

**ANALISIS SUSTAINABLE VALUE STREAM MAPPING (Sus-VSM)
SEBAGAI UPAYA UNTUK MENINGKATKAN
PRODUKTIVITAS DI PT X**

***ANALYSIS OF SUSTAINABLE VALUE STREAM MAPPING (Sus-VSM) TO
IMPROVE PRODUCTIVITY AT PT X***

M. Arif Darmawan^{*}, Rakha Favian Martin

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

E-mail: arifdarma1@gmail.com, rakhamartin1203@gmail.com

ABSTRACT

The development of the industry today has paid attention to environmental impacts and social aspects. Implementation of sustainability in companies is very important because sustainability includes three aspects, namely economic, environmental, and social. So the company must make efforts to improve the economic, environmental and social aspects to compete with other competitors. Reducing waste is the company's main goal to achieve effectiveness and efficiency in the production process. One way to reduce waste is to use VSM to help identify waste. Traditional VSM does not cover environmental and social aspects. Therefore, the development of VSM has been carried out to meet various social, environmental and social aspects. One method that can be used in meeting these three aspects is sustainable value stream mapping (Sus-VSM). Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM) is the development of value stream mapping techniques with additional metrics to evaluate environmental impacts and social aspects. This study aims to provide recommendations for improvement for PT X in the economic, environmental and social aspects of the company. Based on the results of the analysis of sustainability metrics at PT. X shows that the throughput time is 40,085 seconds, the total defect product produced is 23%, the social sustainability aspect with the highest PLI score is 30 and the risk of working environment hazard scores 4 on the chemical component, and high speed. Improvement recommendations will be made to improve the four things, and

carried out using the 5W1H method (What, When, Where, Who, Why, and How). Recommendations for improvement include the use of pumps to move material from the weighing chamber into the stirring tank, using a filling machine that has a high degree of precision in the pouring process, the use of enclosed space using air conditioning in the cooling process, using a stamping machine with a conveyor system in the labeling process, and make a safety cap on the cutting machine in the cutting process. Next will be calculated the amount of waste and potential hazards that can be eliminated.

Keywords: Increased Production, *Productivity*, Recommendation of Improvement, *Sustainable Value Stream Mapping* (Sus-VSM).

ABSTRAK

Perkembangan industri dewasa ini sudah memperhatikan dampak lingkungan dan aspek sosial. Penerapan *sustainability* pada perusahaan sangat penting karena *sustainability* mencakup tiga aspek yaitu ekonomi, lingkungan, dan sosial. Sehingga perusahaan harus melakukan upaya perbaikan yang mencakup ekonomi, lingkungan, dan sosial untuk dapat bersaing dengan kompetitor lain. Mengurangi pemborosan adalah tujuan utama perusahaan untuk mencapai keefektifitasan dan efisiensi dalam proses produksi. Salah satu cara untuk mengurangi pemborosan yaitu dengan menggunakan VSM untuk membantu mengidentifikasi adanya pemborosan. VSM tradisional tidak mencakup aspek lingkungan dan sosial. Oleh karena itu, pengembangan VSM telah banyak dilakukan untuk memenuhi aspek sosial, lingkungan, dan sosial. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam memenuhi ketiga aspek tersebut adalah *sustainable value stream mapping* (Sus-VSM). *Sustainable Value Stream Mapping* (Sus-VSM) yaitu perkembangan teknik *value stream mapping* dengan *metric* tambahan untuk mengevaluasi dampak lingkungan dan aspek sosial. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi perbaikan untuk PT X dalam aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial perusahaan. Berdasarkan hasil analisa terhadap *sustainability metric* pada PT. X menunjukkan bahwa *throughput time* yaitu 40.085 detik, *total defect product* yang dihasilkan adalah sebesar 23%, *social sustainability aspect* dengan skor PLI tertinggi yaitu 30 dan resiko bahaya lingkungan kerja mendapat skor 4 pada

komponen bahan kimia, dan kecepatan tinggi. Rekomendasi perbaikan akan dibuat untuk memperbaiki keempat hal tersebut, dan dilakukan dengan menggunakan metode 5W1H (*What, When, Where, Who, Why, dan How*). Rekomendasi perbaikan diantaranya adalah penggunaan pompa untuk memindahkan bahan dari ruang penimbangan ke dalam tangki pengaduk, menggunakan *filling machine* yang memiliki tingkat presisi tinggi pada proses penuangan, penggunaan ruang tertutup dengan menggunakan pendingin ruangan pada proses pendinginan, menggunakan mesin *stamping* dengan sistem *conveyor* pada proses pelabelan, dan membuat tutup pengaman pada mesin pemotong pada proses pemotongan. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan besar pemborosan dan potensi bahaya yang dapat dihilangkan.

Kata kunci: Peningkatan Produksi, *Productivity*, Rekomendasi Perbaikan, *Sustainable Value Stream Mapping* (Sus-VSM).

PENDAHULUAN

Berkembangnya sektor industri di dunia memicu persaingan yang semakin ketat. Perusahaan berlomba-lomba untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi untuk dapat bersaing dengan baik. Mengurangi pemborosan merupakan salah satu langkah untuk mencapai perusahaan yang efektif dan efisien. Cara untuk mengurangi pemborosan adalah dengan menerapkan *lean manufacturing*. *Lean manufacturing* merupakan suatu sistem yang menggunakan sumberdaya secara efisien untuk memenuhi keinginan konsumen dengan tujuan mengeliminasi pemborosan yaitu *non value adding activity* (Fontana 2011). Munculnya perhatian terhadap lingkungan dan sosial menjadi aspek penting yang harus diperhatikan industri saat ini. Pada *lean manufacturing* belum terdapat aspek lingkungan dan sosial, oleh karena itu perlu analisa lebih lanjut dengan metode tambahan yang dapat mencakup aspek lingkungan dan aspek sosial.

