

**ANALISIS SUSTAINABLE VALUE STREAM MAPPING (Sus-VSM) SEBAGAI
UPAYA UNTUK MEMINIMALISASI PEMBOROSAN DI PT XYZ**

***ANALYZE OF SUSTAINABLE VALUE STREAM MAPPING (Sus-VSM) AS A
WASTE MINIMIZATION AT PT XYZ***

M. Arif Darmawan*, Ayu Nuraini

Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian
Bogor

E-mail: arifdarma1@gmail.com, ayunrni@gmail.com

ABSTRACT

Increase competition between company fosters the company to maintain their quality while increasing efficiency and production effectiveness. As an effort to overcome those problems is with waste minimization. Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM) is an integrated VSM technique which comes from traditional Lean Manufacturing with additional metrics to evaluate the impact of the environment and social welfare. This research aims to give recommendations for company improvements in terms of economic, environmental, and social aspects. Analysis of the sustainability metrics at PT XYZ showed that the total defect product are 60 packs with total cycle time is 9472.95 seconds, and social sustainability aspect with highest PLI score is 29 and work environmental risk get score of 3 in high-speed components. These three things become potential aspects for improvement. Proposed improvements are made using 5W1H method. Alternative improvements given were able to reduce the lead time from 9798.95 seconds to 9768.95 seconds, reduce the risk of high-speed components at roll forming stations from 3 to 1, and minimize the waste of the company by applied of work discipline.

Keywords: Sustainability, Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM), Waste Minimization

ABSTRAK

Persaingan yang semakin meningkat saat ini mendorong perusahaan untuk melakukan upaya dalam menjaga kualitas produknya sekaligus meningkatkan efektivitas dan efisiensi produksi. Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas produk sekaligus

meningkatkan efisiensi dan efektivitas adalah dengan mengurangi pemborosan. *Sustainable Value Stream Mapping* (Sus-VSM) merupakan teknik VSM terintegrasi dari tradisional *Lean Manufacturing* dengan metrik tambahan untuk mengurangi pemborosan tidak hanya pada aspek ekonominya saja, namun juga dapat mengevaluasi dampak lingkungan dan kesejahteraan sosial. Penelitian ini bertujuan memberikan rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan baik dalam aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial perusahaan. Analisis terhadap metrik *sustainability* pada PT XYZ menunjukkan bahwa *total defect product* yang dihasilkan sebesar 60 pack dengan *total cycle time* yaitu 9472.95 detik, dan *social sustainability aspect* dengan skor PLI tertinggi yaitu 29 serta resiko bahaya lingkungan kerja mendapat skor 3 pada komponen kecepatan tinggi. Ketiga hal tersebut menjadi aspek yang potensial untuk dilakukan perbaikan. Usulan perbaikan dilakukan dengan menggunakan metode 5W1H. Alternatif perbaikan yang diberikan ternyata mampu menurunkan *lead time* dari 9798.95 detik menjadi 9768.95 detik, menurunkan resiko bahaya komponen kecepatan tinggi di stasiun pembentukan *roll* dari 3 menjadi 1, serta dapat meminimalisasi pemborosan perusahaan dengan adanya penerapan disiplin kerja.

Kata kunci: Pemborosan, *Sustainability*, *Sustainable Value Stream Mapping* (Sus-VSM)

PENDAHULUAN

Persaingan yang semakin meningkat saat ini mendorong perusahaan untuk melakukan upaya dalam menjaga kualitas produknya sekaligus meningkatkan efisiensi dan efektivitas produksi. Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas produk sekaligus meningkatkan efisiensi dan efektivitas adalah dengan mengurangi pemborosan. Salah satu cara untuk mengurangi pemborosan adalah dengan menerapkan *Lean manufacturing*. *Lean manufacturing* adalah suatu pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi pemborosan, *waste*, berupa aktivitas yang tidak memberi nilai tambah lebih (*non-value added activities*) (Fontana 2011). Namun, pada konsep tradisional *Lean manufacturing* belum terdapat analisis lebih lanjut mengenai dampak negatif perusahaan terhadap faktor lingkungan dan sosial. Maka dari itu, muncullah konsep *sustainable manufacturing* dimana dalam konsep tersebut, perusahaan dituntut agar dapat meminimalisasi dampak negatif terhadap lingkungan, mengoptimalkan penggunaan energi dan sumberdaya alam secara efisien, menyejahterakan pekerja, masyarakat, dan

konsumen serta memberikan keuntungan ekonomis bagi perusahaan (Feil and Schreiber 2017). Namun, terdapat hambatan yang dihadapi dalam penerapan *sustainable manufacturing* diantaranya adalah hambatan ekonomi, teknologi, dan hambatan managerial (Dornfeld et al. 2013)

