Analisis Produktivitas Marvin E. Mundel dan Aplikasi *Lean Manufacturing* (Studi Kasus PT. Abadi Water - Pandaan)

Rony Prabowo
Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jl. Arief Rachman Hakim No. 100, Surabaya
E-mail: rony.prabowo@itats.ac.id

ABSTRACT

PT. Abadi Water Pandaan Pasuruan East Java is a company engaged in the beverage industry in the form of ready-to-drink tea in bottles and boxes. The current condition of the company is fluctuating in productivity problems, while in production there is also a situation where the amount of waste in the production process results in an optimal production yield. This study aims to increase the level of productivity and minimize waste. Marvin E. Mundel productivity analysis and Lean Manufacturing methods. Both of these methods are the most appropriate method in solving this problem because it has a relationship in optimizing the production process. This study produces a productivity index on 5 inputs, namely labor, energy, depreciation, material and maintenance. The lowest index obtained in June 2015 was 83.49% and the highest in July 2015 was 126.93%. To reduce waste, 3 tools are selected, they are PAM, SCRM and QFM. With PAM can increase PCE by 4.66%, for SCRM using the MPS method and for QFM for machine maintenance and also training for employees.

Keywords: *lean, manufacturing, mundell, input, output, waste, productivity*

ABSTRAK

PT. Abadi Water Pandaan Pasuruan Jawa Timur merupakan perusahaan yang bergerak dalam industri minuman berupa air osmosis siap minum dalam kemasan botol. Kondisi saat ini perusahaan mengalami fluktuatif dalam masalah produktivitas, Sedangkan pada produksi juga terjadi keadaan di mana banyaknya waste pada proses produksi sehingga mengakibatkan tidak optimalnya hasil produksi. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan tingkat produktvitas dan meminimalisir waste. Metode Marvin E. Mundel dan Lean Manufacturing. Kedua metode ini adalah metode yang paling tepat dalam menyelesaikan permasalahan ini karena memiliki keterkaitan dalam mengoptimalkan proses produksi. Penelitian ini menghasilkan indeks produktivitas pada 5 input yaitu tenaga kerja, energi, depresiasi, material dan *maintenance*. Dari pengolahan data diperoleh indeks terendah pada input bulan Juni 2020 yaitu 83,49% dan tertinggi pada bulan Juli 2020 yaitu 126,93%. Untuk mengurangi waste dipilih 3 *tool*s yaitu PAM, SCRM dan QFM. Dengan PAM dapat meningkatkan PCE sebesar 4,29%, untuk SCRM menggunakan metode MPS dan untuk QFM pada *maintenance* mesin dan juga training pada karyawan.

Kata Kunci: *lean, manufacturing, mundell, input, output, waste, produktivitas*

PENDAHULUAN

Di era perkembangan industri yang sangat pesat, di mana semua manufaktur berlomba-lomba untuk menciptakan produk yang mengarah pada peningkatan mutu dan kualitas dengan prinsip biaya yang digunakan dapat seminimal mungkin. Produktivitas merupakan faktor mendasar yang mempengaruhi performansi kemampuan bersaing dalam dunia industri. Pada PT. Abadi Water Pandaan Pasuruan Jawa Timur produktivitas yang terjadi fluktuatif kadang mengalami kenaikan dan juga penurunan sehingga belum dapat menghasilkan output secara optimal dan juga maksimal terlebih mengenai pembiayaan. Sedangkan pada produksi juga terjadi keadaan di mana banyaknya waste pada proses produksi sehingga mengakibatkan tidak optimalnya hasil produksi. Setiap proses produksi menghasilkan *waste* pada satu shift untuk satu produk. Sehingga banyak material dan produk yang terbuang. Hal ini disebabkan karena mesin yang mengalami masalah dan juga pada saat set up mesin hingga menyebabkan produktivitas dari proses produksi pada perusahaan ini kurang optimal [1]. Berdasarkan permasalahan diatas, maka dalam kesempatan penelitian ini akan membahas tingkat produktivitas dari proses produksi yang ada pada PT. Abadi Water Pandaan

Pasuruan Jawa Timur dan bagaimana mengatasi untuk mengurangi waste atau pemborosan yang terjadi dalam proses produksi pada perusahaan tersebut, sehingga output yang dihasilkan optimal. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk menganalisis produktivitas proses produksi dengan meminimalisir waste atau terbuangnya material dengan menggunakan metode Marvin E. Mundel dan *lean manufacturing* [2]. Kedua metode ini adalah metode yang paling tepat dalam menyelesaikan permasalahan ini karena memiliki keterkaitan dalam mengoptimalkan proses produksi.