Konsep yang dapat digunakan untuk mencapai suatu industri yang dapat terus bersaing dan memperhatikan baik dari aspek ekonomi maupun lingkungan dan sosial yaitu dengan *sustainable manufacturing*. *Sustainable manufacturing* terdiri dari tiga aspek yaitu lingkungan, penggunaan sumberdaya alam terhadap faktor sosial dan ekonomi, serta kesejahteraan masyarakat (Feil and Schreiber 2017). Tiga

aspek *sustainable manufacturing* disebut *triple bottom line* (TBL). Aspek ekonomi untuk mengukur suatu proses dapat memberikan keuntungan sebanyak-banyaknya dan meminimumkan *loss*, aspek sosial sebagai pertimbangan suatu organisasi dalam bertanggung jawab atas segala operasi yang berjalan, dan aspek lingkungan untuk mengukur bagaimana tanggung jawab terhadap lingkungan. *Triple bottom line* (TBL) berfungsi untuk membantu perusahaan dalam mengembangkan aspek ekonomi, dan menggabungkan faktor lingkungan serta nilai sosial sebagai penilaian aktivitas perusahaan (Rojek dan Nowosielska 2015).

Saat ini isu berkelanjutan di Indonesia sudah mulai diperhatikan namun masih banyak kendala yang di hadapi industri kecil khususnya yaitu ekonomi, teknologi, dan manajerial (Dornfeld *et al.* 2013). Permasalahan lain yang sering muncul pada industri khususnya industri padat karya adalah kesejahteraan pekerjanya. Oleh karena itu, penulis ingin menguji coba konsep *sustainable manufacturing* pada PT X, ingin mengetahui apakah perusahaan tersebut sudah mengenal konsep *sustainable manufacturing* atau tidak, dan memberikan rekomendasi perbaikan yang dapat dikembangkan untuk mencapai proses manufaktur yang berkelanjutan. Keuntungan yang diperoleh perusahaan dalam menerapkan konsep manufaktur berkelanjutan adalah meningkatkan kepercayaan konsumen, memberikan citra baik kepada masyarakat, dan meningkatkan efisiensi (Nuraini 2019). Konsep baru yang digunakan untuk menerapkan metode *sustainable manufacturing* adalah *sustainable value stream mapping* (Sus-VSM) yaitu pengembangan metode *value stream mapping* dengan penambahan *metric* yang berfungsi untuk mengevaluasi dampak lingkungan dan kesejahteraan sosial (Faulkner dan Badurdeen 2014). 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 X, 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. Tujuan dari Sustainable Value Stream Mapping yaitu mengidentifikasi aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial dan diharapkan dapat memberikan

rekomendasi 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

Identifikasi produk dibuat dengan memilih produk yang ditentukan sebagai target *value stream*. Penentuan jenis produk dilakukan dengan menggunakan data berdasarkan kuantitas produk yang diproduksi, tingkat permintaan, atau kesamaan proses dalam produksi. Pemilihan produk dalam penelitian ini berdasarkan data permintaan PT X di tahun 2018. Penentuan jenis produk dilakukan dengan menggunakan informasi jumlah produksi yang paling dominan. Kapasitas produksi juga ditentukan untuk memilih aliran proses yang akan diteliti.

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*

Perhitungan *Physical Load Index* (PLI) menjadi tolak ukur ergonomis pekerja. PLI mempertimbangkan frekuensi kemunculan (dari tidak pernah menjadi sangat sering) untuk posisi tubuh yang berbeda dan penanganan berbagai beban. Frekuensi kemunculan memiliki nilai rentang 0-4, nilai 0 untuk tidak pernah dan

nilai 4 untuk sangat sering. Perhitungan PLI yaitu dengan merata-ratakan nilai sesuai dengan jawaban kuisioner yang telah diisi oleh pegawai. Posisi tubuh dari badan, lengan, dan kaki seseorang serta beban yang diangkat pada posisi tubuh tertentu dimasukkan untuk menghasilkan skor PLI, yang berkisar dari 0 hingga 56. Berdasarkan validasi akhir 15 posisi tubuh diperhitungkan sebagai variabel dalam formula PLI dengan persamaan berikut (Hollman *et al.* 1999):

$$\text{PLI} = 0.974T_2 + 1.104T_3 + 0.068T_4 + 0.173T_5 + 0.157A_2 + 0.314A_3 + \\ 0.405L_3 + 0.152L_4 + 0.152L_5 + 0.549W_{u1} + 1.098W_{u2} + \\ 1.647W_{u3} + 1.777W_{i1} + 2.416W_{i2} + 3.056W_{i3}$$

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
- W_{u1} = skor untuk mengangkat/membawa beban secara tegak lurus (<10 kg)
- W_{u2} = skor untuk mengangkat/membawa beban secara tegak lurus (10-20 kg)
- W_{u3} = skor untuk mengangkat/membawa beban secara tegak lurus (>20 kg)
- W_{i1} = skor untuk mengangkat/membawa beban secara membungkuk (<10 kg)
- W_{i2} = skor untuk mengangkat/membawa beban secara membungkuk (10-20 kg)
- W_{i3} = skor untuk mengangkat/membawa beban secara membungkuk (>20 kg)

PLI yang dihitung berkisar antara 0-56, yang menunjukkan kontribusi relatif dari beban terhadap rata-rata pekerja di setiap proses. Rentang ini dapat dikelompokkan ke dalam tiga kategori, yang ditunjukkan pada Tabel 1 sebagai berikut (Prasetyo 2018):

