

Minimasi Waste pada Proses Produksi Susu Pasteursiasi dengan Pendekatan Lean Manufacturing

Denisa Indah Ayunani¹, Annisa Kesy Garside^{1*}, Rahmad Wisnu Wardana¹

¹ Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang,
Jl. Raya Tlogomas No. 246, Malang, 65144, Indonesia

Email: denisaaynn@webmail.umm.ac.id, annisa@umm.ac.id, rahmadwisnu78@umm.ac.id

Abstrak

CV Milkindo Berka Abadi merupakan sektor usaha yang bergerak pada bidang peternakan sapi perah, industri pengolahan susu, dan wisata edukasi. Berdasarkan observasi, beberapa *waste* yang sering terjadi pada proses produksi susu pasteurisasi kemasan cup yaitu waktu menunggu yang tinggi dan gerakan berlebih. Tujuan penelitian ini adalah meminimasi *waste* pada proses produksi susu pasteurisasi kemasan *cup* dengan menggunakan pendekatan *lean manufacturing*. Langkah penelitian meliputi identifikasi *waste* dominan menggunakan metode Borda, pemilihan *detailed mapping tool* menggunakan metode VALSAT, menentukan *detailed waste* dengan *mapping tools* terpilih dari metode VALSAT, identifikasi penyebab dari *detailed waste* menggunakan FTA, menentukan prioritas dari tiap *detailed waste* dengan menggunakan FMEA, dan pemberian usulan perbaikan berdasarkan mode kegagalan yang memiliki RPN tertinggi. Hasil dari metode Borda didapatkan bahwa *waste* dominan adalah *unnecessary motion* dan *waiting*. Berdasarkan pemetaan *waste* dominan menggunakan *Process Activity Mapping* diperoleh *detailed waste* dari *unnecessary motion* yaitu pekerja mencari alat dan pekerja bolak balik memindahkan material. Sedangkan *detailed waste* dari *waiting* yaitu menunggu perbaikan mesin *filler* pada proses pengemasan. Usulan perbaikan yang direkomendasikan untuk meminimasi *detailed waste* di CV Milkindo Berka Abadi yaitu menerapkan *preventive maintenance* dan memasang *visual display*.

Kata kunci: *lean manufacturing, susu pasteurisasi, value stream mapping tools, fault tree analysis, failure mode and effect analysis*

Abstract

CV Milkindo Berka Abadi operates in the dairy farming, milk processing industry, and educational tourism sectors. Based on observations, several waste issues in the cup-packaged pasteurized milk production process include high waiting times and excessive movement. The aim of this research is to minimize waste in cup-packaged pasteurized milk production using lean manufacturing approaches. Research steps include identifying dominant waste using the Borda method, selecting detailed mapping tools using the VALSAT method, determining detailed waste with the selected mapping tools from the VALSAT method, identifying the causes of detailed waste using FTA, prioritizing each detailed waste using FMEA, and proposing improvement suggestions based on failure modes with the highest RPN. The results of the Borda method revealed that the dominant waste is unnecessary motion and waiting. Based on the mapping of dominant waste using Process Activity Mapping, detailed waste from unnecessary motion includes workers searching for tools and workers repeatedly moving materials. Meanwhile, detailed waste from waiting includes waiting for the repair of the filler machine in the packaging process. Recommended improvement proposals to minimize detailed waste at CV Milkindo Berka Abadi include implementing preventive maintenance and putting on visual displays.

Keywords: *lean manufacturing, pasteurized milk, value stream mapping tools, fault tree analysis, failure mode and effect analysis*

1. Pendahuluan

Lean manufacturing berawal dari konsep yang dikembangkan oleh Toyota, kemudian dikenal dengan nama *just in time manufacturing* (Ristyowati et al., 2017). *Lean manufacturing* merupakan suatu metode yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan performansi dari sistem dan proses produksi karena dapat mengidentifikasi, mengukur, menganalisis, dan

mencari solusi perbaikan dalam peningkatan performansi (Isnain & Karningsih, 2020). Menurut Hines & Rich (1997), terdapat tujuh *waste* yaitu: *overproduction, waiting, transportation, Inappropriate processing, Unnecessary inventory, Unnecessary motion, dan defects*.