Implementasi *sustainable manufacturing* menciptakan konsep baru dengan mengadopsi metode *Value Stream Mapping*. Konsep baru tersebut adalah *Sustainable Value Stream Mapping* (Sus-VSM). Sus-VSM merupakan teknik *Value Stream Mapping* terintegrasi dari tradisional Lean Manufacturing dengan metrik tambahan untuk mengevaluasi dampak lingkungan dan kesejahteraan sosial. Sus-VSM merupakan metode baru yang digunakan untuk mengidentifikasi peluang perbaikan yang potensial untuk dilakukan. Penggunaan Sus-VSM dalam industri manufaktur diharapkan dapat memberikan perbaikan potensial yang dapat dikembangkan untuk mencapai proses manufaktur yang berkelanjutan dan juga dapat mengatasi isu lingkungan hidup tanpa mengabaikan kesejahteraan dari pekerjanya.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi pemborosan yang berkaitan dengan proses produksi dari aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial. Memberikan rekomendasi perbaikan yang potensial untuk dilakukan di PT XYZ, serta membuat peta kondisi masa depan (*Future State Map*) untuk produk yang dipilih

METODOLOGI

Metodologi riset yang digunakan dalam penelitian ini adalah *literature review* dan studi kasus. Studi kasus membantu peneliti untuk mengkaji lebih dalam terkait objek atau subjek penelitian (Creswell 2003). Tujuan dari Sustainable Value Stream Mapping diharapkan dapat mengidentifikasi potensi perbaikan yang dapat dilakukan perusahaan untuk menciptakan proses manufaktur yang berkelanjutan. Adapun tahap-tahap yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

2.1 Identifikasi Produk yang akan di Teliti

Penentuan jenis produk dilakukan dengan menggunakan informasi tentang produk berdasarkan kuantitas produk yang di produksi, tingkat permintaan, atau kesamaan proses

produksi (Locher 2008). Dalam penelitian ini, pemilihan jenis produk ditentukan dari data permintaan per *pieces* produk selama tahun 2018 dan hasil diskusi dengan pihak perusahaan.

2.2 Identifikasi Sustainability Metrics

Sustainability metrics digunakan untuk mengevaluasi kinerja dari proses manufaktur dari sisi ekonomi, lingkungan, dan perspektif sosial. Dimana, ketiga elemen tersebut berkontribusi untuk mewujudkan proses manufaktur yang berkelanjutan (Vinodh *et al.* 2015). Beberapa faktor *Sustainability metrics* yang akan diamati dalam penelitian ini adalah *Total Defect Product, Time waste, Raw Material Waste, Water consumption, Energi Waste, Job Hazard, dan Ergonomics*.

2.3 Pengukuran Waktu Siklus per Proses

Pengukuran waktu siklus dilakukan dengan menggunakan jam henti (*stopwatch*) yang dilakukan pada setiap proses produksi dari tahap pencampuran hingga meletakkan produk jadi diatas palet. Perhitungan waktu siklus dilakukan secara acak terhadap sample manual (pekerja) dan otomatis (mesin) dalam 1 *batch*. Proses produksi pada PT XYZ dalam penelitian ini dibagi menjadi 4 proses utama yaitu, pecampuran, penyaringan, pembentukan *roll*, dan pengemasan.

2.4 Perhitungan Physical Load Index

Physical Load Index (PLI) digunakan untuk menganalisis faktor ergonomis dari perkerja. Nilai PLI dihitung dengan melihat skor yang didapat dari hasil kuisisioner yang diisi oleh operator pada setiap proses. Selanjutnya, hasil skor dari kuisisioner akan dihitung dengan persamaan berikut (Hollman *et al.* 1999):

$$PLI = 0.974T2 + 1.104T3 + 0.068T4 + 0.173T5 + 0.157A2 + 0.314A3 + 0.405L3 + 0.152L4 + 0.152L5 + 0.549Wu1 + 1.098Wu2 + 1.647Wu3 + 1.777Wi1 + 2.416Wi2 + 3.056Wi3$$

Informasi:

- T2 = skor untuk sedikit membungkuk (45° kedepan)
- T3 = skor untuk bungkuk sekali (75° kedepan)
- T4 = skor untuk terbelit
- T5 = skor untuk bungkuk menyamping
- A2 = skor untuk satu lengan diatas bahu
- A3 = skor untuk kedua lengan diatas bahu
- L3 = skor untuk jongkok (15° kedepan)
- L4 = skor untuk berlutut dengan satu ataupun dua kaki

- L5 = skor untuk berjalan ataupun berpindah
 Wu1 = skor untuk mengangkat/membawa beban secara tegak lurus (< 10 kg)
 Wu2 = skor untuk mengangkat/membawa beban secara tegak lurus (10-20 kg)
 Wu3 = skor untuk mengangkat/membawa beban secara tegak lurus (>20 kg)
 Wi1 = skor untuk mengangkat/membawa beban secara membungkuk (< 10 kg)
 Wi2 = skor untuk mengangkat/membawa beban secara membungkuk (10-20 kg)
 Wi3 = skor untuk mengangkat/membawa beban secara membungkuk (>20 kg)

