

**IDENTIFIKASI WASTE DENGAN WASTE ASSESSMENT MODEL UNTUK REKOMENDASI
PERBAIKAN PROSES PRODUKSI PENGOLAHAN AIR
(Studi Kasus: IPAM Karangpilang PDAM Surya Sembada Kota Surabaya)**

Liana Eni Saputtri¹, Dr. Denny Nurkertamanda, S.T., M.T.²

^{1,2}*Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275*

Abstrak

PDAM Surya Sembada Kota Surabaya merupakan perusahaan air minum yang bertugas memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat Kota Surabaya. Meskipun PDAM Surya Sembada telah mendapatkan stastus PDAM terbaik di Jawa Timur, tetapi tetap saja masih ditemukan beberapa kendala yang terjadi pada perusahaan tersebut seperti sistem pendistribusian air yang belum optimal yang dilihat dari kelangsungan distribusi air dalam waktu 24 jam yang diterima oleh pelanggan, laporan hasil pengecekan yang dilakukan menunjukkan adanya sejumlah sampel yang terdapat bahan kimia yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditentukan, dan terdapat zat bahan kimia yang disimpan melewati batas kadaluwarsa. Kendala-kendala tersebut dapat dihilangkan dengan menggunakan pendekatan *lean manufacturing* dengan metode *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Waste Assessment Model* (WAM) untuk dapat mengetahui keterkaitan *waste* yang terjadi di dalam proses. Berdasarkan metode WAM diketahui terdapat 3 *waste* kritis yaitu *overproduction*, *process*, dan *motion*. Selanjutnya dilakukan analisis terhadap akar masalah dengan *Root Cause Analysis* (RCA) 5 *Why's* serta mencari nilai resiko dengan menggunakan metode FMEA atau *Failure Mode and Effect Analysis*. Pada FMEA dikategorikan kritis ketika nilai $80 \leq RPN \leq 120$ untuk dilakukan analisis terhadap rekomendasi perbaikan yang akan dilakukan.

Kata Kunci: *Value Stream Mapping* (VSM), *Waste Assessment Model* (WAM), 5 *Why's*, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

Abstract

[Waste Identification with Waste Assessment Model for Recommendation of Improvement of Water Treatment Production Process (Case Study: IPAM Karangpilang PDAM Surya Sembada Surabaya)] PDAM Surya Sembada Surabaya City is a drinking water company in charge of meeting the clean water needs of the Surabaya City community. Although PDAM Surya Sembada has received the best PDAM status in East Java, there are still some obstacles that occur in the company such as the water distribution system that has not been optimized as seen from the continuity of water distribution within 24 hours received by customers, the report on the results of the checks carried out shows that there are a number of samples that contain chemicals that are not in accordance with predetermined standards, and there are chemicals that are stored past the expiration date. These obstacles can be eliminated by using a lean manufacturing approach with the Value Stream Mapping (VSM) and Waste Assessment Model (WAM) methods to find out the relationship of waste that occurs in the process. Based on the WAM method, it is known that there are 3 critical wastes, namely overproduction, process, and motion. Furthermore, the root cause analysis (RCA) of 5 Why's was analyzed and the risk value was sought using the FMEA or Failure Mode and Effect Analysis method. FMEA is categorized as critical when the value of $80 \leq RPN \leq 120$ to analyze the improvement recommendations to be made.

Keywords: *Value Stream Mapping* (VSM), *Waste Assessment Model* (WAM), 5 *Why's*, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

Pendahuluan: Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) memiliki peranan untuk dapat mengembalikan fungsi utama dari air bagi masyarakat dengan cara mengolah air baku yang bersumber dari sungai menjadi air produksi yang

memiliki kualitas air minum untuk kemudian dapat didistribusikan kepada masyarakat. Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) merupakan Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) yang tersebar di berbagai daerah di Indonesia salah satunya di Kota Surabaya. PDAM Surya Sembada Kota Surabaya merupakan salah satu Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) terbesar di Indonesia mengingat Kota Surabaya merupakan kota terbesar kedua setelah DKI

*Penulis Korespondensi.

E-mail: lianaenisaputtri@students.undip.ac.id

Jakarta dan merupakan ibu kota Provinsi Daerah Tingkat I Jawa Timur.