TINJAUAN PUSTAKA

Produktivitas

Produktivitas merupakan faktor mendasar dalam industri kontruksi sehingga dapat mempengaruhi kemampuan perusahaan dalam bersaing [3]. Peningkatan tingkat produktivitas akan berelasi dengan pengurangan biaya pada penggunaan pekerja banguan yang juga berpengaruh terhadap waktu yang dipergunakan.Produktivitas mengandung arti sebagai perbandingan antara keseluruhan sumber daya hasil yang dicapai (output) dengan keseluruhan sumber daya yang digunakan (input) [3][4].

Marvin E Mundel

Metode Marvin E.Mundel merupakan salah satu sistem pengukuran produktivitas total. Produktivitas faktor yang diciptakan oleh Marvin Everett Mundel pada tahun 1916 dalam memantau produktivitas yaitu rasio antara output dengan input [5]. Output pada perusahaan mempunyai wujud yang berbeda antara lain adalah berupa produk ataupun jasa. Sedangkan pada input dapat berupa sumber daya produksi yaitu tenaga kerja, peralatan kerja, energi dan biaya produksi. Adapun langkah-langkah dalam pengukuran produktivitas dengan model Marvin E. Mundel [2][5]:

1. Perhitungan Deflator
   Deflator adalah penyeimbangan atau penyesuain harga terhadap faktor-faktor yang datang dari perusahaan. Pada pengukuran produktivitas dengan menggunakan model mundel, data yang dikumpulkan adalah data biaya yang dikeluarkan selama periode pengukuran [2].
   $$\text{Deflator} = \frac{Hour\ Bulan\ Penelitian - Hour\ Bulan\ Dasar}{Hour\ Bulan\ Dasar} \quad \ldots\ldots (1)$$
2. Perhitungan Harga Konstan
   Harga berlaku yang ada konstankan dengan nilai deflator. Untuk nilai output tidak perlu didefinisikan karena untuk mendapat nilai keluaran (output) setiap periode adalah dengan mengkalikan jumlah hasil produksi setiap periode dengan harga jual produk yang berlaku [5].
   $$Harga\ Konstan = \frac{Nilai\ Periode\ yang\ Bersangkutan}{100 + deflator}\ x\ 100 \quad \ldots\ldots (2)$$
3. Perhitungan Total *Resources Input Partial* (RIP)
   Setelah harga konstan setiap input diperoleh, maka dilakukan perhitungan total resources input partial yang merupakan penjumlahan dari seluruh input dengan harga konstan yang terdiri dari masukan biaya depresiasi, material, tenaga kerja, energi, dan *maintenance* [4][6].
   $$RIP = Biaya\ Depresi + Biaya\ Material + Biaya\ Tenaga\ Kerja + Biaya\ Energi + Biaya\ Maintenance \quad \ldots\ldots (3)$$
4. Perhitungan Agregat Output
   Pada langkah ini dilakukan perhitungan *agregat output*.
   $$\text{Agregat output} = (\text{Jumlah Produksi} \times \text{Harga Jual}) \quad \ldots\ldots (4)$$
5. Perhitungan Indeks Produktivitas Parsial
   Perhitungan indeks produktivitas parsial dengan membandingkan nilai indeks salah satu input (biaya material, tenaga kerja, depresiasi, energi, *maintenance*) terhadap keluaran (output) yang dihasilkan perusahaan [4][7].
6. Perhitungan produktivitas Total

Perhitungan indeks produktivitas total adalah perbandingan nilai total nilai indeks produktivitas output dengan total nilai indeks produktivitas input suatu periode dengan indeks produktivitas periode sebelumnya [1][8].