Tabel 1 Deskripsi rentang *physical load index*

Rentang Nilai	Deskripsi
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

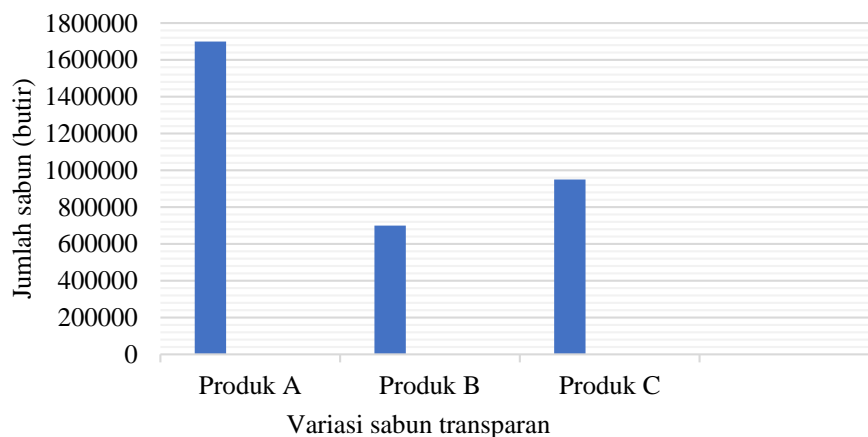
2.5 Identifikasi *Work Environmental Risk*

Metric ini digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya yang terdapat pada 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 *work environmental risk* ini, yaitu resiko bahaya yang berhubungan dengan listrik (*Electrical System* (E)), bahan kimia yang digunakan (H), tekanan (P), dan komponen kecepatan tinggi (S). Setiap indikator akan dinilai pada setiap proses dan rentang nilai resiko dimulai dari 1 sampai 5 (Faulkner and Badurdeen 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemilihan Famili Produk

PT X merupakan perusahaan yang bergerak dibidang kosmetik yang memproduksi sabun. Produk sabun yang dihasilkan dari PT X terdiri dari dua macam jenis sabun yaitu cair dan sabun padat menyesuaikan permintaan konsumen. Produk sabun yang paling banyak dibuat adalah sabun padat transparan dengan tiga jenis varian A, B, dan C. Penelitian ini mengidentifikasi produk sabun transparan A karena menurut data permintaan 2018, sabun transparan A memiliki permintaan paling banyak yaitu 1.7 juta sabun. Permintaan PT X selama tahun 2018 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Permintaan Sabun Transparan di PT X tahun 2018

Hasil Identifikasi *Sustainability Metrics*

Analisis terhadap *Sustainability Metrics* menunjukkan bahwa pada metrik *time waste*, waktu siklus total untuk memproduksi 1 *batch* dengan kapasitas produksi 500kg sabun transparan A adalah selama 36 160 detik. Hasil ini tidak berbeda jauh dengan standar perusahaan yaitu sebesar 2.5 jam per *batch*. Proses produksi sabun transparan A diantaranya adalah proses penimbangan, pencampuran, penuangan, pendinginan, pengeluaran, pemotongan, pelabelan, dan pengemasan. Proses yang paling mempengaruhi lamanya total *cycle time* adalah pada proses pendinginan. Karena, proses pendinginan masih menggunakan kipas

angin dan tidak adanya ruang secara terpisah dari ruang pencampuran sehingga udara hangat yang terdapat pada ruang pencampuran di hembuskan ke produk proses ini membutuhkan waktu yaitu 10 800 detik untuk mendinginkan produk sehingga dapat dilanjutkan ke proses selanjutnya. Pada proses penimbangan terdapat bahan yang masih diambil secara manual yaitu bahan dengan viskositas tinggi, sedangkan bahan lain sudah menggunakan saluran untuk memindahkan bahan dari ruang penyimpanan menuju alat timbangan. Hal ini membutuhkan waktu sampai dengan 300 detik untuk memindahkan bahan tersebut ke alat penimbangan. Pemindahan bahan dari ruang penimbangan menuju tangki pengaduk juga cukup menyita waktu, karena masih dilakukan secara manual. Untuk memindahkan bahan diperlukan waktu sebanyak 989 detik. Proses pelabelan dan pencampuran juga membutuhkan waktu yang cukup lama. Karena, pada proses pelabelan memiliki ketersediaan alat yang terbatas dan proses ini memerlukan tingkat konsentrasi yang tinggi sehingga operator harus berhati-hati untuk terhindar dari kecelakaan kerja. Selanjutnya proses pencampuran memerlukan waktu yang cukup lama disebabkan oleh tangki pengaduk untuk persiapan suhu pemanasan dalam menyampur bahan. Persiapan perolehan panas sendiri membutuhkan waktu sebanyak 878 detik. Proses penuangan yang masih dilakukan secara manual juga menyita waktu yaitu sebanyak 2 458 detik.

Analisis terhadap penggunaan air akan selalu berdampak terhadap lingkungan. Dampak yang dihasilkan dari penggunaan air dipengaruhi oleh kuantitas air yang digunakan dan pembuangan limbah langsung ke lingkungan. Air yang digunakan pada perusahaan ini adalah air yang sudah mengalami penyulingan terlebih dahulu, air yang berasal dari sumber mata air melalui proses penyulingan bertujuan untuk mendapatkan air yang lebih bersih. Proses produksi sabun transparan A dengan kapasitas produksi 500kg/*batch* menggunakan air sebanyak 95 liter sebagai bahan tambahan untuk membantu campuran bahan menjadi homogen. Produksi produk A tidak menghasilkan limbah air. Sedangkan konsumsi energi yang dibutuhkan pada PT X untuk produksi adalah sebesar 129.48 kwh. Energi yang diperhitungkan adalah energi yang berpengaruh terhadap jumlah produk yang dihasilkan. Penggunaan lampu, pendingin ruangan, dan alat lainnya yang tidak mempengaruhi produktivitas tidak diperhitungkan. Perhitungan

penggunaan energi dilakukan dengan mengalikan daya yang dibutuhkan mesin untuk beroperasi dan *cycle time* produksi dalam satuan kWh.