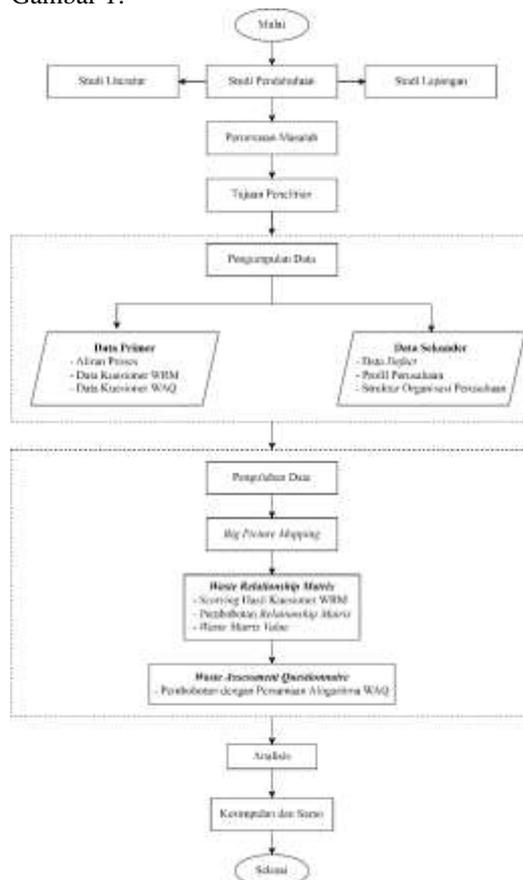
Perusahaan yang bertanggung jawab untuk memasok air bersih bagi warga Kota Surabaya adalah Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Surya Sembada Kota Surabaya. PDAM Surya Sembada Kota Surabaya saat ini melayani sekitar 480.000 pelanggan, termasuk pelanggan rumah tangga dan bisnis. PDAM Surya Sembada Kota Surabaya harus mampu menawarkan layanan yang dapat memenuhi kebutuhan masyarakat akan air bersih seiring dengan pertumbuhan penduduk. PDAM Surya Sembada Kota Surabaya berkinerja secara efektif, dapat memuaskan pelanggan, dan terampil dalam penyediaan dan pendistribusian air bersih. PDAM Surya Sembada memiliki visi “Menjadi Perusahaan Air Minum Modern”, dimana membuat pihak perusahaan harus dapat bekerja keras untuk dapat memberikan pelayanan terbaik dalam memastikan ketersediaan air bersih dengan mengikuti perkembangan zaman yang cukup pesat di Kota Surabaya. Dalam upaya mewujudkan visi dan misi yang dimiliki, masih ditemukan beberapa permasalahan yang sering dihadapi dalam proses pengolahan dan penyediaan air bersih, antara lain yaitu sistem pendistribusian air yang belum optimal, dilihat dari kelangsungan distribusi air dalam waktu 24 jam yang diterima oleh pelanggan. Keluhan masyarakat yang berdatangan sering kali mengenai kualitas air yang diperolehnya ketika hendak menggunakannya. Selain itu terdapat beberapa laporan hasil pengecekan yang dilakukan menunjukkan adanya sejumlah sampel yang terdapat bahan kimia yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Ketidaksiharian tersebut kerap kali terjadi ketika musim penghujan, hal tersebut dikarenakan kualitas air baku yang didapatkan mengalami tingkat kekeruhan yang sangat tinggi, sehingga proses produksi yang terjadi menjadi kurang optimal. Dalam lingkup internal selama proses produksi juga terdapat indikasi *waste* yang terjadi, yaitu ditemukannya zat bahan kimia yang disimpan melewati batas kadaluarsa. Penyimpanan zat kimia tersebut dapat terjadi apabila perusahaan tidak terlalu mempersiapkan perhitungan kebutuhan terhadap pembelian yang akan dilakukan, sehingga *inventory* zat kimia yang dimiliki penumpukkan akibat tanggal kadaluarsa yang terlewat.