Nilai index PLI yang didapat akan didalam rentang 0 – 56, yang menunjukkan kontribusi relative dari beban kepada pekerja. Rentang ini dikelompokkan kedalam tiga kategori, yang ditunjukkan kedalam table berikut (Prasetyo 2018):

Tabel 1 Deskripsi Rentang *Physical Load Index*

Range	Description
0-18	Beban relatif ringan Kekuatan tekanan memiliki dampak kecil pada tubuh pekerja
19-37	Beban rata – rata Kekuatan tekanan memiliki dampak sedang pada tubuh pekerja
38-56	Beban berat Kekuatan tekanan memiliki dampak tinggi pada tubuh pekerja

2.5 Identifikasi *Job Hazard*

Job Hazard digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya yang terdapat dalam lingkungan kerja. Penilaian terhadap metrik *Job Hazard* dilakukan dengan wawancara dengan *stakeholder* PT XYZ. Terdapat 4 kategori resiko yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya pada *Job Hazard* ini, yaitu resiko bahaya yang berhubungan dengan listrik (Electrical System (E)), bahan kimia yang digunakan (H), tekanan (P), dan komponen kecepatan tinggi (S). Setiap katerogi tersebut dihitung

menggunakan rentang indikator dari 1 sampai 5 seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2 (Faulkner and Badurdeen 2014).

Tabel 2 Indikator *Work Environmental Risk/Job Hazard*

Potensi Resiko Operator	Deskripsi
-	Tidak ada resiko potensial
1	Ada resiko, memiliki dampak dan kemungkinan terjadi rendah
2	Ada resiko, memiliki dampak rendah dan kemungkinan terjadi tinggi atau dampak tinggi dan kemungkinan terjadi rendah
3	Ada resiko, memiliki dampak dan kemungkinan terjadi sedang
4	Ada resiko, memiliki dampak sedang dan kemungkinan terjadi tinggi atau dampak tinggi dan kemungkinan terjadi sedang
5	Ada resiko, memiliki dampak dan kemungkinan terjadi tinggi

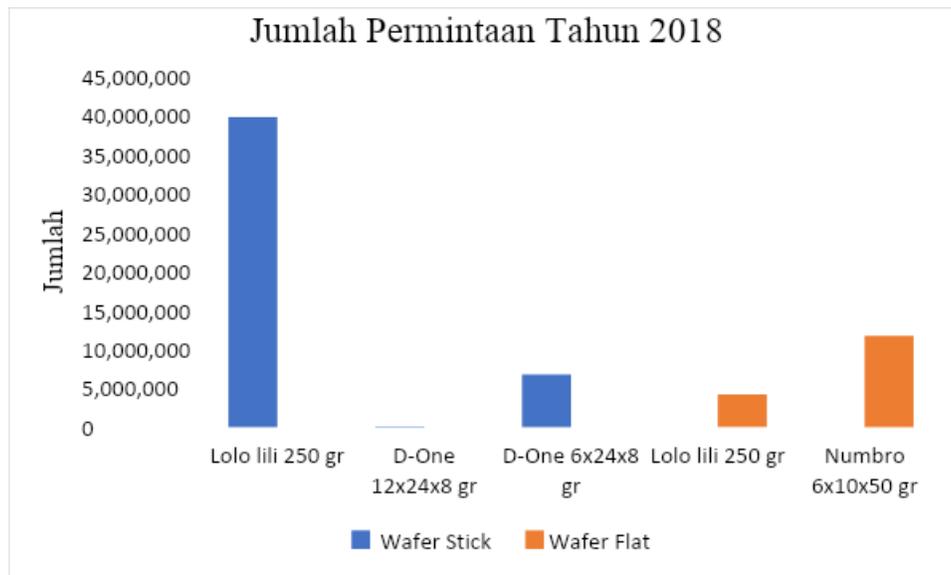
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemilihan Famili Produk

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pangan yang memproduksi *wafer*. *Wafer* adalah jenis biskuit yang dibuat dari adonan cair, berpori-pori kasar, dan penampangnya tampak berongga ketika dipatahkan (BSN 2011). Terdapat 2 jenis wafer yang di produksi pada PT XYZ, yaitu *wafer stick* dan *wafer flat*. Berdasarkan data permintaan PT XYZ selama tahun 2018 (Gambar 1), tingkat permintaan *wafer stick* Lololili sangat tinggi dibandingkan produk – produk lainnya. Seiring banyaknya permintaan produk tersebut,

masih banyak *defect* yang dihasilkan dari proses produksi Lololili. Oleh karena itu, produk *waferstick* Lololili dipilih menjadi produk yang akan diidentifikasi dalam penelitian kali ini.