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 500 Kg input yang masuk, terdapat 61.98 Kg bahan baku yang terbuang. Pemborosan ini berasal dari tiga proses yaitu pencampuran 4.74 Kg, penuangan 5.78 Kg, dan pemotongan 51.46 Kg. Dalam proses pencampuran, limbah dihasilkan oleh aktivitas penuangan dari tangki kedalam ember setelah proses selesai dilakukan. Penuangan kedalam ember dilakukan dengan bantuan alat penyaring, terdapat bahan pengotor yang tertinggal pada penyaring. Selain itu dalam proses pencampuran terdapat proses pemanasan agar bahan tercampur merata. Penguapan dapat terjadi karena adanya pemanasan dan penambahan bahan yang dimasukkan kedalam tangki dengan cara membuka penutup tangki. Selanjutnya proses penuangan, operator menuang bahan kedalam wadah pipa secara manual menggunakan gayung. Kesalahan yang sering terjadi oleh operator pada proses penuangan adalah adanya bahan yang tumpah disebabkan tidak ergonomisnya proses tersebut. Ergonomi yang tidak baik menyebabkan kelelahan pada operator. Selanjutnya, proses pemotongan banyak menghasilkan sisa sabun yang disebabkan oleh penyesuaian ukuran sabun pada saat sabun dipotong. *Defect product* atau produk cacat yang terjadi pada produksi sabun transparan A di PT X merupakan jenis *rework*. Produk dikatakan sebagai produk cacat disebabkan tidak terpenuhinya standar yang sudah ditentukan, seperti transparansi, warna, aroma, dan tingkat kekerasan sabun. Berdasarkan data pada bulan Januari 2019 produksi sabun transparan A dengan kapasitas produksi 500kg/*batch* memproduksi rata-rata 1 099 cacat produk dari 4 716 produk sabun atau sebesar 23%.

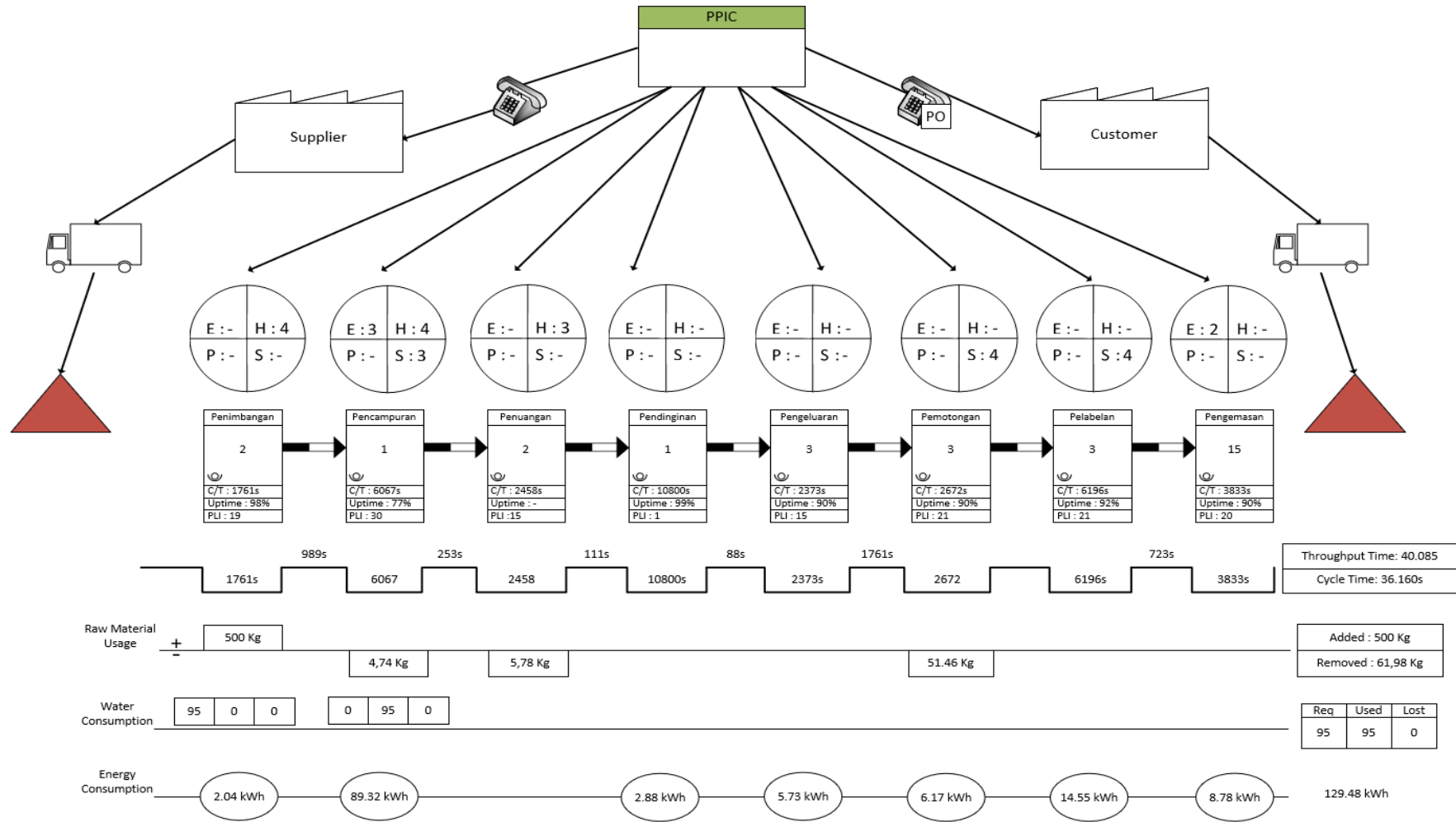
Work Environment Risk merupakan aspek sosial pada *metric* Sus-VSM. Hasil penilaian yang diperoleh menunjukkan bahwa terdapat resiko yang besar yaitu resiko terhadap faktor kecepatan dengan nilai 4 pada proses pemotongan dan pelabelan. Resiko yang terdapat pada kedua proses ini disebabkan oleh penggunaan mesin *cutting* dan *stamping*. Tekanan angin digunakan untuk menggerakkan mesin tersebut membuat mesin bergerak dengan cepat. Oleh karena itu, konsentrasi