Lean Manufacturing

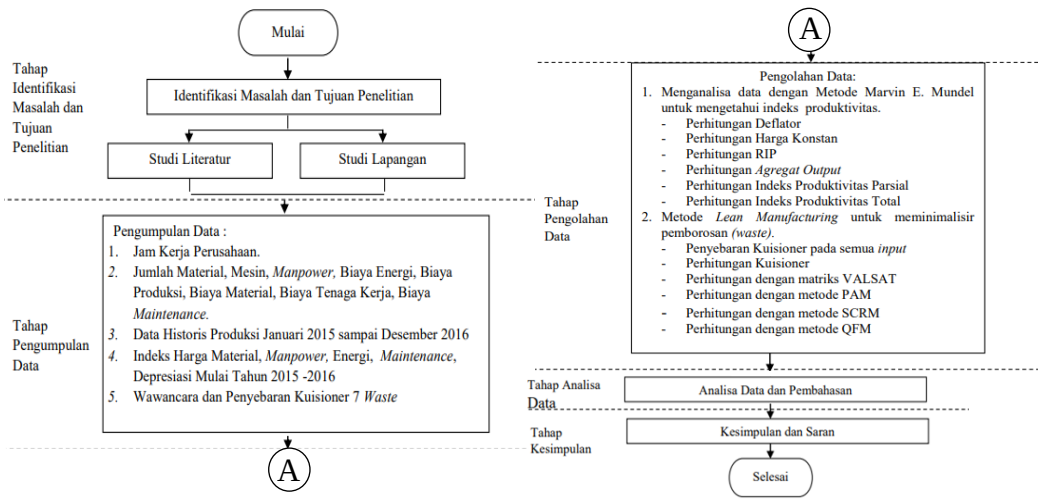
Lean manufacturing didefinisikan sebagai pereduksi dari *waste* (pemborosan) dalam segala bentuk atau kondisi dengan memaksimalkan aktivitas yang bernilai tambah (*value added*) [9]. *Lean manufacturing* merupakan metode yang ideal untuk mengoptimalkan performansi dari sistem dan proses produksi karena mampu mengidentifikasi, mengukur, menganalisa dan mencari solusi perbaikan atau peningkatan performansi secara komprehensif [10]. *Lean manufacturing* merupakan konsep dari *Toyota Production System* dengan tujuan untuk meningkatkan nilai tambah kerja dengan menghilangkan *waste*, mengurangi pekerjaan yang tidak perlu, biaya lebih rendah, kualitas lebih tinggi dan *lead time* lebih pendek [2][11].

Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

Value stream analysis tools merupakan *tools* yang dikembangkan selain untuk mempermudah pemahaman terhadap *value stream* yang ada, sekaligus digunakan untuk perbaikan berkenaan dengan *waste* yang terdapat di dalam *value stream* [3][12]. *Value stream analysis tools* digunakan sebagai alat bantu untuk memetakan secara detail aliran nilai (*value stream*) yang berfokus pada *value adding process* [7][3]. Detail *mapping* ini digunakan untuk menemukan penyebab *waste* yang terjadi.

METODE

Metode penelitian adalah semua proses yang diperlukan dalam perencanaan dan pelaksanaan penelitian, mulai tahap persiapan sampai tahap akhir penelitian. Adapun metode penelitian ini ditunjukan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Produktivitas Dengan Metode Marvin E. Mundel di PT. Abadi Water Pandaan Pasuruan Jawa Timur dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Dengan Metode Marvin E. Mundel

No.	*Input*	Indeks Produktivitas	
		Terendah	Tertinggi
1.	Depresiasi	83,29%	122,46%
2.	Tenaga kerja	86,15%	125,80%
3.	Material	86,44%	123,18%
4.	Energi	86,43%	123,19%
5.	*Maintenance*	86,77%	126,93%

Dari hasil perhitungan menggunakan metode Marvin E. Mundel didapat bahwa masih ada setiap input yang tidak dapat mencapai hasil yang maksimal sehingga untuk mengatasi masalah tersebut digunakan metode *Lean Manufacturing* di mana metode tersebut dapat mengurangi *waste* yang terjadi pada setiap input. *Waste* setiap input berbeda sehingga dilakukan penyebaran kuesioner untuk mendapat metode *Lean Manufacturing* yang terbaik.

Hasil *Lean manufacturing* di PT. Abadi Water Pandaan Pasuruan Jawa Timur

Rekomendasi perbaikan pada penelitian adalah berdasarkan pada analisa yang telah dilakukan sebelumnya menggunakan *tool*s yang terpilih yaitu *Process Activity Mapping* (PAM), *Supply Chain Response Matrix* (SCRM) dan *Quality Filter Mapping* (QFM). Waste yang didapatkan pada analisa sebelumnya adalah *defect*, *waiting* dan *motion*. Hasil dari penyebaran kuisioner menunjukkan bahwa *waste* yang paling sering terjadi adalah *defect*, *waiting* dan juga *motion*. Tabel 2 dan 3 menunjukkan hasil kuesioner tentang *waste*.