Hasil Identifikasi *Sustainability Metrics*



Analisis Gambar 1 Grafik Jumlah Permintaan PT XYZ Tahun etrik *time waste*, waktu siklus total untuk memproduksi 1 *batch wafer stick* lololili adalah sebesar 9372.95 detik atau 2.5 jam lebih 8 menit. Hasil ini tidak berbeda jauh dengan standar perusahaan yaitu sebesar 2.5 jam per *batch*. Proses produksi *wafer stick* lololili diantaranya adalah proses pencampuran, penyaringan, pembentukkan *roll*, dan pengemasan. Total waktu siklus yang didapatkan tersebut dapat dikurangi dengan menambah mesin pembentukkan *roll* karena, pada proses pembentukkan *roll* membutuhkan waktu paling lama dari proses lainnya. PT XYZ memiliki 4 mesin yang digunakan untuk membuat *wafer stick*, namun karena adanya keterbatasan tenaga kerja sehingga penggunaan mesin yang terdapat di PT XYZ tidak dapat dimaksimalkan.

Analisis terhadap konsumsi air dibutuhkan karena penggunaan air dapat berdampak pada keseimbangan lingkungan. Dampak lingkungan yang ditimbulkan dari penggunaan air bergantung pada jumlah air yang digunakan dan yang dibuang ke lingkungan tanpa adanya daur ulang (Purnama 2018). Hasil analisis terhadap metrik *water consumption* menunjukkan

bahwa untuk 1 *batch* proses produksi dibutuhkan air sebanyak 60 L dan tidak ada air yang terbuang ke lingkungan. Sedangkan untuk konsumsi energi, PT XYZ membutuhkan energi total sebesar 102.253 kWh untuk memproduksi 1 *batch* produk Lololili. Energi yang dihitung pada penelitian kali ini hanya energi digunakan selama proses produksi yaitu energi listrik dan gas. Konsumsi energi tidak langsung seperti penggunaan lampu, Air Conditioner (AC), computer, dan lain – lain tidak dihitung karena tidak mempengaruhi produk yang dihasilkan. Dapat dilihat pada Gambar 2, bahwa lebih dari 50% energi yang dibutuhkan dari total proses produksi terdapat pada proses pembentukan *roll*.

Metrik *raw material usage* menunjukkan aliran material bahan baku yang masuk dan keluar dari awal hingga akhir proses produksi. Analisis terhadap metrik *raw material usage* menunjukkan bahwa dari 210 Kg input yang masuk, terdapat 15 Kg bahan baku yang terbuang. Bahan baku yang terbuang mempengaruhi *total defect product* yang dihasilkan. Dapat diketahui dari 15 Kg bahan baku yang terbuang, menghasilkan 60 *pack* produk cacat atau sekitar 4 karton. Dimana, dalam 1 *batch* terdapat 32 – 33 karton produk yang dihasilkan. Banyaknya produk cacat yang dihasilkan umumnya dikarenakan kurangnya pengetahuan operator akan standar mutu produk atau kemasan yang baik sesuai dengan standar perusahaan. Penggunaan bahan baku yang tidak tepat merupakan salah satu faktor yang dapat membuat *cost* perusahaan menjadi tinggi. Apabila terdapat bahan baku yang terbuang selama proses produksi, akan mengakibatkan kerugian bagi perusahaan dan lingkungan. Untuk itu, penentuan jumlah bahan baku yang efektif selama proses produksi merupakan hal yang penting untuk dilakukan (Megayanti *et.al* 2018).

Aspek sosial yang dikaji dalam penelitian ini yaitu terkait dengan resiko kesehatan dan keselamatan pekerja. Untuk mengevaluasi aspek tersebut, aspek sosial *sustainability* dibagi menjadi 2 kategori yaitu penilaian terhadap kondisi fisik pekerja dan lingkungan kerja. Sosial metrik ini bertujuan untuk menilai bagaimana kondisi lingkungan kerja dan keselamatan pekerja, serta berfungsi sebagai kemungkinan indikator yang dibutuhkan untuk investigasi lebih lanjut (Faulkner dan Badurdeen 2014). Penilaian terhadap kondisi pekerjaan fisik pekerja dihitung dengan menggunakan metode *Physical Load Index* (PLI). PLI merupakan metode yang digunakan untuk menghitung besar beban kerja yang diterima