dibutuhkan sebagai operator untuk menghindari resiko terjadinya kecelakaan kerja. Resiko elektrik dan bahan kimia yang paling besar terdapat pada proses pencampuran dengan nilai resiko 3 dan 4, karena pada proses ini menggunakan mesin pengaduk yang menggunakan daya listrik, sedangkan bahan yang digunakan berbentuk cair. Pada proses penimbangan, resiko terhadap bahan kimia memiliki nilai 4. Nilai ini didapat karena pada proses penimbangan operator selalu bersinggungan dengan bahan-bahan kimia. Resiko yang paling banyak ditemukan pada proses produksi produk A adalah resiko terhadap bahan kimia dan kecepatan. Oleh karena itu, dibutuhkan kedisiplinan operator agar selalu menggunakan APD untuk menghindari dan mengurangi resiko tersebut. Perawatan dan pemeriksaan rutin diperlukan untuk menghindari terjadinya kerusakan alat yang dapat membahayakan pekerja.

Penerapan ergonomi memiliki tujuan untuk meningkatkan kesehatan, keselamatan dan produktivitas tenaga kerja serta dapat memperbaiki kualitas produk dalam suatu proses produksi (Nurmianto 2008). Skor PLI yang didapat dari hasil perhitungan dilakukan pembulatan agar memudahkan dalam mengkategorikan beban yang diterima oleh pekerja. Nilai rata-rata keseluruhan proses produksi produk A sebesar 18 dimana masuk kedalam kategori beban relatif ringan. PLI tertinggi ditemukan pada proses pencampuran sebesar 30, hal ini disebabkan pada proses pengadukan operator mengangkat beban berat. Beban yang diangkat operator yaitu berupa bahan yang dipindahkan dari lantai menuju tangki yang letaknya diatas dan pada saat menuang kedalam tangki. Proses yang memiliki nilai PLI dengan beban relatif ringan yaitu penuangan, pengeluaran, pendinginan dengan nilai PLI sebesar 15, 15, dan 1. Pada proses penuangan operator melakukan gerakan menunduk untuk mengambil bahan dan kembali tegak untuk menuangkan sabun kedalam wadah pipa, gerakan ini terjadi berulang-ulang. Pada proses pengeluaran operator melakukan proses dengan posisi badan menunduk dan pada pengambilan sabun operator mengangkat beban ringan dengan posisi membungkuk. Pada proses pendinginan operator hanya melakukan pemindahan rak keruang pendinginan dengan posisi berdiri tegak. Nilai PLI untuk masing-masing proses dapat dilihat pada Tabel 2. Keseluruhan identifikasi dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 2 Nilai *Physical Load Index*

Proses	Skor PLI
Penimbangan	19
Pencampuran	30
Penuangan	15
Pendinginan	1
Pengeluaran	15
Pemotongan	21
Pelabelan	21
Pengemasan	20



Gambar 2 Current State Map Sus-VS

Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan analisa *Sustainability Metrics* terdapat potensi perbaikan pada beberapa proses dan kegiatan yang dapat dilakukan. Fokus perbaikan terdapat pada *metric work environmental risk* yaitu potensi resiko yang berhubungan dengan bahan kimia pada proses penimbangan dan pencampuran. Potensi resiko yang berhubungan dengan kecepatan pada proses pengeluaran, pemotongan, pengemasan. Selanjutnya, *metric time waste* untuk mengurangi *throughput time* yang dibutuhkan untuk produksi. Terakhir, *metric* pemborosan material pada proses pencampuran, penuangan, dan yang paling besar pada proses pemotongan. Berikut tabel potensi perbaikan yang dapat dilakukan dalam produksi produk A. Rekomendasi perbaikan dibuat dengan menggunakan metode 5W1H, yang memiliki prinsip rencana tindakan yang memuat tindakan perbaikan dan memuat 6 pertanyaan yaitu *What, When, Where, Who, Why, dan How* (Garside dan Restiana 2014). Rekomendasi perbaikan dapat dilihat pada Tabel 3.

Rekomendasi perbaikan yang diusulkan pada stasiun penimbangan yaitu membuat saluran dan pompa khusus viskositas tinggi karena pada stasiun tersebut belum memiliki saluran khusus sehingga, bahan dengan viskositas tinggi masih diambil secara manual pada gudang bahan. Selanjutnya, menggunakan alat pelindung diri berupa *gask mask respirator* untuk menghindari penghirupan bahan kimia masuk kedalam tubuh pekerja dan penggunaan kacamata untuk menghindari bahan terkenanya mata pekerja. Pada stasiun pengadukan terdapat beberapa rekomendasi yang diusulkan pertama penggunaan pompa untuk memindahkan bahan dari ruang penimbangan kedalam *mixing tank*, karena selama ini proses masih dilakukan secara manual dengan ember. Kedua yaitu membuat kaca kontrol pada badan tangki pengaduk, hal ini dikarenakan operator yang selalu membuka penutup tangki untuk melihat kondisi bahan. Ketiga, yaitu penggunaan tangki tipe *double jacket* dengan pengaturan suhu dan kecepatan pengaduk dikarenakan proses pemanasan untuk tangki pengaduk yang dipakai saat ini memerlukan waktu yang lama. Penggunaan tangki dengan tipe *double jacket* maka waktu siklus dapat dikurangi. Pengaturan suhu dan kecepatan pengaduk juga diperlukan untuk meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan. Keempat yaitu membuat kelistrikan secara terpusat untuk mengurangi resiko yang dapat terjadi. Kelima penggunaan

alat pelindung diri yang disarankan pada stasiun penimbangan juga dapat digunakan pada stasiun pengadukan untuk mengurangi resiko terhadap bahan kimia.