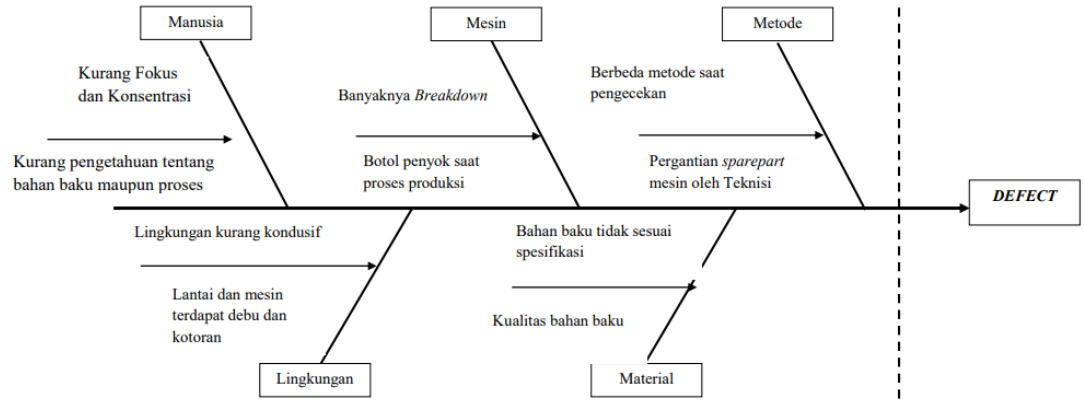
Tabel 2. Hasil Kuisioner Nilai Waste

No.	Jenis *Waste*	Nilai
1.	*Overproduction*	0,44
2.	*Time Waiting*	1,56
3.	*Transport Inappropiate*	0,67
4.	*Processing Unnecessary*	0,78
5.	*Inventory Unnecessary*	0,56
6.	*Motion*	1,22
7.	*Product Defect*	2,44

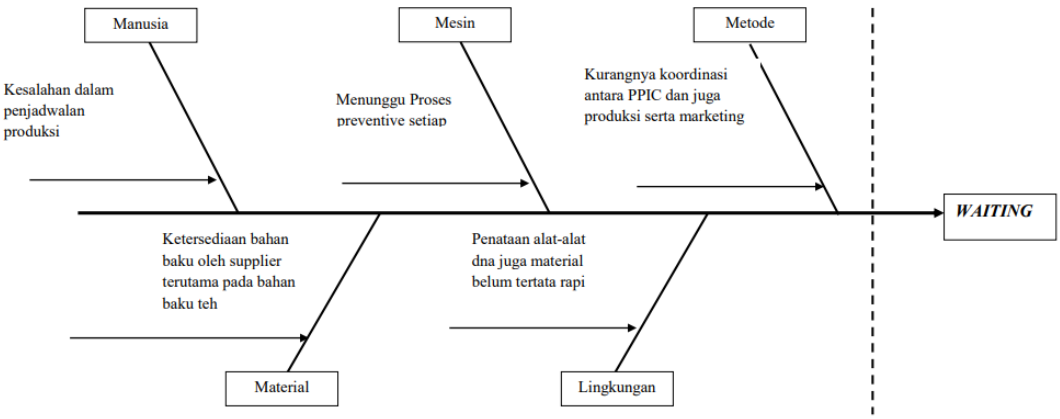
Tabel 3. Hasil Pembobotan Mapping *Tool*s

No.	*Mapping Tools*	Bobot
1.	*Process Activity Mapping*	42,63
2.	*Supply Chain Response Matrix*	21,63
3.	*Production Variety Funnel*	5,25
4.	*Quality Filter Mapping*	23,18
5.	*Demand Amplification Mapping*	11,04
6.	*Decision Point Analysis*	8,35
7.	*Physical Structure*	0,56

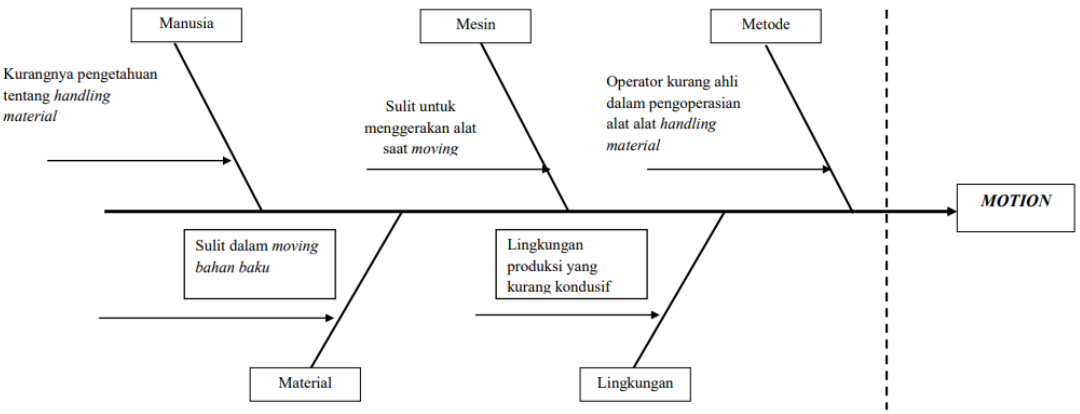
Untuk memudahkan dalam memahami penyebab turunnya produktivitas dalam perusahaan, maka dapat menggunakan diagram *fishbone* atau *cause and effect diagram*. Berikut adalah diagram *fishbone* penurunan produktivitas pada pada setiap input yang diukur berdasarkan hasil kuesioner pada *waste*.