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi, sistem pengolahan dan penyediaan air bersih pada PDAM Surya Sembada Karangpilang Kota Surabaya perlu untuk meningkatkan kinerja terutama dalam hal produksi. Salah satu cara untuk meningkatkan kinerja tersebut yaitu dengan adanya penerapan *lean manufacturing* pada bagian Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) Karangpilang sebagai pusat kegiatan penjernihan dan pendistribusian air minum. *Lean manufacturing* adalah pendekatan yang berfokus pada identifikasi dan menghilangkan

segala bentuk pemborosan atau *waste* dan seluruh aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah atau *non – value added activity* yang terjadi selama proses produksi [1].

Dengan menggunakan *tools* yang dapat menjelaskan proses produksi secara menyeluruh, metode *lean manufacturing* merupakan salah satu teknik untuk mengurangi pemborosan dan meningkatkan kualitas dari proses produksi yang ada saat ini. *Big Picture Mapping* (BPM), *Waste Assessment Model* (WAM) yang terdiri dari *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ), *Root Cause Analysis* (RCA), dan *Failure Mode Error Analysis* (FMEA), merupakan beberapa *tools* yang dapat digunakan untuk mempercepat proses penerapan *lean manufacturing*. Fungsi dari WAQ dan WRM adalah untuk mengidentifikasi hubungan dari setiap *waste* yang terjadi dan mengidentifikasi *waste* kritis yang terjadi pada aliran proses. RCA dan FMEA digunakan untuk memberikan gambaran dan memetakan aktivitas-aktivitas yang terjadi pada proses manufaktur [2].

Metodologi Penelitian: Metodologi penelitian merupakan tahapan sistematis yang dilakukan dalam penelitian. Diagram alur dalam penelitian ini digambarkan pada Gambar 1:



Gambar 1. *Flowchart* Metodologi Penelitian

- a. Identifikasi Awal
Identifikasi awal dilakukan dengan melakukan beberapa tahapan yaitu mengidentifikasi permasalahan dengan studi literatur dan studi lapangan, perumusan masalah, dan juga menentukan tujuan dari penelitian.
- b. Pengumpulan dan Pengolahan Data
Pengumpulan data dilakukan selama 1 bulan pada tanggal 2 Januari 2023 – 2 Februari 2023 di Perusahaan Daerah Air Minum bagian Instalasi Pengolahan Air Minum Karangpilang III. Terdapat dua jenis data yang ada yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari data aliran proses produksi, hasil wawancara dan pengisian kuesioner WRM dan WAQ oleh pihak PDAM, observasi, serta wawancara untuk mengetahui permasalahan yang ada. Sedangkan data sekunder didapatkan dari dokumen yang dimiliki perusahaan yang berupa data *defect*, profil perusahaan, dan struktur organisasi. Selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM) untuk pemetaan proses produksi, serta identifikasi *waste* kritis dengan menggunakan metode *Waste Assessment Model* (WAM).
- c. Analisa
Setelah didapatkan hasil pengolahan data, maka akan dilakukan analisa dari hasil *Value Stream Mapping*, *Waste Relationship Matrix*, *Waste Assessment Questionnaire*, dan menganalisa akar dari penyebab masalah dengan menggunakan *Root Cause Analysis*, *Failure Mode and Effect Analysis* serta memberikan usulan perbaikan. Analisa dilakukan untuk menjabarkan tahapan yang telah dilakukan pada proses pengolahan data dan menarik kesimpulan untuk dijadikan rekomendasi perbaikan.
- d. Kesimpulan dan Saran
Pada tahap ini ditarik kesimpulan berdasarkan data-data yang diperoleh dari penelitian agar jelas apa yang dibahas dalam penelitian ini.

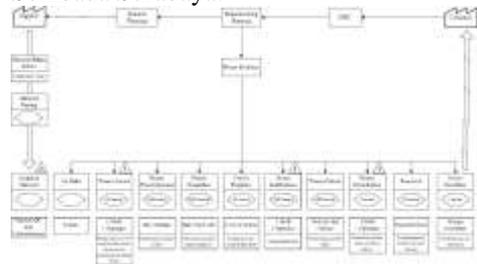
Pengumpulan dan Pengolahan Data:

Berikut ini merupakan data yang diperlukan dalam proses penelitian:

- a. Gambaran Umum Perusahaan
Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Surya Sembada Kota Surabaya merupakan perusahaan yang bertanggung jawab terhadap penyediaan air bersih bagi masyarakat Kota Surabaya. PDAM Surya Sembada berdiri sejak 1890 yang mana sumber mata air yang digunakan diperoleh dari desa Purut di Kabupaten Pasuruan.