Menurut Ishak et al. (2018), *Value Stream Mapping* (VSM) merupakan metode untuk

^{1*} Penulis korespondensi

memberikan visual aliran informasi dan material dalam lingkungan produksi. Aliran nilai menggabungkan semua tindakan yang diperlukan untuk membawa produk ke pelanggan: termasuk desain rinci, teknik, produksi, pengambilan pesanan, penjadwalan produksi, dan pengiriman. Tahap ini harus mengidentifikasi aktivitas yang memberi nilai tambah, aktivitas yang tidak menambah nilai namun tidak dapat dihindari dalam kondisi saat ini, dan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dan dapat dihindari (Womack & Jones, 1997).

Borda count method ditemukan oleh Jean Charles de Borda, merupakan teknik langsung untuk melakukan perhitungan peringkat dari beberapa alternatif pilihan (Nash et al., 2011). *Borda count method* dapat digunakan untuk menentukan prioritas *waste* mana yang akan diselesaikan terlebih dahulu. Variasi metode penghitungan Borda dapat memberikan bobot yang berbeda pada peringkat yang berbeda (Cheng & Deek, 2006). Beberapa penelitian yang telah menggunakan metode Borda diantaranya Pontiana & Singgih (2021); Garside & Baya'sud (2008); dan Rakhmaputri et al. (2023)

Menurut Hines & Rich (1997), *Value Stream Mapping Tools* (VALSAT) digunakan sebagai alat bantu untuk memetakan secara detail aliran nilai (*value stream*) yang berfokus pada *value adding process*. *Value Stream Mapping Tools* dapat digunakan untuk menentukan *detailed waste* yang terjadi pada proses produksi (Fitriyani et al., 2019; Krisnanti & Garside, 2022).

Fault Tree Analysis (FTA) adalah suatu metode untuk menganalisis kejadian – kejadian yang menjadi penyebab suatu kegagalan. Metode ini menggunakan pendekatan *top down* dimana suatu kegagalan dianggap menjadi kejadian utama lalu di-*break down* untuk mencari tahu penyebabnya hingga ditemukan penyebab yang mendasarinya (Lee et al., 1985). Menurut Lindhe et al. (2009), tujuan dari FTA adalah menemukan akar penyebab yang disajikan dalam bentuk diagram pohon yang membentuk logika sederhana. Beberapa penelitian terdahulu telah menggunakan FTA untuk mendapatkan akar penyebab permasalahan (Cipta & Mulyati, 2021; Renggarsari et al., 2023; Tanto & Andesta, 2023).

Menurut Masrofah & Firdaus (2018), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode. Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan dengan cara pendekatan yang bersifat *top dan down*, dimulai dengan asumsi kegagalan atau kerugian dari masalah utama (*top event*) kemudian dari masalah utama dirinci penyebabnya hingga mencapai akar penyebab (Tanto & Andesta, 2023). Krisnaningsih et al. (2021) dan

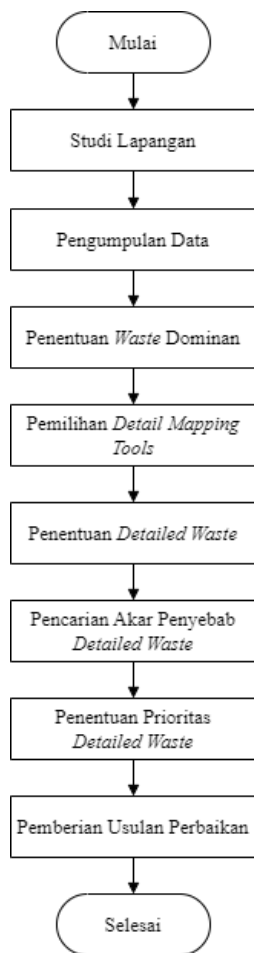
Armyanto et al. (2020) pada penelitiannya menunjukkan bahwa FMEA dapat digunakan untuk menentukan prioritas *waste* yang akan diberikan usulan perbaikan berdasarkan *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi.