Gambar 2. Diagram *Fishbone* untuk Pemborosan Jenis *Defect*



Gambar 3. Diagram *Fishbone* untuk Pemborosan Jenis *Waiting*



Gambar 3. Diagram *Fishbone* untuk Pemborosan Jenis *Motion*

Analisa *Process Activity Mapping* (PAM)

Process Activity Mapping merupakan pendekatan teknis yang biasa digunakan pada aktivitas-aktivitas di lantai produksi [2] [14]. Konsep dasar dari *tool* ini adalah memetakan setiap tahap aktivitas yang terjadi mulai dari operasi, transportasi, inspeksi, *delay*, dan *storage*, kemudian mengelompokkannya ke dalam tipe-tipe aktivitas yang ada mulai dari *value adding activities*, *necessary non value adding activities*, dan non value adding activities. Pada produksi air osmosis 600 ml terdapat 49 aktivitas yaitu 21 aktivitas *operation*, 15 aktivitas *transportation*, 7 aktivitas *delay*, 5 aktivitas *inspect* dan 1 aktivitas *storage*. Secara detail disajikan dalam Tabel 4.

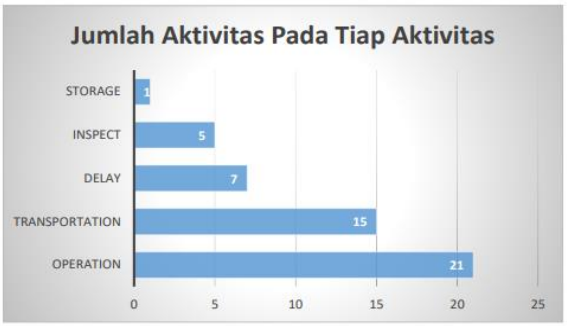
Tabel 4. Jumlah Aktivitas pada Tiap Jenis Aktivitas

No.	Aktivitas	Jumlah	Waktu (detik)	Prosentase
1.	*Operation*	23	9298,36	54,99%
2.	*Transportation*	15	3331	19,70%
3.	*Delay*	7	1341	7,93%
4.	*Inspect*	5	1520	8,99%
5.	*Storage*	1	1420	8,40%
6.	*Total*	49	16910,36	100%

Tabel 5. Jumlah Aktivitas VAA, NVA dan NNVA

No.	Klasifikasi	Jumlah	Waktu (detik)	Prosentase
1.	VA	20	9051,36	53,53%
2.	NVA	8	1353	8,00%
3.	NNVA	21	6506	38,47%
4.	Total	49	16910,36	100%

Pada hasil dari analisa PAM, total waktu yang dibutuhkan pada proses produksi air osmosis 600 ml adalah 16910,36 detik.

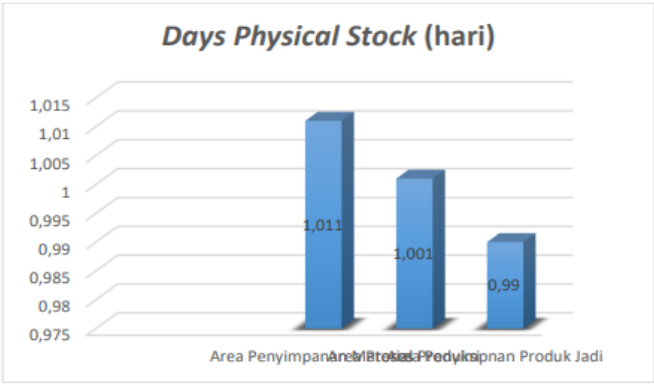


Gambar 4. Jumlah Aktivitas Pada Tiap Aktivitas

Analisa *Supply Chain Response Matrix* (SCRM)