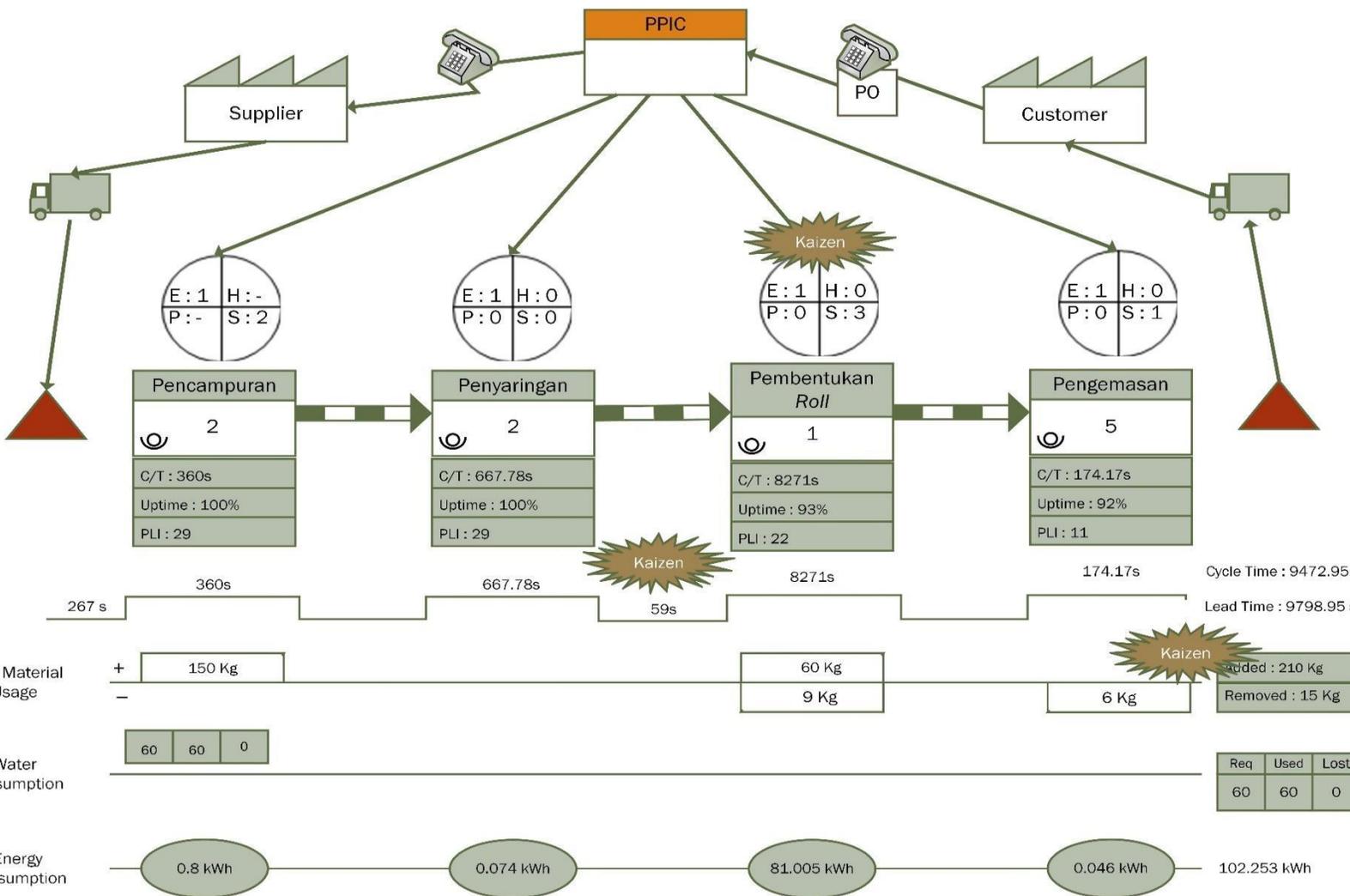
pekerja saat menerima pekerjaan tertentu. Skor PLI dihitung dengan menggunakan hasil respon kuisioner yang dibagikan kepada operator disetiap proses. Berdasarkan rentang nilai PLI yang terdapat pada Tabel 1, nilai PLI yang didapat pada setiap proses relatif berada pada rentang rata – rata dan tidak kritis. Hal tersebut menunjukkan bahwa beban kerja yang diterima pekerja tidak memiliki dampak tinggi terhadap tubuh pekerja. Hasil pengamatan terhadap *Physical Load Index* menunjukkan bahwa skor tertinggi terdapat pada proses pencampuran dan penyaringan. Hal ini dikarenakan, pekerjaan yang dilakukan operator pada proses pencampuran dan penyaringan diantaranya adalah mengangkat muatan lebih dari 50 Kg dari posisi membungkuk hingga memasukkannya kedalam mixer. Selain itu, operator juga memindahkan adonan yang terdapat didalam ember dengan muatan lebih dari 10 Kg ke stasiun pembentukan *roll*.