Rekomendasi pada stasiun penuangan yaitu penggunaan *filling machine*, hal ini didasari pada saat proses pengisian terdapat bahan yang tumpah menjadi *waste*, ergonomi yang tidak baik untuk operator, dan tingkat presisi yang kurang baik dalam pengisian yang mempengaruhi bahan yang tersisa pada proses pemotongan. Selanjutnya, pada stasiun pendinginan rekomendasi yang diberikan adalah penggunaan ruang tertutup dengan pendingin ruangan. Rekomendasi ini didasari karena pada PT X proses pendinginan masih menggunakan kipas angin dan ruangan yang digunakan untuk proses pendinginan masih bersamaan dengan ruangan lain, hal ini menyebabkan waktu siklus yang sangat lama untuk mendinginkan produk. Rekomendasi pada stasiun pengeluaran adalah membuat tombol pengatur kecepatan, rekomendasi ini didasari adanya resiko terhadap operator yaitu tangan bisa terjepit atau terkena pantulan produk karena mesin terlalu cepat. Pada stasiun pemotongan rekomendasi yang diberikan yaitu membuat penutup pada mesin pemotong. Hal ini berfungsi untuk menghindari resiko tangan terkena pisau pemotong atau terjepit karena kelalaian operator yang terburu-buru menjalankan pisau saat memasukan produk. Rekomendasi pada stasiun pelabelan yaitu membuat mesin pelabelan dengan sistem *conveyor* hal ini didasari proses pelabelan masih semi-otomatis, terdapat resiko terhadap operator, dan membutuhkan waktu siklus yang panjang. Sistem *conveyor* diharapkan dapat mengurangi resiko dan mempercepat waktu siklus yang dibutuhkan. Rekomendasi perbaikan yang diberikan adalah hasil diskusi dengan pihak perusahaan dan seluruh rekomendasi dianggap potensial untuk dilakukan.

Tabel 3 Rekomendasi perbaikan

<i>Where</i>	<i>What</i>	<i>When</i>	<i>Who</i>	<i>Why</i>	<i>How</i>
Letak Potensi Perbaikan	Jenis Kegiatan	Waktu Terjadi	Pihak yang Terlibat	Alasan Terjadi	Saran Perbaikan
Penimbangan	Bahan dengan viskositas tinggi masih dipersiapkan dengan cara manual.	Saat bahan disiapkan sebelum ditimbang.	Operator penimbangan.	Viskositas tinggi sehingga pompa tidak sanggup.	Membuat saluran dan pompa khusus viskositas tinggi.
Pengadukan	Memindahkan ember bahan dan menuangkan kedalam tangki. Resiko terpapar bahan kimia pada saat kontrol campuran bahan. Lamanya persiapan (pemanasan air untuk memperoleh <i>steam</i>), pengecekan suhu secara manual dan kecepatan pengaduk tidak dapat disesuaikan. Resiko operator terhadap kelistrikan	Setelah proses penimbangan. Saat proses pengadukan berlangsung. Proses pengadukan.	Operator pengadukan.	Belum ada otomatis untuk memindahkan bahan. Belum ada kaca untuk kontrol campuran bahan. Pemanasan menggunakan uap air. Kelistrikan pada ruang pengadukan tidak rapih.	Penggunaan pompa untuk memindahkan bahan dari ruang penimbangan kedalam <i>mixing tank</i> . Membuat kaca untuk kontrol. Menggunakan tangki tipe <i>double jacket</i> dengan adanya pengaturan suhu dan kecepatan pengaduk. Kelistrikan dibuat terpusat dengan membuat panel kontrol.

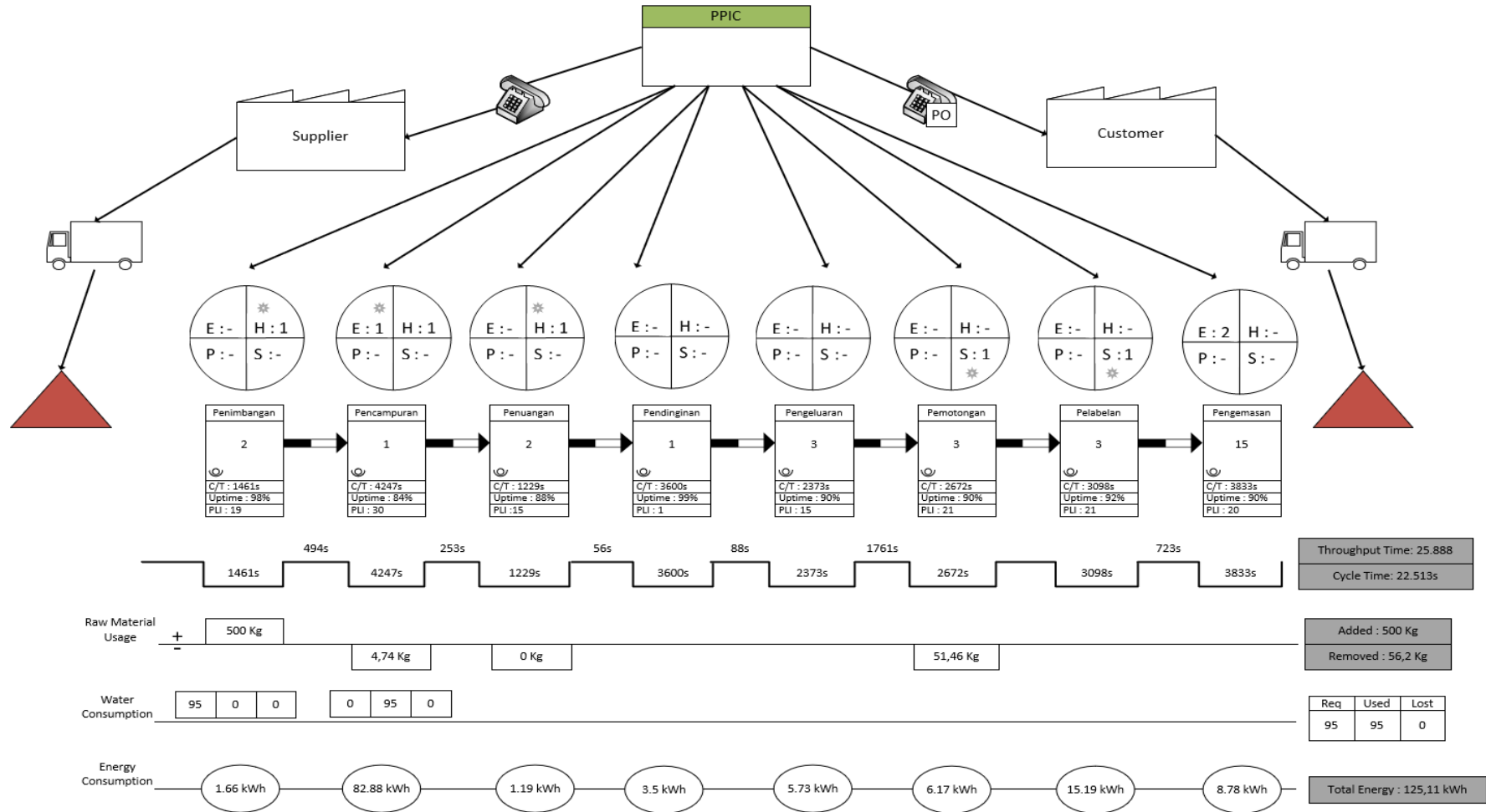
Tabel 3 Rekomendasi perbaikan (Lanjutan)