Supply Chain Response Matrix (SCRM) merupakan grafik yang menggambarkan hubungan antara *inventory* dengan *lead time* pada jalur distribusi, sehingga dapat diketahui adanya peningkatan maupun penurunan tingkat persediaan dan waktu distribusi pada tiap area dalam *supply chain*. Dari fungsi yang diberikan, selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan manajemen untuk menaksir kebutuhan *stock* apabila dikaitkan pencapaian *lead time* yang pendek. Tujuannya untuk memperbaiki dan mempertahankan tingkat pelayanan pada setiap jalur distribusi dengan biaya rendah. Berdasarkan *Supply Chain Response Matrix* (SCRM), total waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi order konsumen adalah 14,23 hari dengan *total lead time* sebesar 11,23 hari dan *total days physical stock* sebesar 3,002 hari. *Days physical stock* merupakan rata-rata hari dari lama waktu

material berada dalam sistem pemenuhan *order*. Semakin besar *days physical stock* maka semakin lama terjadi akumulasi *invetory* sepanjang rantai sistem pemenuhan *order*. Berikut ini adalah gambaran perbandingan *days physical stock* pada tiap area *supply chain*.



Gambar 5. *Days Physical Stock* Air Osmosis 600 ml

Berdasarkan grafik di atas, terlihat bahwa area *supply chain* air osmosis 600 ml terbesar berada pada area penyimpanan material yaitu 1,011 hari. Hal ini terjadi karena kurang adanya penggunaan material secara maksimal sehingga banyak material yang menumpuk pada gudang. Pada penumpukan material dapat menyebabkan waste pada waiting dan juga inventory, sehingga disarankan bagi pihak perusahaan agar memperhatikan tentang raw material yang datang dan juga tentang jadwal pemakaian material.

***Quality Filter Mapping* (QFM)**

Quality Filter Mapping merupakan *tool* yang digunakan untuk mengidentifikasi letak permasalahan cacat kualitas pada rantai supply yang ada. Evaluasi hilangnya kualitas yang sering terjadi dilakukan untuk pengembangan jangka pendek. *Tool* ini mampu menggambarkan tiga tipe cacat kualitas yang berbeda. Standar cacat kualitas pada yang ditetapkan pada perusahaan pada tahun 2019 yaitu 0,5 % sedangkan pada tahun 2020 adalah 0,6 %.

Analisa Perbandingan Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Berdasarkan hasil dari pengolahan data, selanjutnya membandingkan aktivitas sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan. Dengan adanya perbandingan ini agar lebih mudah mengetahui adanya perubahan yang terjadi. Perbandingan antara sebelum dan juga sesudah ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Sebelum dan Sesudah Perbaikan

No.	Indikator	*Current*	*Future*	Prosentase
1.	VA	9051,36	9051,36	-
2.	NVA	1353	105	1248
3.	NNVA	6506	6506	-
4.	*Total Lead Time*	16910,36	15662,36	1248
5.	*Process Cycle Efficiency*	53,53%	57,79%	4,29%

Setelah dilakukan perbaikan, pada Tabel 6 diperoleh bahwa waktu produksi mengalami penurunan yaitu awal adalah 16910,36 detik menjadi 15662,36 detik. Penurunan waktu *lead time* adalah 1248 detik. Dengan adanya PAM maka dalam proses produksi dapat meningkatkan hasil produksi karena akan menghemat waktu pada saat proses produksi juga akan meningkatkan indeks produktivitas input tenaga kerja karena setiap karyawan harus bisa menyesuaikan dengan mesin dan

juga produk yang dihasilkan sehingga harus bisa seproduktif mungkin agar tidak terjadi *waste* saat proses produksi

Analisa Perbaikan dengan Menggunakan MPS

Pada *tools* SCRM diketahui bahwa terkadang gudang tidak dapat memenuhi permintaan yang tinggi dari konsumen sehingga dengan menggunakan MPS maka perusahaan dapat memenuhi permintaan yang tinggi dengan bantuan dari MPS. Dengan metode penyelesaian MPS maka proses produksi dan juga aliran produk untuk konsumen lebih optimal dan juga lancar. Dengan adanya penerapan metode MPS dalam proses produksi pada air osmosis 600 ml maka akan dapat meningkatan indeks produktivitas input material yang terjadi karena fungsi dari MPS sendiri adalah menerjamahkan *agregat planning* menjadi item material atau *spare part* spesifik dan juga evaluasi jadwal alternatif sehingga memudahkan dalam mendistribusikan material kedalam ruang produksi karena sudah ada pengaturan barang yang terjadi dan juga adanya koordinasi yang baik antara pihak supplier, PPIC dan juga gudang serta produksi. Serta dapat memenuhi setiap permintaan yang terjadi karena terkoordinasi dengan baik antara kebutuhan material dan juga produksi yang akan dilakukan. Dalam penerapan metode ini memang membutuhkan dukungan dari setiap pihak yang terkait agar dapat mencapai hasil yang maksimal.