CV Milkindo Berka Abadi merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang industri pengolahan susu pasteurisasi kemasan *cup*. Proses pengolahan susu pasteurisasi kemasan *cup* dimulai dari proses inspeksi bahan baku, pasteurisasi, pendinginan, *mixing*, inspeksi susu pasteurisasi, pengemasan, pemberian tanggal kedaluwarsa, pendinginan setelah dikemas, dan inspeksi barang jadi. Berdasarkan observasi pada proses produksi susu pasteurisasi kemasan *cup* diperoleh *waste* yang sering terjadi yaitu menunggu (*waiting*) dan gerakan berlebih (*unnecessary motion*). Kedua jenis *waste* tersebut sangat berpengaruh terhadap lamanya waktu proses produksi karena *waste* tersebut membutuhkan waktu tambahan dari proses produksi yang seharusnya.

Berdasarkan uraian permasalahan di CV Milkindo Berka Abadi, maka penelitian ini bertujuan untuk meminimasi *waste* pada proses produksi susu pasteurisasi kemasan *cup* dengan menggunakan pendekatan *lean manufacturing*. *Lean manufacturing* merupakan metode yang cocok dipakai perusahaan agar dapat mengidentifikasi *waste* serta mengurangi aktivitas yang tidak bernilai tambah (Ravizar & Rosihin, 2018). Selanjutnya *tools* yang digunakan dalam implementasi *lean manufacturing* dalam penelitian adalah metode Borda, VALSAT, FTA, dan FMEA. Metode Borda sebagai alat bantu untuk menentukan *waste* dominan. Selanjutnya VALSAT dipakai untuk menentukan *mapping tools* yang selanjutnya akan digunakan untuk menemukan *detailed waste* yang terjadi. Setelah itu FTA digunakan untuk menganalisis kejadian yang menjadi akar penyebab suatu *detailed waste*. Selanjutnya metode FMEA untuk menentukan prioritas *waste* berdasarkan RPN tertinggi. *Waste* yang memiliki RPN tertinggi merupakan *waste* yang perlu segera diberikan usulan perbaikan.

2. Metode Penelitian

Gambar 1 menunjukkan kerangka berpikir yang digunakan sebagai gambaran terkait tahapan penelitian secara keseluruhan. Berikut merupakan tahapan – tahapan dalam penelitian:



Gambar 1. Kerangka berpikir penelitian

1. Studi lapangan
Tahap studi lapangan merupakan kegiatan untuk mengetahui kondisi nyata di perusahaan dengan menggunakan teknik observasi, wawancara, dan kuesioner.
2. Pengumpulan data
Tahap pengumpulan data melalui observasi dan wawancara terkait data aliran material, aliran informasi, waktu siklus proses produksi, jumlah pekerja tiap stasiun kerja, waste yang terjadi, dan penyebab terjadinya waste.
3. Penentuan waste dominan
Untuk menentukan waste dominan, peneliti memberikan kuesioner terkait tingkat keseringan waste yang terjadi dengan skor 1 dengan bobot paling besar yang berarti waste tersebut memiliki tingkat yang paling sering terjadi sampai skor 5 dengan bobot paling kecil yang berarti waste tersebut memiliki tingkat yang tidak pernah terjadi. Kuesioner dibagikan kepada seluruh tim produksi yang berjumlah 4 orang yaitu supervisor produksi, penanggung jawab bahan baku, penanggung jawab barang jadi, dan Quality Control (QC).
4. Pemilihan mapping tools
Pemilihan mapping tools dengan menggunakan

Value Stream Mapping Tools (VALSAT) sesuai dengan waste yang dominan. Korelasi antara waste dengan mapping tools yang dinyatakan dengan adalah H (*High Correlation*), M (*Medium Correlation*), dan L (*Low Correlation*) seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Untuk menentukan skor pada masing – masing mapping tool, bobot dari setiap waste akan dikalikan dengan nilai korelasi waste dengan mapping tool. Mapping tools yang memiliki nilai tertinggi akan digunakan untuk menganalisis detailed waste.