Aspek sosial *sustainability* yang kedua adalah penilaian terhadap kondisi lingkungan kerja. Penilaian terhadap lingkungan kerja dilakukan dengan diskusi langsung oleh kepala pabrik PT XYZ. Terdapat 4 kategori resiko yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya di lingkungan kerja yaitu resiko bahaya yang berhubungan dengan listrik (E), bahan kimia (H), tekanan (P), dan komponen kecepatan tinggi (S). Hasil penilaian terhadap lingkungan kerja dapat dilihat pada *current state map* yang terdapat pada Gambar 2. Pada proses pembentukkan *roll* resiko bahaya terhadap faktor komponen kecepatan tinggi mendapatkan skor 3. Hal tersebut dikarenakan pada proses pembentukkan *roll*, terdapat oven yang berputar dengan kecepatan rendah dan suhu tinggi. Seringkali, pada saat operator melakukan *setting* mesin, operator berhadapan langsung dengan oven yang berputar tersebut tanpa adanya alat pelindung diri yang digunakan. Hal tersebut yang menimbulkan resiko bahaya dan dapat membahayakan keselamatan operator. Sedangkan, untuk proses lainnya tidak menimbulkan resiko bahaya yang signifikan.

Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan analisis terhadap metrik *Sustainable Value Stream Mapping*, diketahui bahwa terdapat potensi perbaikan yang dapat dilakukan pada proses produksi *wafer stick* Lololili. Aspek potensial yang dapat dilakukan perbaikan adalah pada aspek ekonomi dan sosial. Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi upaya perbaikan yang dapat

dilakukan adalah metode 5W1H. Prinsip 5W1H merupakan rencana tindakan (*action plan*) yang memuat secara jelas setiap tindakan perbaikan dan memuat 6 pertanyaan yaitu *What*, *When*, *Where*, *Who*, *Why*, dan *How* (Garside dan Restiana 2014). Terdapat 5 rekomendasi perbaikan yang diusulkan untuk PT XYZ seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil diskusi dengan pihak perusahaan menunjukkan bahwa dari 5 rekomendasi perbaikan yang diusulkan, terdapat 4 rekomendasi perbaikan yang dianggap potensial untuk dilakukan. Potensi perbaikan tersebut diantaranya adalah dilakukannya pelatihan terkait standar mutu produk di PT XYZ, dan diterapkannya disiplin kerja pada karyawan PT XYZ. Sedangkan,



