

## **MODIFIKASI JALUR *WATER TREATMENT* UNTUK MENGURANGI RUTE TANGKI AIR BAKU DARI SUMBER EKSTERNAL**

**Agus Sugianto<sup>1</sup>, I Putu Wiradi Pradipta<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Malang

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Elektro Universitas Udayana

*E-mail: agus.sugianto@danone.com*

### **ABSTRAK**

Emisi yang dikeluarkan saat penyediaan air per volume dihitung untuk mendapatkan jejak karbon dari distribusi air. Operasional distribusi air dari sumber air, pemompaan, penampungan, distribusi, kemudian digunakan oleh konsumen, hingga menjadi air limbah memberikan beban lingkungan tersendiri. Salah satu hotspot dampak lingkungan yang dihasilkan adalah pada tahapan *cradle* disumbangkan dari emisi gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari mobil tangker yang mengangkut bahan baku air dari sumber eksternal. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui modifikasi jalur *water treatment* untuk mengurangi rute tangki air baku dari sumber eksternal. Metode pendekatan yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisa dampak lingkungan adalah dengan metode *Life Cycle Assessment (LCA)*. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa setiap 1 m<sup>3</sup> air yang diangkut pada jarak 52 km menghasilkan 36,7 Kg CO<sub>2</sub> eq, sedangkan pada jarak tempuh 14 km, setiap 1 m<sup>3</sup> air yang diangkut menghasilkan 9,87 Kg CO<sub>2</sub> eq. Terjadi penurunan emisi hingga 73% dengan dilakukannya perubahan rute tersebut. Total penurunan emisi dari inovasi ini pada rentang Januari-Juni 2023 adalah sebesar 301 ton CO<sub>2</sub> eq, dengan nilai efisiensi biaya sebesar Rp. 536.014.526/tahun. Pada proses pengolahan air bersih menimbulkan dampak lingkungan terbesar pada kategori *resources* yang disebabkan oleh *natural gas* atau penggunaan listrik. Dampak lingkungan terkecil dari kegiatan pengolahan air ada pada kategori *ecosystem quality* yang disebabkan oleh aluminium sulfat. Jejak karbon merupakan suatu ukuran dari jumlah total eksklusif dari emisi karbon dioksida yang dikeluarkan secara langsung atau tidak langsung yang disebabkan oleh suatu kegiatan atau terakumulasi pada *life stages* suatu produk.

*Kata Kunci: Water Treatment, Rute Tangki Air Baku, Sumber Eksternal*

### **ABSTRACT**

*Emissions released when providing water per volume are calculated to obtain the carbon footprint of water distribution. Water distribution operations from water sources, pumping, storage, distribution, then used by consumers, until it becomes waste water, imposes its own environmental burden. One of the environmental impact hotspots generated at the cradle stage is contributed by CO<sub>2</sub> gas emissions produced from tankers transporting water raw materials from external sources. The aim of this research is to determine modifications to the water treatment route to reduce the route of raw water tanks from external sources. The approach method that can be used to identify and analyze environmental impacts is the Life Cycle Assessment (LCA) method. The research results show that every 1 m<sup>3</sup> of water transported over a distance of 52*

*km produces 36.7 Kg CO<sub>2</sub> eq, while at a distance of 14 km, every 1 m<sup>3</sup> of water transported produces 9.87 Kg CO<sub>2</sub> eq. There was a reduction in emissions of up to 73% with this route change. The total reduction in emissions from this innovation in the January-June 2023 range is 301 tonnes of CO<sub>2</sub> eq, with a cost efficiency value of IDR. 536,014,526/year. The clean water processing process causes the largest environmental impact in the resources category caused by natural gas or electricity use. The smallest environmental impact from water processing activities is in the ecosystem quality category which is caused by aluminum sulfate. Carbon footprint is a measure of the exclusive total amount of carbon dioxide emissions released directly or indirectly caused by an activity or accumulated over the life stages of a product.*