Analisa Perbaikan untuk *Quality Filter Mapping* (QFM)

Pada *tools* QFM ditemukan bahwa banyak cacat yang ditemukan pada saat proses produksi untuk mengantisipasi masalah tersebut maka lebih baik dilakukan *maintenance* secara rutin agar mengurangi adanya cacat pada saat proses produksi terjadi. Untuk masalah pada karyawan sebaiknya perusahaan mengadakan training untuk setiap bagian agar *skill*, respons dan juga pengetahuan tentang mesin. Dengan adanya penerapan QFM maka pada saat proses produksi dapat meningkatkan indeks produktivitas input pada depresiasi karena dengan pengurangan cacat yang dihasilkan maka dapat meningkatan kinerja mesin dan juga meningkatan input pada *maintenance* karena pengurangan kecacatan pada setiap produksi. Dengan adanya peningkatan input pada depresiasi dan juga *maintenance* maka dapat menghemat energi yang terjadi sehingga input pada energi juga akan meningkat karena output yang dihasilkan akan lebih maksimal.

Evaluasi Peningkatan Produktivitas

1. Peningkatan produktivitas Material. Dengan melakukan pengawasan dan penyesuaian terhadap material agar kualitas yang diterima lebih bagus dan mempunyai mutu terjamin.
2. Peningkatan produktivitas Mesin A. Meningkatkan pemeliharaan dan perawatan terhadap mesin dan peralatan yang ada sebagai tindakan preventive untuk mencegah tejadinya kerusakan mesin. B.
3. Melakukan replcement terhadap mesin dan peralatan yang umurnya telah berada diatas umur ekonomisnya, penggantian ini dilakukan berdasarkan replcement study dengan mempertimbangkan umur pakai mesin, intensitas penggunaan dan kondisi aktual terhadap mesin dan peralatan tersebut.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan terkait Pengukuran Produktivitas menggunakan Metode Marvin E. Mundel dan pengaplikasian *Lean Maufacturing* maka dapat ditarik kesimpulan:

1. Indeks produktivitas yang terjadi pada PT. Abadi Water Pandaan Pasuruan Jawa Timur selama pengukuran dengan menetapkan bulan Januari 2019 sebagai periode dasar.
   - Nilai indeks produktivitas material berfluktuasi yaitu indeks produktvitas tenaga kerja tertinggi bulan Juli 2015 yaitu 122,46 % dan terendah pada bulan Juni 2019 yaitu 83,29%.

- Indeks produktivitas depresasi mesin tertinggi pada bulan Juli 2019 yaitu 122,46% dan terendah pada bulan Juni 2019 yaitu 83,29%.
- Indeks produktivitas material tertinggi pada bulan Juli 2019 yaitu 123,18 % dan terendah pada bulan Juni 2019 yaitu 86,44 %
- Indeks produktivitas energi tertinggi pada bulan Juli 2019 yaitu 123,19 % dan terendah pada bulan Juni 2019 yaitu 86,43%
- Indeks produktivitas *maintenance* tertinggi pada bulan Juli 2019 yaitu 126,93 % sedangkan terendah pada bulan Juni 2019 yaitu 86,72%.
- Untuk indeks produktivitas total tertinggi pada bulan juli 2015 yaitu 123,45% dan terendah pada bulan Juni 2019 yaitu 86,44%.