Terdapat 2 instalasi pengolahan air minum yang dimiliki oleh PDAM Surya Sembada. Instalasi pertama yaitu IPAM Ngagel yang berada di Jl. Ngagel Tirto V No. 53, Ngagelrejo, Kecamatan Wonokromo, Kota Surabaya, Jawa Timur 60245. Sedangkan instalasi kedua yaitu IPAM Karangpilang yang berada pada Jl. Raya Mastrip No. 56A, Warugunung, Kecamatan Karangpilang, Kota Surabaya, Jawa Timur 60221. Pada masing-masing instalasi terdapat 3 unit yang digunakan untuk mengolah air sebelum disalurkan ke masyarakat Kota Surabaya.

- b. Identifikasi Proses Produksi
Value Stream Mapping merupakan *tools* yang digunakan untuk menggambarkan aliran informasi dan aliran material sesuai kondisi eksisting perusahaan. VSM dapat menyajikan suatu titik balik yang optimal bagi setiap perusahaan yang ingin menjadi *lean* [3]. Penggambaran VSM dilakukan berdasarkan produksi pengolahan air minum. Gambar 2 merupakan VSM pada proses produksi pengolahan air minum pada PDAM Surya Sembada Surabaya:



Gambar 2. *Value Stream Mapping* Proses Produksi Pengolahan Air

- c. Identifikasi *Waste*
Menurut *Toyota Production System* atau yang sering disingkat TPS, jenis *waste* yang sering terjadi pada perusahaan dikelompokkan menjadi tujuh jenis pemborosan [4]. Berdasarkan pengamatan serta tanya jawab dengan pihak perusahaan, didapatkan jenis *waste* yang terjadi antara lain sebagai berikut:
 1. *Waiting*
Waste waiting pada area produksi di IPAM Karangpilang III terjadi pada saat *maintenance* area produksi baik pengurusan sesuai jadwal rutin maupun pada saat terdapat kerusakan pada unit yang ada. Proses *maintenance* memerlukan waktu yang cukup lama terlebih lagi apabila persediaan peralatan yang dibutuhkan tidak tersedia pada IPAM Karangpilang maka harus menunggu konfirmasi ketersediaan alat yang ada di suku cadang IPAM Ngagel.
 2. *Transportation*

Pemeriksaan uji kualitas air yang berjarak lumayan jauh dari laboratorium terpadu yang dapat menyebabkan kelelahan pada operator. Terdapat dua jenis uji kualitas air pada setiap harinya yaitu uji turbidity untuk melihat kekeruhan yang ada pada air dengan menggunakan lima sampel yaitu air baku, *clerator* 1, *clerator* 2, *clerator* 3, dan *clerator* 4. Terdapat juga uji keseluruhan yang dilakukan pada laboratorium terpadu untuk dilakukan pemeriksaan terhadap kualitas produk yang dihasilkan sebelum disalurkan kepada masyarakat.

3. *Process*

Pemborosan yang diakibatkan oleh proses yaitu kegiatan pengurusan bak prasedimentasi yang kurang optimal yang mana ukuran lubang pembuangan lumpur yang kecil dan dilakukan secara manual sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama lagi. Adapun kegiatan pemberian kadar bahan kimia tawas yang dilakukan berdasarkan *feeling* operator berdasarkan hasil *turbidity* yang telah dilakukan namun tidak melakukan perhitungan ulang terhadap kadar optimal yang seharusnya diberikan pada proses produksi.

4. *Inventory*

Waste inventory yang ditemukan pada IPAM Karangpilang III yaitu terdapat penumpukan zat bahan kimia yang telah melewati batas tanggal kadaluwarsa, sehingga perusahaan harus sangat berhati-hati terhadap pemakaian zat bahan kimia tersebut selama proses pemeriksaan kualitas air di laboratorium terpadu. Selain itu juga ditemukan penumpukan karbon dan juga nozzle yang berfungsi untuk meningkatkan kecepatan aliran fluida sesuai dengan tekanan yang diberikan pada area rumah bahan kimia yang digunakan sebagai bahan perbaikan jika terdapat kendala pada unit filtrasi.