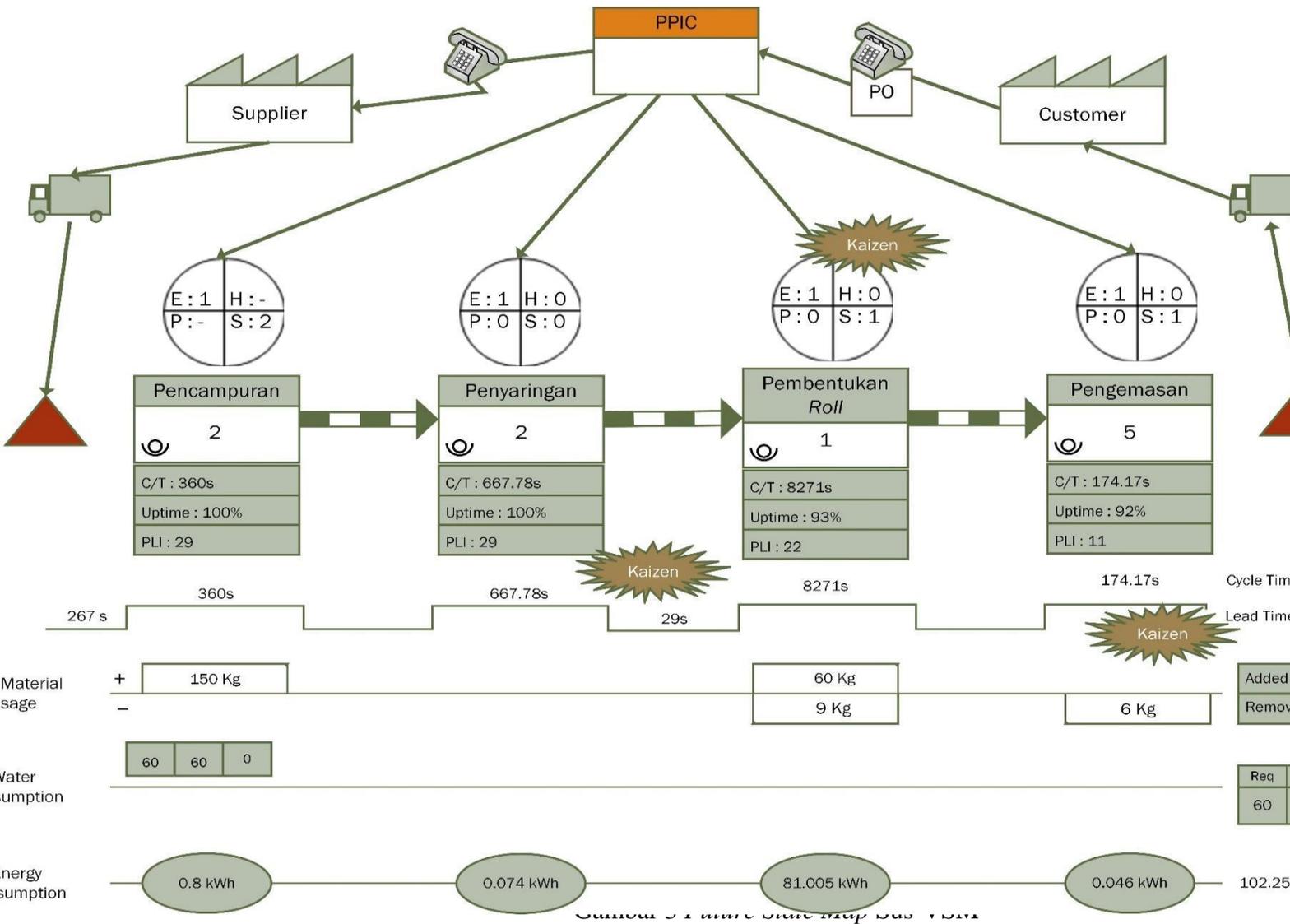
Gambar 2 Current State Map Sus-VSM

untuk mengurangi waktu siklus produksi, perlu adanya penambahan pipa penyalur adonan dari mesin penyaringan ke tangki oven, dan perlu ditambah pembatas akrilik pada mesin *rolling oven* untuk meminimasi bahaya lingkungan kerja terhadap operator.

Menurut Siagian (2008), disiplin merupakan tindakan manajemen untuk mendorong para anggota organisasi memenuhi tuntutan perusahaan. Dengan diterapkannya disiplin kerja, mampu meningkatkan kinerja karyawan secara signifikan (Isvandiari dan Fuadah 2017). Peningkatan kinerja karyawan diharapkan dapat mengurangi produk cacat yang dihasilkan pada stasiun pengemasan. Oleh karena itu, diharapkan dengan adanya penerapan disiplin kerja pada karyawan PT XYZ akan membantu perusahaan dalam minimalisasi pemborosan yang terdapat di PT XYZ. Pemasangan pipa penyalur adonan diasumsikan dapat menurunkan waktu siklus untuk transportasi sebesar 50% sehingga, waktu siklus menurun dari 9789.95 menjadi 9768.95 detik. Sedangkan, penambahan pembatas akrilik antara operator dan mesin *rolling oven* pada stasiun pembentuk *roll* mampu menurunkan resiko akibat komponen kecepatan tinggi dari skor 3 menjadi 1. Hal tersebut berarti resiko komponen kecepatan tinggi pada stasiun pembentuk *roll* memiliki dampak dan kemungkinan kejadian yang rendah. Pada penelitian ini, tidak terdapat potensi perbaikan dari faktor lingkungan, karena air yang digunakan pada proses produksi Lololili tidak ada yang terbuang ke lingkungan, dan untuk penggunaan energi dipengaruhi oleh waktu siklus dan penggunaan mesin selama proses produksi. Sedangkan, perbaikan untuk waktu siklus merupakan perbaikan pada waktu siklus transportasi, bukan waktu siklus mesin. Sehingga, tidak berpengaruh pada penurunan energi yang digunakan selama proses produksi. Keseluruhan hasil rekomendasi perbaikan dapat dilihat dalam peta kondisi masa depan (*future state map*) pada Gambar 3.

Tabel 3 Rekomendasi Perbaikan di PT XYZ

No	<i>Where</i> Letak Potensi Perbaikan	<i>What</i> Jenis Kegiatan	<i>When</i> Waktu Terjadi	<i>Who</i> Pihak yang Terlibat	<i>Why</i> Alasan Terjadi	<i>How</i> Saran
1	Pengemasan	Sering terjadi <i>defect</i> pada kemasan yang menghasilkan <i>re-work</i>	Saat proses pengemasan	Operator Pengemasan	Kurangnya antisipasi operator	Diajarkan pelatihan standar per...
2	Penyaringan–Pembentukan <i>Roll</i>	Memindahkan ember adonan ketangkai oven	Setelah proses penyaringan	Operator pencampuran	Belum ada alat otomatis untuk memindahkan adonan	Memeripakan pipa adonan pen...
3	Pembentukan <i>Roll</i>	Resiko bahaya operator terkena <i>Rolling Oven</i>	Saat proses pemanggangan kulit <i>wafer stick</i>	Operator oven	Tidak adanya pembatas antara <i>Rolling Oven</i> dengan operator	Memeripakan antara mesin <i>Ove...</i>
4		Lamanya waktu siklus proses pemanggangan		Pihak manajemen	Minimalnya pemakaian oven disaat oven yang lain menganggur	Memeripakan untuk men...
5	Pencampuran dan pengemasan	Operator mengobrol dan tidak memakai masker	Saat proses pencampuran dan pengemasan	Operator pencampuran dan pengemasan	Kurangnya kesadaran akan disiplin kerja	Ditambahkan disiplin kary...