2. *Waste* yang diperoleh pada proses produksi di PT. Abadi Water Pandaan Pasuruan Jawa Timur yaitu *defect* sebesar 2,44 kemudian *time waiting* 1,56 dan *motion* yaitu 1,22. Nilai waste ini didapat dari pembagian kuisioner pada indeks produktivitas yang mempunyai nilai rendah yaitu pada indeks produktivitas *maintenance*. Kemudian dihitung dengan matriks valsat dengan menghasilkan 3 *tool*s terpilih yaitu *Process Activity Mapping* dengan nilai 42,37, *Supply Chain Respone Matrix* dengan nilai 21,62, *Quality Filter Mapping* dengan nilai 23,18.
3. Untuk meminimalisirkan *waste* yang terjadi maka dipilih 3 *tools* dalam mengatasi *waste* yaitu *Process Activity Mapping*, *Supply Chain Respone Matrix, Quality Filter Mapping*. Dari *Process Activity Mapping* (PAM) untuk mengurangi *waste* yang terjadi menggunakan analisa eliminasi *non value adding activities* pada proses produksi sehingga didapat peningkatan *Process Cycle Efficiency* sebesar 4,29%, sedangkan dengan *Supply Chain Respone Matrix* (SCRM) menggunakan metode MPS untuk menghindari adanya keterbatasan stok yang terjadi pada gudang dna terakhir pada *Quality Filter Mapping* (QFM) melakukan beberapa perbaikan pada mesin dan juga menjadwalkan *maintenance* secara rutin dan juga terjadwal sehingga dapat mengurangi *reject* produk pada saat proses berjalan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Metode, M. E. Mundel, D. I. Ptpn, I. V Pks, and T. Tinggi, "Analisis Pengukuran Produktivitas Dengan," pp. 13–14, 2017.
[2] R. Prabowo, A. Suryanto, "Implementasi Lean dan Green Manufacturing Guna Meningkatkan Sustainability pada PT. Sekar Lima Pratama,"*Jurnal SENOPATI*," pp. 50–61, 2019.
[3] A. Jakfar and W. E. Setiawan, "Pengurangan Waste Menggunakan," no. April, pp. 43–53, 2014.
[4] K. Lestari and D. Susandi, "Penerapan Lean Manufacturing untuk mengidentifikasi waste pada proses produksi kain knitting di lantai produksi PT. XYZ," *Pros. Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, vol. 10, no. 1, 2019.
[5] F. W. Hazmi, P. Dana, and H. Supriyanto, "Penerapan Lean Manufacturing Untuk Mereduksi waste di PT ARISU," *J. Tek. Its*, vol. 1, no. 1, p. F-135-140, 2012.
[6] R. Prabowo and R. Aditia, "Analisis Produktivitas Menggunakan Metode POSPAC dan Performance Prism Sebagai Upaya Peningkatan Kinerja (Studi Kasus: Industri Baja Tulangan di PT. X Surabaya)," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 9, no. 1, pp. 11–22, 2020.
[7] A. P. Pradana, M. Chaeron, and M. S. A. Khanan, "Implementasi Konsep Lean Manufacturing Guna Mengurangi Pemborosan Di Lantai Produksi," *Opsi*, vol. 11, no. 1, p. 14, 2018.
[8] A. Andri and D. Sembiring, "Penerapan Lean Manufacturing Dengan Metode VSM (Value Sream Mapping) untuk Mengurangi Waste Pada Proses Produksi Pt.XYZ," *Fakt. Exacta*, vol. 11, no. 4, p. 303, 2019.
[9] R. Prabowo, "Penerapan Konsep Line Balancing Untuk Mencapai Efisiensi Kerja Yang Optimal Pada Setiap Stasiun Kerja Pada PT. HM. Sampoerna Tbk," *J. IPTEK*, vol. 20, no. 2, p. 9, 2016.
[10] M. Marvin, E. M. Di, and P. T. Xyz, "Evaluasi Dan Analisis Produktivitas Dengan

Menggunakan Metode Marvin E. Mundel Di Pt. Xyz," *J. Tek. Ind. USU*, vol. 2, no. 1, pp. 48–53, 2013.

[11] I. N. Octaviany, A. A. Yanuar, and M. Rendra, "Penerapan Lean Manufacturing Untuk Meminimasi Waste Waiting Pada Proses Produksi Hanger Sample Di CV. ABC Offset," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 4, no. 01, p. 76, 2017.

[12] R. Prabowo, "Desain Penentuan Insentif Bagi Karyawan Untuk Meningkatkan Dual Mutualisme (Studi Kasus: PT. Arista Assembling and Packing Surabaya),"*Jurnal TECNOSCIENZA*,vol. 2, no. 2 pp. 83–106, 2018.

[13] M. M. Manullang, "Analisis Pengukuran Produktivitas Dengan Menggunakan Metode Mundel dan APC Di PT X," vol. 02, no. 01, pp. 1–6, 2020.

[14] S. Suparno and N. Hamidah, "Analisis Pengukuran Produktivitas Menggunakan Metode Marvin E. Mundel," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 8, no. 2, pp. 121–131, 2019.