5. *Motion*

Waste motion terjadi karena terdapat aktivitas pengambilan sampel untuk dilakukan uji turbidity yang dilakukan secara berulang setiap dua jam sekali dengan menggunakan alat yang masih sederhana. Aktivitas lainnya yaitu pemindahan pasir sebagai media filtrasi yang dilakukan secara manual untuk mencegah penggunaan pasir yang berlebih sehingga dapat mencegah kehabisan stok pasir yang telah disediakan untuk waktu yang cukup lama yaitu satu tahun.

6. *Defect*

Defect yang dihasilkan dapat dilihat dari hasil pengujian air yang dilakukan oleh pihak internal PDAM IPAM Karangpilang

III. Yang mana kualitas air tidak memenuhi standar kualitas yang dilihat dari sejumlah parameter yang berada di atas maupun di bawah batas standar.

7. *Overproduction*

Overproduction yang terjadi pada IPAM Karangpilang III disebabkan karena adanya penambahan kapasitas debit air baku yang awalnya 2.500 liter per detik menjadi 2.700 liter per detik namun tidak ada *upgrading design* atau penambahan unit bangunan sehingga menyebabkan penurunan kualitas air dan juga peningkatan pemakaian zat kimia seperti tawas dan klor.

d. Identifikasi *Waste* Kritis dengan WAM

Waste Assessment Model merupakan metode untuk menyederhanakan pencarian terhadap permasalahan *waste* dan mengidentifikasi untuk mengeliminasi *waste* [5]. Terdapat dua langkah dalam melakukan perhitungan WAM, yaitu *Waste Relationship Matrix* (WRM) serta *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ). Berdasarkan dari kuesioner WRM, dapat diketahui keterkaitan antar *waste* yaitu terdapat pada Tabel 1:

Tabel 1. Hasil Perhitungan WRM

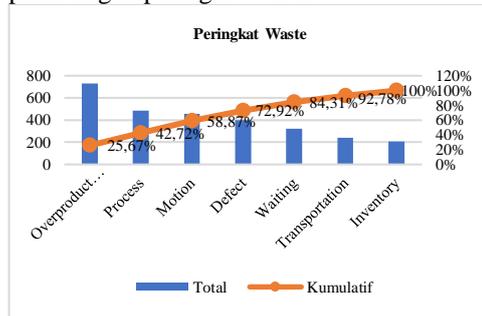
F/T	I	D	W	T	P	M	O	Skor	%
I	6	0	0	4	0	0	4	14	9,21%
D	0	6	0	8	4	0	0	18	11,84%
W	4	0	6	0	4	0	4	18	11,84%
T	0	4	0	6	0	4	0	14	9,21%
P	4	4	6	0	6	4	4	28	18,42%
M	0	4	4	0	6	6	6	26	17,10%
O	4	8	4	4	0	8	6	34	22,36%
Skor	18	26	20	22	20	22	24	152	100%
%	11,84%	17,10%	13,15%	14,47%	13,15%	14,47%	15,78%		100%

Berdasarkan tabel diatas, dapat diketahui bahwa nilai “*from*” terbesar berada pada *from overproduction*, *from process*, dan *from motion* yang memiliki skor tertinggi yaitu 22,368%, 18,421%, dan 17,105% dimana mengindikasikan bahwa *waste* yang timbul pada proses produksi sebagian besar diakibatkan oleh *overproduction*, *process*, dan *motion*. Sedangkan nilai indikator “*to*” terbesar terletak pada *defect* dengan persentase 17,105% yang menunjukkan bahwa pengaruh terbesar permasalahan yang ada berdampak pada munculnya *waste defect*. Kemudian dilakukan perhitungan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) yang digunakan untuk menentukan tingkat *waste* kritis yang terjadi dalam proses produksi. Tabel 2 merupakan perhitungan peringkat *waste* dari metode WAQ.

Tabel 2. Perhitungan Peringkat *Waste*

	I	D	W	T	P	M	O
Yj	0,813	0,852	0,898	0,780	0,864	0,801	0,893
Pj	252	468	360	308	560	572	816
Yj final	204,87	398,73	323,28	240,24	483,84	458,17	728,68
Final Result	7,21%	14,05%	11,39%	8,46%	17,05%	16,14%	25,67%
Peringkat	7	4	5	6	2	3	1

Berdasarkan dari tabel perhitungan peringkat *waste* tersebut maka dibuat diagram pareto yang akan menunjukkan hasil dari peringkat yang ada. Gambar 3 merupakan diagram pareto berdasarkan perhitungan peringkat *waste*.