<i>Where</i>	<i>What</i>	<i>When</i>	<i>Who</i>	<i>Why</i>	<i>How</i>
Letak Potensi Perbaikan	Jenis Kegiatan	Waktu Terjadi	Pihak yang Terlibat	Alasan Terjadi	Saran Perbaikan
Penuangan	Sering terjadi tumpahnya bahan, dan posisi bekerja operator kurang ergonomis.	Saat proses penuangan.	Operator penuangan.	Diameter pipa kecil, dan penuangan masih manual.	Menggunakan <i>filling machine</i> yang memiliki tingkat presisi tinggi.
Pendinginan	Lamanya waktu siklus proses.	Saat proses pendinginan.	Pihak manajemen.	Proses pendinginan menggunakan kipas dan ditempatkan dekat dengan sumber panas.	Penggunaan ruang tertutup dengan menggunakan pendingin ruangan.
Pengeluaran	Resiko operator terkena pipa yang terpental.	Saat proses pengeluaran.	Operator pengeluaran.	Mesin <i>extruder</i> terlalu cepat untuk produk yang keras.	Membuat tombol pengatur kecepatan.
Pemotongan	Resiko operator terjepit mesin pemotong.	Saat proses pemotongan.	Operator pemotongan.	Operator kurang berhati-hati.	Membuat penutup yang berfungsi sebagai pengaman.
Pelabelan	Resiko operator terjepit mesin <i>stamping</i> .	Saat proses pelabelan.	Operator pelabelan.	Operator kurang berhati-hati.	Menggunakan mesin <i>stamping</i> dengan sistem <i>conveyor</i> .
Penimbangan dan Pengadukan	Resiko operator terhadap bahan kimia.	Saat proses berlangsung.	Operator	Belum disediakan APD yang memenuhi.	Menggunakan APD (<i>Gas mask respirator</i> , dan kacamata)

Potensi perbaikan yang dilakukan pada stasiun penimbangan yaitu membuat saluran khusus untuk bahan viskositas tinggi dapat menurunkan waktu siklus sebesar 300 detik. Penurunan ini diasumsikan dengan dihilangkannya pengambilan manual bahan dengan viskositas tinggi yaitu sles dari gudang menuju ruang penimbangan. Perhitungan proses pengambilan bahan tersebut dilakukan dengan menggunakan jam henti. Waktu siklus proses penimbangan mengalami penurunan dari 1 761 detik menjadi 1 461 detik. Perbaikan kedua yaitu membuat pipa penyalur bahan dapat mengurangi waktu transportasi bahan dari ruang penimbangan menuju ruang pencampuran dari 989 detik menjadi 494 detik. Selanjutnya adalah penambahan alat pelindung diri berupa *gas mask respirator* dan kaca mata dapat mengurangi resiko 4H menjadi 1H. Pengurangan waktu tersebut diasumsikan berdasarkan penghitungan waktu yang sudah ada pada perusahaan yaitu kurang lebih 8 menit untuk proses pemindahan bahan. Penggunaan pipa penyalur sebelumnya sudah digunakan oleh perusahaan, namun terdapat perubahan denah pabrik yang mengakibatkan pipa penyalur belum dapat digunakan kembali. Sedangkan pengurangan resiko lingkungan kerja diperoleh dari hasil diskusi dengan manajer produksi. Selanjutnya perbaikan pada stasiun pencampuran yaitu mengganti jenis tangki dengan pengaturan suhu, kecepatan pengaduk, kaca kontrol, dan kelistrikan yang dibuat secara terpusat. Perbaikan ini dapat mengurangi resiko yaitu 3E menjadi 1E, 4H menjadi 1H, dan 3S menjadi 0S yang ditentukan dari hasil diskusi dengan manajer produksi. Selain itu waktu siklus berkurang dari 6 067 detik menjadi 4 247 detik hal ini dikarenakan tangki *double jacket* dengan pengaturan suhu, dan kecepatan pengaduk diasumsikan dapat menyelesaikan proses 30% lebih cepat. Penurunan waktu didapat berdasarkan hasil diskusi, penggunaan tangki tipe *double jacket* dengan pengaturan suhu dan kecepatan pengaduk dapat mempercepat persiapan pemanasan tangki, dengan adanya pengatur kecepatan pengaduk dapat mempercepat proses pencampuran, dan pengaturan suhu dapat mengefisiensikan energi yang digunakan dan menghindari cacat produk yang disebabkan oleh suhu yang berlebih selama proses pencampuran. Stasiun proses penuangan diperbaiki dengan menggunakan *filling machine* dapat mengurangi resiko terhadap bahan kimia 3H menjadi 1H, mengurangi waktu siklus dari 2 458 detik menjadi 1 229 detik hal ini dikarenakan mesin diasumsikan dapat bekerja

setidaknya 50% lebih cepat, dan diasumsikan dapat mengurangi waktu sebanyak 50% untuk persiapan dari 253 detik menjadi 126 detik. Persiapan pada proses manual dilakukan secara berulang karena bahan diambil dengan menggunakan ember berulang kali, apabila menggunakan *filling machine* dapat dibuat saluran yang terhubung antara tangki pengaduk dengan mesin *filling*. Penggunaan mesin *filling* juga dapat menghilangkan bahan yang terbang pada proses ini dari 5.78kg menjadi 0kg diasumsikan mesin yang digunakan dirawat dan dioperasikan dengan baik oleh operator.