Copyright © 2010 by John Wiley & Sons, Inc.

Simpulan dan Saran

Metode *Sustainable Value Stream Mapping* (Sus-VSM) mampu membantu perusahaan dalam mengevaluasi kinerja dari aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial. Selain itu, Sus-VSM juga dapat membantu untuk membuat upaya minimalisasi dampak negatif terhadap lingkungan, menghemat penggunaan energi dan sumberdaya alam, dan menguntungkan secara ekonomi tanpa mengabaikan kesejahteraan dari pekerjanya. Berdasarkan analisis terhadap *Sustainability Metrics*, menunjukkan bahwa terdapat pemborosan serta adanya resiko bahaya kerja yang cukup tinggi pada proses pembentukan *roll*, selain itu juga terdapat produk cacat yang dihasilkan dari proses pengemasan dan pembentukan *roll*. Potensi perbaikan yang dapat dilakukan terdapat pada aspek ekonomi dan sosial. Hasil diskusi dengan pihak perusahaan menunjukkan bahwa potensi perbaikan yang dapat dilakukan adalah melakukan *training* terkait standar perusahaan, memasang pipa penyalur dari mesin penyaringan ke tangki oven, menerapkan disiplin kerja pada karyawan PT XYZ, dan memasang pembatas pada stasiun pembentukan *roll*. Alternatif perbaikan yang diberikan ternyata mampu menurunkan *lead time* dari 9798.95 detik menjadi 9768.95 detik, menurunkan resiko bahaya komponen kecepatan tinggi di stasiun pembentukan *roll* dari 3 menjadi 1, serta dapat meminimalisasi pemborosan pada perusahaan dengan adanya penerapan disiplin kerja. Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengetahui seberapa besar tingkat produktivitas akan meningkat apabila diterapkannya disiplin kerja pada PT XYZ.

DAFTAR PUSTAKA

- Fontana A, Gaspersz V. 2011. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Bogor (ID): Vinchristo Publication.
- Feil AA, Schreiber D. 2017. Sustainability and sustainable development: unraveling overlays and scope of their meanings. *Cadernos EPABE.BR*. 14(3): 667-681.
- Dornfeld D, Yuan C, Diaz N, Zhang T, and Vijayaraghavan A. 2013. Introduction to *Green manufacturing*, in *Green Manufacturing*, Springer. pp. 1-23. Faulkner W.
- Creswell, J.W. (2003). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approach (Second Edition ed.)*. California: Sage Publication.
- Locher D. 2008. *Value Stream Mapping for Lean Development: A How-to Guide for Streamlining Time to Market*. New York (US): CRC Press.
- Vinodh S, Ruben B, Asokan P. 2015. Life cycle assessment integrated *Value Stream Mapping* framework to ensure sustainable manufacturing: a case study. *Clean Technol. Environ Policy* 18 (1): pp.279 – 295.
- Hollman S, Klimmer F, Schmidt K, Kylian H. 1999. Validation of a questionnaire of assessing physical work load. *Scand J. Work Environ. Health*. 25(2): 105-114.
- Prasetyo D. 2018. Integration of Sustainable *Value Stream Mapping* (Sus. VSM) and Life-Cycle Assessment (LCA) to Improve Sustainability Performance at PT X [Skripsi]: Institut Pertanian Bogor, Fakultas Teknologi Industri Pertanian.
- Faulkner W dan Badurdeen F. 2014. Sustainable *Value Stream Mapping* (Sus-VSM): methodology to visualize and assess manufacturing sustainability performance. *Journal of Cleaner Production*. 30 (2014): 1-11.
- Purnama DA. 2018. Pendekatan Metode Sustainable *Value Stream Mapping* Menggunakan Integrasi Fuzzy-AHP dan Valsat untuk Meningkatkan Produktivitas (Studi Kasus: CV Sogan Batik Rejodani) [Skripsi]: Universitas Islam Indonesia, Fakultas Teknologi Industri.
- Megayanti W, Anityasari M, dan Ciptomulyono U. 2018. Sustainable Supply Chain *Value Stream Mapping* (SSC-VSM): The Application in Two Bottle Drinking Water Companies. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Bandung.
- Garside AK, F Restiana. 2014. Pengurangan *waste* dengan peningkatan *Lean* pada sistem distribusi di PT Suprialita Mandiri. *Seminar Nasional IENACO*. 203-208.
- Siagian PS. 2008. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Jakarta (ID): Bumi Aksara.
- Isvandari A dan Fuadah L. 2017. Pengaruh Kompensasi dan Disiplin Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Bagian Produksi PG. Meritjan Kediri. *Jurnal JIBEKA* 11(1): 1 – 8.