Gambar 3. Diagram Pareto Peringkat *Waste*

Berdasarkan diagram tersebut dapat diketahui bahwa terdapat 1 jenis *waste* yang memperoleh nilai paling besar di antara yang lain dari keseluruhan proses produksi. Jenis *waste* tersebut adalah *waste overproduction*. Untuk urutan peringkat dapat diketahui bahwa jenis *waste overproduction* menjadi *waste* dengan nilai persentase tertinggi dengan persentase sebesar 25,67%. Selanjutnya, pada urutan kedua terdapat jenis *waste process* dengan persentase sebesar 17,05%. Kemudian, pada urutan yang ketiga terdapat *waste motion* dengan persentase 16,14%.

Hasil dan Analisis: Berikut ini merupakan hasil dan analisis dari identifikasi *waste* pada IPAM Karangpilang PDAM Surya Sembada Kota Surabaya:

- a. Analisis Proses Produksi
VSM digunakan untuk mengetahui aliran informasi dan fisik proses produksi, serta mengetahui waktu siklus produksi. Berdasarkan VSM, dapat diketahui waktu siklus terlama terjadi pada proses filtrasi. Proses filtrasi dalam proses produksi dilakukan untuk menghilangkan partikel tersuspensi dan koloidal dengan cara menyaringnya menggunakan media filter. Media filter yang digunakan adalah pasir silika dan juga pasir antrasit. Media yang digunakan tersebut sangat mempengaruhi waktu proses yang terjadi. Berdasarkan VSM juga dapat diketahui masih terjadi *waste overproduction*, *process*, *motion*, *waiting*, *inventory*, *transportation*, dan juga *defect* selama proses produksi.
- b. Analisis *Waste* Kritis Berdasarkan WAM
Berdasarkan WAM, dapat diketahui keterkaitan antar *waste* pada proses produksi. Berdasarkan kuesioner WAQ, diketahui bahwa *waste "from"* terbesar adalah *from overproduction*, *from process*,

dan *from motion*. Hal tersebut menunjukkan bahwa ketiga *waste* tersebut menyebabkan munculnya *waste* lain. Contohnya adalah munculnya *waste overproduction* akan menyebabkan meningkatnya intensitas *defect* dan *motion* karena terdapat karena apabila *defect* terjadi maka operator hasil mengecek seluruh permesinan yang digunakan selama proses produksi. Selain itu *waste motion* yang terjadi karena penggunaan alat yang masih sederhana dapat menyebabkan munculnya *process* dan berbagai *waste* lainnya. Sedangkan *waste "to"* terbesar adalah *to defect*. Pada tahap WAQ, dilakukan *input* untuk perhitungan WRM, sehingga didapatkan *waste* kritis pada perusahaan adalah *overproduction* (25,67%), *process* (17,05%), dan juga *motion* (16,14%).

- c. Analisis *Waste* Kritis dengan RCA dan FMEA

Berdasarkan *waste* kritis yang telah diidentifikasi, kemudian dilakukan analisis akar permasalahan dengan menggunakan 5 *Why's*. Metode 5 *Why's* digunakan dengan bertanya mengapa beberapa kali sehingga dapat dilakukan tindakan yang sesuai dengan akar penyebab masalah yang ditemukan untuk menghilangkan masalah yang terjadi [6]. Akar permasalahan didapatkan melalui pengamatan serta *brainstorming* dengan beberapa orang di perusahaan. Pada *waste overproduction* terdapat 2 sub *waste* yaitu penambahan zat kimia dalam proses produksi serta *output* yang tidak sesuai dengan ketentuan. Akar permasalahan tersebut timbul akibat pertumbuhan masyarakat Surabaya yang semakin meningkat dan juga tidak dapat melakukan perluasan untuk lantai produksi karena keterbatasan lahan untuk pembangunan. Pada *waste process*, terdapat 2 sub *waste* yaitu pengurusan unit bak prasedimentasi yang kurang optimal dan juga pemberian kadar zat kimia yang tidak sesuai. Akar permasalahan *waste* tersebut karena perancangan bangunan yang dilakukan sebelum penambahan debit air baku dan juga kurangnya kesadaran perusahaan dan karyawan terhadap SOP yang diberlakukan. Pada *waste motion* terdapat 2 sub *waste*, yaitu pengambilan sampel air yang kurang efektif dan efisien serta pemindahan media pasir yang kurang optimal. Akar penyebab *waste* tersebut adalah keterbatasan biaya. Berdasarkan akar permasalahan tiap *waste* kritis tersebut, kemudian dilakukan analisis menggunakan FMEA untuk menilai *severity*, *occurrence* serta *detection* dari setiap akar penyebab