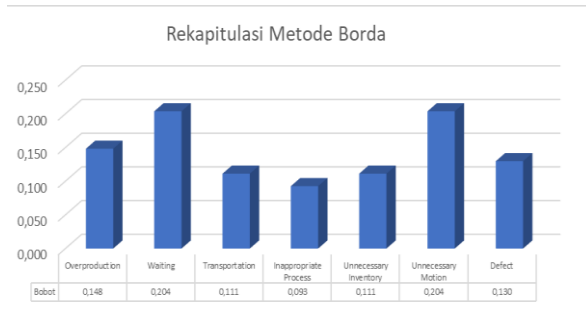
5. Penentuan detailed waste
Process Activity Mapping (PAM) digunakan untuk menghilangkan kegiatan yang tidak perlu, menyederhanakan, menggabungkan, dan mencari perubahan urutan yang akan mengurangi waste. Terdapat beberapa tahapan dalam melakukan pemetaan antara lain: melakukan analisis awal proses, diikuti dengan pencatatan secara rinci semua item yang diperlukan dalam setiap proses, dan menghasilkan peta proses. Di dalam peta proses telah dikategorikan dalam berbagai jenis aktivitas yaitu operation (O), transportation (T), inspection (I), delay (D), dan storage (S) (Hines & Rich, 1997). Berdasarkan *Process Activity Mapping (PAM)*, maka ditentukan aktivitas yang tidak memberi nilai tambah yang selanjutnya digunakan sebagai dasar penentuan detailed waste.
6. Pencarian akar penyebab detailed waste
Untuk mencari akar penyebab terjadinya dari masing – masing detailed waste, penelitian ini menggunakan metode *Fault Tree Analysis (FTA)* dengan cara *brainstorming* dengan supervisor produksi. Pembuatan FTA dilakukan untuk setiap detailed waste yang telah diperoleh pada tahap 5.
7. Penentuan prioritas detailed waste
Akar penyebab pada FTA akan menjadi mode kegagalan pada *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Sedangkan penyebab dan akibat pada tiap mode kegagalan, tindakan saat ini, dan penilaian tingkat Severity (S), Occurance (O), dan Detection (D) diperoleh melalui wawancara dengan supervisor produksi. Selanjutnya S, O, dan D akan dikalikan untuk mendapatkan *Risk Priority Number (RPN)*.
8. Pemberian usulan perbaikan
Usulan perbaikan didasarkan pada detailed waste yang memiliki RPN tertinggi. Penentuan usulan perbaikan melalui *brainstorming* dengan supervisor produksi CV Milkindo Berka Abadi

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Penentuan Waste Dominan

Pembobotan waste menggunakan metode Borda untuk menentukan waste dominan dari berbagai waste

yang ada. Peneliti memilih *waste* dengan peringkat pertama sebagai *waste* yang terpilih untuk dianalisis lebih lanjut yaitu *unnecessary motion* dan *waiting* dengan bobot yang sama senilai 0,204 seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rekapitulasi metode Borda

3.2 Pemilihan Mapping Tools

VALSAT memiliki 7 *mapping tools* yang akan dipakai untuk menganalisis *waste* yang ada. *Tools* yang memiliki nilai tertinggi akan digunakan untuk menganalisis *waste* lebih detail. Untuk menentukan nilai pada masing-masing *tools*, bobot dari setiap *waste* akan dikalikan dengan nilai korelasi *waste* dengan *tools* yang nantinya untuk mendapatkan skor (Hines & Rich, 1997). Tabel 1 menunjukkan korelasi VALSAT dengan *waste* yang dihubungkan dengan kode L, M, dan H. H menyatakan *high correlation* dengan faktor pengali 9, M menyatakan *medium correlation* dengan faktor pengali 3, dan L menyatakan *low correlation* dengan faktor pengali 1. Dari hasil pengolahan data, *mapping tool* yang terpilih untuk menentukan pemetaan *waste* adalah *Process Activity Mapping* (PAM) dengan skor 6,111.

3.3 Penentuan Detailed Waste

Sebelum pembuatan *Process Activity Mapping* (PAM) maka dilakukan pengamatan secara langsung pada proses produksi susu pasteurisasi. Dalam melakukan pengukuran waktu proses untuk setiap aktivitas, penulis menggunakan *stopwach* sebagai alat dalam melakukan pengukuran.