*Keywords: Water Treatment, Raw Water Tank Route, External Source*

## **PENDAHULUAN**

Pertumbuhan penduduk dan perkembangan pembangunan yang meningkat pesat mengakibatkan kebutuhan air minum yang murah, praktis, dan memenuhi syarat kesehatan untuk dikonsumsi manusia semakin meningkat. Ketersediaan dan kondisi air tanah di Surabaya sekarang ini tidak memungkinkan digunakan sebagai air yang layak untuk dikonsumsi. Seiring perkembangan jaman diikuti dengan kemajuan teknologi dalam upaya memenuhi kebutuhan air minum, masyarakat cenderung menggunakan air minum isi ulang (Triatmaja, 2009). Depo air minum isi ulang merupakan salah satu jenis usaha air yang mengolah air baku menjadi air minum dengan berbagai teknologi dan pengemasan kemudian menjualnya langsung kepada konsumen. Tahapan proses produksi air minum dimulai dari pengambilan air baku di sumber pegunungan yang di angkut oleh truk tangki kemudian dimasukkan ke dalam tandon yang berada di depo air minum isi ulang kemudian dilakukan penghilangan kotoran dan bakteri yang ikut terbawa dan pengisian air hasil produksi ke dalam galon konsumen.

Penyediaan air minum menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 14/PRT/M/2010 adalah

kegiatan menyediakan air minum untuk memenuhi kebutuhan masyarakat agar mendapatkan kehidupan yang sehat, bersih, dan produktif. Menurut Ibrahim, suatu jaringan distribusi air minum yang baik dan efisien dibutuhkan untuk meningkatkan pelayanan penyediaan air minum. Jumlah air yang disediakan tergantung pada jumlah penduduk dan industri yang dilayani, serta diperlukan perhitungan pertumbuhannya di masa yang akan datang. Dalam pengolahan air minum yang berpengaruh besar terhadap kualitas air produksi adalah pada tahap desinfeksi, tahap tersebut menggunakan berbagai sistem meliputi sistem ozonasi, membran filter, sinar UV, dan lain-lain (Sularso, 2007). Pada setiap tahapan proses pengolahan air minum menimbulkan berbagai dampak terhadap lingkungan dan manusia. Dampak tersebut timbul dari aktivitas kegiatan depo air minum isi ulang mulai dari pengambilan air di sumber hingga diolah menjadi air produksi. Dari aktivitas-aktivitas tersebut mengeluarkan energi yang berpotensi terjadinya pencemaran udara, penggunaan bahan bakar yang bersumber dari bahan bakar fosil yang menghasilkan emisi gas buang sehingga berpengaruh pada perubahan iklim (Chang, 2005).

LCA merupakan metode untuk mengidentifikasi, menilai dampak lingkungan pada suatu proses produksi atau sistem pengolahan, dan menerapkan kemungkinan perbaikan di sepanjang siklus hidupnya. Metode ini akan memperkirakan potensi dampak yang ditimbulkan dari suatu sistem pengolahan atau produk yang dihasilkan di dalam siklus hidupnya terhadap lingkungan dan dampak mana yang akan diperhitungkan (Bonton dkk, 2012). Salah satu program yang dapat membantu memudahkan yaitu dengan menggunakan SimaPro 8.5. LCA dapat digunakan untuk memudahkan dalam pengambilan keputusan strategi dalam upaya perbaikan (Olfied, 2018). Emisi yang dikeluarkan saat penyediaan air per volume dihitung untuk mendapatkan jejak karbon dari distribusi air. Operasional distribusi air dari sumber air, pemompaan, penampungan, distribusi, kemudian digunakan oleh konsumen, hingga menjadi air limbah memberikan beban lingkungan tersendiri. Dalam sistem distribusi air penggunaan pompa merupakan beban tertinggi konsumsi listrik. Dari hasil LCA (Life Cycle Assessment) yang dilakukan TIV Mambal pada tahun 2020, salah satu hotspot dampak lingkungan yang dihasilkan adalah pada tahapan *cradle* khususnya dari material bahan baku. Hal ini salah satunya disumbangkan dari emisi gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari mobil tangker yang mengangkut bahan baku air dari sumber eksternal 2 ke lokasi pabrik. Jarak yang ditempuh kurang lebih 52 km dengan tangker berkapasitas 10 ton. Kemudian perlu dilakukan kajian strategi untuk mengendalikan depo air minum isi ulang dalam upaya peningkatan proses pengolahan air minum sehingga menghasilkan produk yang feasible dan efektif. Dengan demikian, perlu