permasalahan tersebut. FMEA bertujuan untuk mengidentifikasi dan memahami potensi penyebab dan efek suatu kegagalan, menilai risiko kegagalan dan melaksanakan tindakan korektif untuk mengatasi permasalahan yang terjadi [7].

d. Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan nilai RPN dalam metode FMEA, didapatkan akar permasalahan yang memiliki nilai RPN tertinggi. Kemudian akan dilakukan analisis rekomendasi perbaikan yang dapat diterapkan pada perusahaan. Langkah perbaikan yang diambil berdasarkan nilai $80 \leq RPN \leq 120$. Tabel 3 merupakan rekomendasi perbaikan berdasarkan nilai RPN pada penyebab *waste*.

Tabel 3. Rekomendasi Perbaikan

Waste	Subwaste	RPN	Langkah Perbaikan
Overproduction	Output tidak sesuai dengan ketentuan Pengurusan unit bak	105	Perawatan dan pengawasan area produksi secara teratur Dilakukan perbaikan dan
Process	prasedimentasi yang kurang optimal	126	pelebaran lubang pembuangan
Motion	Pengambilan sampel air kurang efektif dan efisien	90	Evaluasi beban kerja dan upgrade peralatan

Kesimpulan: Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Proses pengolahan air bersih terdiri dari 8 tahapan utama yaitu proses aerasi, prasedimentasi, koagulasi, flogulasi, sedimentasi, filtrasi, disinfeksi, dan distribusi. Proses produksi air bersih memiliki *cycle time* 1.109,08 menit atau setara dengan 18,3 jam.
2. Berdasarkan WAM, diketahui *waste* “from” terbesar adalah *defect* dan *process* sedangkan *waste* “to” terbesar adalah *overproduction*, *process*, dan *motion*. *Waste* kritis pada perusahaan adalah *overproduction* (25,67%), *process* (17,05%), dan juga *motion* (16,14%).
3. Berdasarkan RCA dan FMEA, kemudian ditentukan rekomendasi perbaikan berdasarkan nilai $80 \leq RPN \leq 120$. Terdapat 3 rekomendasi perbaikan yaitu melakukan perawatan area produksi secara teratur, melakukan perbaikan terhadap unit prasedimentasi, serta melakukan evaluasi beban kerja dan *upgrade* peralatan yang digunakan selama proses produksi.

Ucapan Terima Kasih: Ucapan terimakasih diberikan terhadap seluruh pihak yang telah berkontribusi dan membantu keberlangsungan penelitian ini hingga selesai baik secara langsung maupun tidak langsung.

Daftar Pustaka:

[1] Liker, J. (2004). *The Toyota Way, 14 Management Principles from the World's*

Greatest Manufacturer. New York: McGraw-Hill.

[2] McDermott, 2. (2009). *The Basic of FMEA 2nd Edition*. USA: CRC Press.

[3] M. SdRother and J. Shook, *Learning to See, Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Cambridge: The Lean Enterprise Institute, Inc, 2003.

[4] T. Ohno, *Toyota Production System Beyond Large Scale Production*. New York: CNC Press, 1988.

[5] I. A. Rawabdeh, “A Model for The Assessment of Waste In Job Shop Environments,” *Int. J. Oper. Prod. Manag.*, pp. 800–822, 2005.

[6] F. Chandler, “Using Root Cause Analysis to Understand Failures and Accident,” Washington D.C., 2004.

[7] C. Carlson, *Understanding and Applying the Fundamentals of FMEAs*. Arizona: ReliaSoft Corporation, 2014.