Stasiun pendinginan dilakukan perbaikan yaitu menggunakan ruangan dengan pendingin yang dapat mengurangi waktu siklus dari 10 800 detik menjadi 3 600. Berdasarkan diskusi dengan pihak perusahaan proses pendinginan dapat dilakukan dengan waktu kurang lebih satu jam apabila menggunakan pendingin dan ruangan yang baik. Stasiun pemotongan akan dibuat penutup sebagai pengaman yang dapat mengurangi resiko 4S menjadi 1S. Resiko dapat dikurangi karena operator hanya dapat menjalankan mesin dengan 2 tangan, hal ini dapat mengurangi resiko salah satu tangan terkena pisau saat mengoperasikan mesin pemotong. Stasiun pelabelan akan dibuat sistem *conveyor* yang dapat mengurangi resiko dan 4S menjadi 1S. Selain itu, sistem ini diasumsikan dapat mengurangi waktu siklus sebesar 50% dari 6 196 detik menjadi 3 098 detik. Potensi perbaikan dari faktor lingkungan pada penelitian ini hanya pada energi yang digunakan. Karena, air yang digunakan pada proses produksi produk A tidak ada yang terbang ke lingkungan. Sedangkan, energi yang digunakan dapat berkurang dengan adanya pengurangan waktu siklus mesin dari 129.48 kWh menjadi 125.11 kWh. Keseluruhan hasil rekomendasi perbaikan dapat dilihat dalam peta kondisi masa depan (*future state map*) pada Gambar 3, perubahan skor dan perhitungan ditandai dengan bintang dan arsiran berwarna abu-abu.



Gambar 3 Future state map Sus-VSM

Simpulan dan Saran

Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM) dapat mengevaluasi kinerja manufaktur dengan perspektif *triple bottom line*. Berdasarkan analisis terhadap *Sustainability Metrics* menunjukkan bahwa terdapat resiko pada lingkungan kerja, pemborosan terhadap bahan dan waktu. Potensi perbaikan yang dapat dilakukan berdasarkan hasil diskusi dengan pihak perusahaan adalah membuat saluran untuk bahan viskositas tinggi di proses penimbangan, penggunaan pompa untuk memindahkan bahan, membuat kaca kontrol pada tangki pengaduk, mengganti jenis tangki pencampuran menjadi *double jacket*, kelistrikan dibuat terpusat, menggunakan *filling machine* pada proses penuangan, pengadaan ruang pendinginan untuk proses pendinginan, membuat penutup pada jalur masuknya bahan pada mesin pemotong, menggunakan conveyor pada proses *stamping*, menggunakan APD (*Gas Mask Respirator*, dan Kacamata) untuk proses penimbangan dan pencampuran. Rekomendasi perbaikan yang diberikan mampu menurunkan *throughput time* 40 085 detik menjadi 25 888 detik, menurunkan pemborosan material dari 61.98kg menjadi 56.2kg, menurunkan resiko bahaya di lingkungan kerja, dan menurunkan penggunaan energi dari 129.48 kWh menjadi 125.11 kWh. Perlu dilakukan evaluasi hasil implementasi rekomendasi perbaikan produksi sabun transparan A di PT X. Penelitian lanjutan diperlukan untuk meninjau lebih lanjut pemborosan produk pada proses pemotongan di PT X.

DAFTAR PUSTAKA

- Dornfeld D, Yuan C, Diaz N, Zhang T, dan Vijayaraghavan A. 2013. Introduction to Green Manufacturing. *Green Manufacturing*. Springer. pp. 1-23.
- 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.
- Fearne A, dan Norton A. 2009. *Handbook of Waste Management and Co-product Recovery in Food Processing*. Cambridge(US): Woodhead Publishing.
- Feil AA, Schreiber D. 2017. Sustainability and Sustainable Development: Unraveling Overlays and Scope of Their Meanings. *Cadernos EPABEER*. 14(3): 667-681.
- Fontana A, Gasperz V. 2011. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Bogor(ID): Vinchristo Publication.
- Garside AK, Restiana F. 2014. Pengurangan Waste dengan Pendekatan Lean pada Sistem Distribusi di PT. Supralita Mandiri. *Makalah*. Dalam: Seminar Nasional IENACO. ISSN 2337-4349.
- 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.
- Nuraini A. 2019. Analisis Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM) Sebagai Upaya Untuk Meminimalisasi Pemborosan di PT XYZ [Skripsi]: Institut Pertanian Bogor, Fakultas Teknologi Industri Pertanian.
- Nurmianto E. 2008. *Ergonomi: Konsep Dasar dan Aplikasinya, Edisi Kedua*. Surabaya(ID): Guna Widya.
- 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 Pertanian.
- Rojek M, Nowosielska. 2015. *Social Responsibility of Organizations Directions of Changes*. Wroclaw(PL): Publishing House of Wroclaw University of Economics.
- Vinodh S, Ruben B, Asokan P. 2015. Life Cycle Assessment Integrated Value Stream Mapping Framework to Ensure Sustainable Manufacturing. *Clean Technology Environment Policy*. 18(1): 279-295.