dilakukan modifikasi jalur *water treatment* untuk mengurangi rute tangki air baku dari sumber eksternal.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilaksanakan di PT Tirta Investama Pabrik Mambal, Desa Mambal, Kecamatan Abiansemal, Kabupaten Badung. Penelitian dilakukan mulai bulan Juni-Agustus 2023. Responden penelitian adalah manajer dan staf produksi sejumlah 25 orang. Dalam mengumpulkan data dan informasi sebagai bahan perencanaan alat pada proses ini dilakukan dengan cara observasi, wawancara, dan dokumentasi untuk mengumpulkan data/informasi yang efektif. Dalam memperoleh data dalam penelitian ini, maka digunakan beberapa teknik pengolahan dan analisa data, setelah melakukan pengumpulan data dan melakukan pengamatan di perusahaan, selanjutnya data-data tersebut diolah. Metode penelitian ini menggunakan Life Cycle Assessment (LCA) adalah suatu metode untuk mengidentifikasi, penggunaan energi, penggunaan sumber daya alam, serta mengevaluasi dan menerapkan kemungkinan perbaikan di sepanjang siklusnya (Al-Layla, dkk, 2008). Modifikasi jalur *water treatment* untuk mengurangi rute tangki air baku dari sumber eksternal terdiri dari proses ekstraksi bahan baku, proses produksi bahan, hasil produksi, dan penggunaan hasil produksi sampai proses pelepasan produk dengan dengan pendekatan *cradle to grave* dalam suatu proses penilaian. Tahap pertama pada LCA adalah menyusun dan menginventarisasi masukan dan keluaran yang berhubungan dengan produk yang akan dihasilkan. Kemudian dilakukan evaluasi dan penilaian dari seluruh proses kegiatan produksi sehingga dapat diketahui apa yang diakibatkan oleh proses produksi suatu produk, jasa, dan

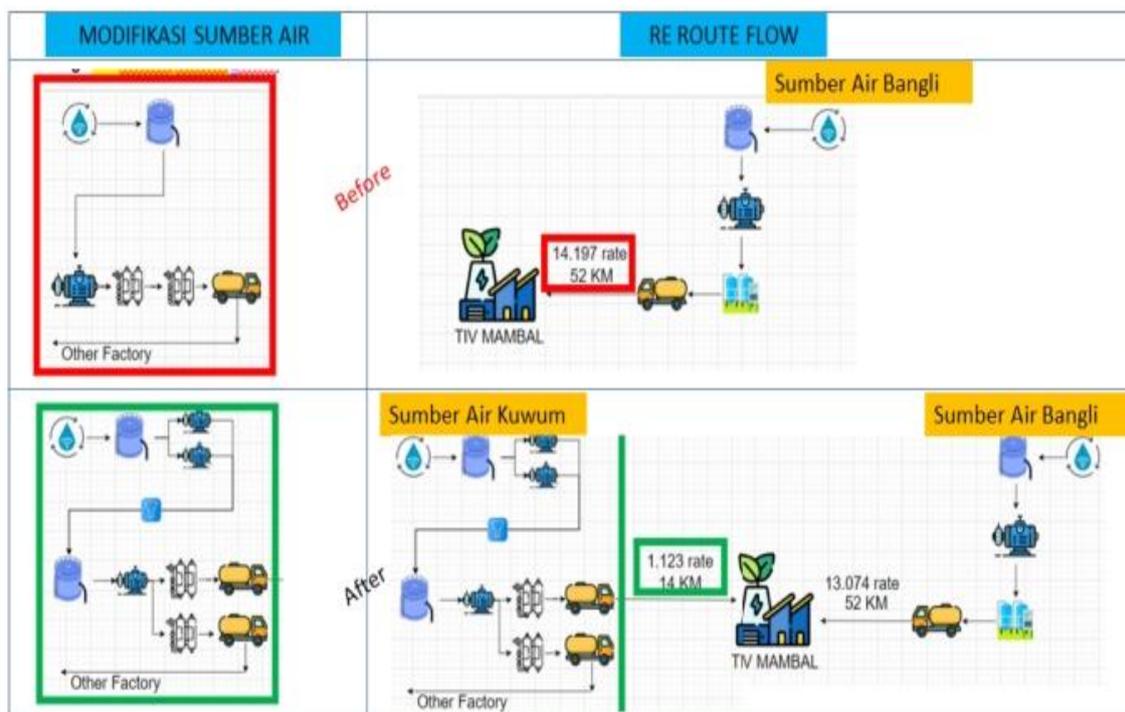
kegiatan ekonomi yang berlangsung dengan berjalannya waktu dapat diimbangi dengan usia pakai yang panjang, ada tidaknya manfaat dari penggunaan produk, maka akan diperoleh beberapa alternatif upaya perbaikan untuk peningkatan masing-

masing kegiatan dalam menghasilkan suatu produk. Fase tahapan dari LCA adalah *goal and scope, life cycle inventory, life cycle impact assesment, dan life cycle interpretation.*

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahun 2023, TIV Mambal melakukan inovasi dengan melakukan modifikasi pada jalur *water treatment* sumber eksternal. Perubahan yang dilakukan dengan cara merubah jalur pipa, reposisi tahapan strainer, perubahan system pompa, dan penambahan tangki buffer. Dengan

demikian proses transfer air baku ke mobil tangki menjadi lebih cepat dan efisien, sehingga sebagian mobil tangki yang sebelumnya menempuh jarak 52 km ke sumber eksternal 2, bisa di alihkan ke sumber eksternal 1 yang jaraknya lebih dekat yaitu 14 km. Berikut dijabarkan secara terperinci.



Gambar 1. Modifikasi Jalur *Water Treatment*

Berdasarkan hasil penelitian, energi listrik diperoleh dari penggunaan peralatan yaitu pompa dan *blower*. Jarak pengambilan air yang jauh serta peralatan yang sudah berumur membuat penggunaan listrik cukup besar. Penggunaan aluminium sulfat memberikan dampak lingkungan kedua setelah *natural gas*, dan *ammonium*

*chloride* memberikan dampak lingkungan paling kecil. Penggunaan *natural gas*, aluminium sulfat, dan polimer yang tidak terproses sempurna akan berdampak pada lingkungan. Terdapat tiga dampak lingkungan tertinggi akibat pengolahan air bersih adalah *non-renewable energy, global warming, dan respiratory inorganics.*

Kyung, dkk (2013), menyebatkan bahwa dampak *non-renewable energy* dan *global warming* memiliki nilai tertinggi disebabkan penggunaan *natural gas* atau listrik, dan dampak *respiratory inorganics* disebabkan penggunaan aluminium sulfat. Penggunaan *natural gas* atau listrik yang menyebabkan dampak *non-renewable energy* adalah ketersediaan gas, minyak, dan uranium pada tanah semakin berkurang. Penggunaan *natural gas* atau listrik yang menyebabkan dampak *global warming* adalah *carbon dioxide* hasil pembakaran bahan bakar fosil, seperti batu bara, minyak bumi, dan gas bumi. Menurut Raucher (2008), karbon dioksida hasil lepasan pembakaran bahan bakar fosil menjadi kontributor utama (55%) pemanasan global. Pada tahun 2018, Vince, et al. melakukan penelitian tentang emisi CO<sub>2</sub> dari proses *water treatment plant* (WTP) konvensional. Proses WTP konvensional menggunakan listrik dan bahan bakar untuk proses unit operasi, produksi dan transportasi bahan kimia. Berdasarkan penelitian tersebut diketahui total emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari konsumsi listrik WTP konvensional adalah 5,1% dari emisi total keseluruhan. Penggunaan aluminium sulfat yang menyebabkan dampak *respiratory inorganics* adalah *sulfur oxide* dan *nitrogen oxide*.

Dapat diketahui bahwa secara keseluruhan proses pengolahan air bersih yang menimbulkan dampak paling besar disebabkan oleh penggunaan listrik. Nilai dari kategori dampak *climate change* dan *resources* juga disebabkan oleh *natural gas* atau listrik. Konsumsi energi listrik terbesar ada pada proses pengambilan air baku. Hal ini disebabkan jarak pengambilan air cukup jauh dan peralatan yang sudah tua. Sedangkan nilai kategori dampak

*human health* tertinggi disebabkan oleh aluminium sulfat, dan nilai kategori dampak *ecosystem quality* tertinggi disebabkan penggunaan amonium klorida. Berdasarkan perhitungan dampak lingkungan menggunakan aplikasi SIMAPRO, setiap 1 m<sup>3</sup> air yang diangkut pada jarak 52 km menghasilkan 36,7 Kg CO<sub>2</sub> eq, sedangkan pada jarak tempuh 14 km, setiap 1 m<sup>3</sup> air yang diangkut menghasilkan 9,87 Kg CO<sub>2</sub> eq. Terjadi penurunan emisi hingga 73% dengan dilakukannya perubahan rute tersebut. Total penurunan emisi dari inovasi ini pada rentang Januari-Juni 2023 adalah sebesar 301 ton CO<sub>2</sub> eq, dengan nilai efisiensi biaya sebesar Rp. 536.014.526/tahun. Pada proses pengolahan air bersih menimbulkan dampak lingkungan terbesar pada kategori *resources* yang disebabkan oleh *natural gas* atau penggunaan listrik. Dampak lingkungan terkecil dari kegiatan pengolahan air ada pada kategori *ecosystem quality* yang disebabkan oleh aluminium sulfat. Triatmaja (2009), menyebutkan bahwa jejak karbon merupakan suatu ukuran dari jumlah total eksklusif dari emisi karbon dioksida yang dikeluarkan secara langsung atau tidak langsung yang disebabkan oleh suatu kegiatan atau terakumulasi pada *life stages* suatu produk. Jejak karbon yang dihasilkan dari kegiatan distribusi air dikeluarkan secara tidak langsung ke lingkungan. Emisi yang dikeluarkan sistem distribusi air mulai dari sumber air, distribusi air, hingga ke konsumen. Penampungan air secara tidak langsung juga akan menghasilkan emisi, akan tetapi emisi yang dikeluarkan cukup rendah jika dibandingkan dengan kegiatan lainnya.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, hal yang dapat disimpulkan adalah, setiap 1 m<sup>3</sup> air yang diangkut pada jarak 52 km menghasilkan 36,7 Kg CO<sub>2</sub> eq, sedangkan pada jarak tempuh 14 km, setiap 1 m<sup>3</sup> air yang diangkut menghasilkan 9,87 Kg CO<sub>2</sub> eq. Terjadi penurunan emisi hingga 73% dengan dilakukannya perubahan rute tersebut. Total penurunan emisi dari inovasi ini pada rentang Januari-Juni 2023 adalah sebesar 301 ton CO<sub>2</sub> eq, dengan nilai efisiensi biaya sebesar Rp. 536.014.526/tahun. Pada proses

pengolahan air bersih menimbulkan dampak lingkungan terbesar pada kategori *resources* yang disebabkan oleh *natural gas* atau penggunaan listrik. Dampak lingkungan terkecil dari kegiatan pengolahan air ada pada kategori *ecosystem quality* yang disebabkan oleh aluminium sulfat. Jejak karbon merupakan suatu ukuran dari jumlah total eksklusif dari emisi karbon dioksida yang dikeluarkan secara langsung atau tidak langsung yang disebabkan oleh suatu kegiatan atau terakumulasi pada *life stages* suatu produk.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Layla, M Anis. 2008. *Water Supply Engineering Design*, 3rd Edition. Michigan, USA. : Ann Arbor Science Publishers, Inc.
- Chang, S. 2005. *Atmospheric Chlorine Chemistry in Southeast Texas: Impacts on Ozone and Particulate Matter Formation and Control*. Dissertation. The University of Texas at Austin.
- Bonton, A., Bouchard, C., Barbeau. B., Jedrzejak, S. 2012. *Comparative Life Cycle Assessment of Water Treatment Plants*. Desalination, 284 (1): 42-54.
- Kyung, D., Kim, D., Park, N., Lee, W. 2013. *Estimation of CO<sub>2</sub> Emission from Water Treatment Plant-Model Development and Application*. Journal of Environmental Management, 131 (3): 74-81.
- Oldfield, S., Allen, D. 2018. *The Impact of Molecular Chlorine Emissions on Ozone Formation in Southeast Texas*. Journal Of Ecosentrics , 11 (8): 22-30.
- Raucher, R.S. 2008. *Risk and Benefits of Energy Management For Drinking Water Utilities*. Awwa Research Foundation Denver:25(1):52-9
- Sularso, Tahara Haruo. 2007. *Pompa dan Kompresor: Pemilihan Pemakaian, dan Pemeliharaan*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Triatmadja, R. 2009. *Hidraulika Sistem Jaringan Perpipaan Air Minum*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Vince, F., Aoustin, E., Breant, F., Marechal, F. 2008. *LCA Tool For The Environmental Evaluation of Potable Water Production*. Desalination, 220 (2):37-56.