Hasil dari pemetaan aktivitas pada proses produksi susu pasteurisasi menggunakan *Process Activity Mapping* (PAM) terdapat pada Tabel 2. Total aktivitas pada proses produksi sebanyak 37 aktivitas dengan 20 aktivitas *operation* selama 9405,096 detik, 8 aktivitas *transportation* selama 449,21 detik, 3 aktivitas *inspection* selama 4307,506 detik, tidak ada aktivitas *storage*, dan 6 aktivitas *delay* selama 1350,452 detik. Total waktu dari keseluruhan aktivitas yaitu 15512,264 detik. Berdasarkan hasil pemetaan *waste* menggunakan *Process Activity Mapping* (PAM) dapat diketahui

bahwa *detailed waste* dari *waste unnecessary motion* yaitu pekerja mencari alat dan pekerja bolak balik memindahkan material. Sedangkan *detailed waste waiting* yaitu menunggu perbaikan mesin *filler* pada proses pengemasan dengan total waktu 1172,592 detik.

3.4 Pencarian Akar Penyebab Detailed Waste

Gambar 3 dan 4 menunjukkan akar penyebab terjadinya *detailed waste* menggunakan metode FTA. Gambar 3 menunjukkan akar penyebab pada *detailed waste* dari *waste unnecessary motion* yaitu pekerja mencari alat dan pekerja bolak balik memindahkan material. Penyebab dari pekerja mencari alat yaitu pekerja menaruh alat di sembarang tempat. Pekerja menaruh alat di sembarang tempat karena 3 faktor yaitu (1) pekerja tidak mengerti sistem penyimpanan alat yang efektif yang diakibatkan oleh kurangnya pelatihan pada pekerja mengenai sistem penyimpanan alat, (2) pekerja tidak mengembalikan alat pada tempatnya, dan (3) kurangnya koordinasi antara pekerja. Sedangkan pekerja bolak balik memindahkan material disebabkan oleh pekerja mengambil material satu persatu. Pekerja mengambil material satu persatu disebabkan oleh kapasitas muatan alat transportasi terbatas, alat transportasi terbatas, dan kurangnya sistem manajemen material yang efektif.

Gambar 4 menunjukkan akar penyebab pada *detailed waste waiting* yaitu menunggu perbaikan mesin *filler* pada proses pengemasan. Penyebab dari menunggu perbaikan mesin *filler* yang pertama adalah perusahaan harus memanggil teknisi dari luar perusahaan jika mesin tersebut rusak. Penyebab kedua adalah operator kurang mengecek mesin karena tidak ada jadwal perawatan mesin secara berkala sehingga mesin rusak pada saat akan dipakai. Mesin *filler* rusak karena beberapa faktor yaitu kurangnya pemahaman mengenai pemakaian mesin yang baik. Kurangnya pemahaman mengenai pemakaian mesin yang baik karena tidak ada pelatihan mengenai pemakaian mesin dengan baik. Selain itu, perusahaan belum memiliki departemen teknisi.

Tabel 1. Korelasi VALSAT dengan waste

| Waste | Process Activity Mapping | Supply Chain Response Matrix | | | | Decision Point Analysis | Physical Structure (a)Volume (b) Value |
|--------------------------|---------------------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------|-------------------------|--|
| | | Production Variety Funnel | Quality Filter Funnel | Demand Amplification Mapping | Decision Point Analysis | | |
| Overproduction | L | M | | L | M | M | |
| Waiting | H | H | L | | M | M | |
| Transportation | H | | | | | | L |
| Inappropriate Processing | H | | M | L | | L | |
| Unnecessary Inventory | M | H | M | | H | M | L |
| Unnecessary Motion | H | L | | | | | |
| Defect | L | | | H | | | |
| Notes | H = high correlation and usefulness | | | | | | |
| | M = medium correlation and usefulness | | | | | | |
| | L = low correlation and usefulness | | | | | | |

Tabel 2. Process Activity Mapping (PAM)

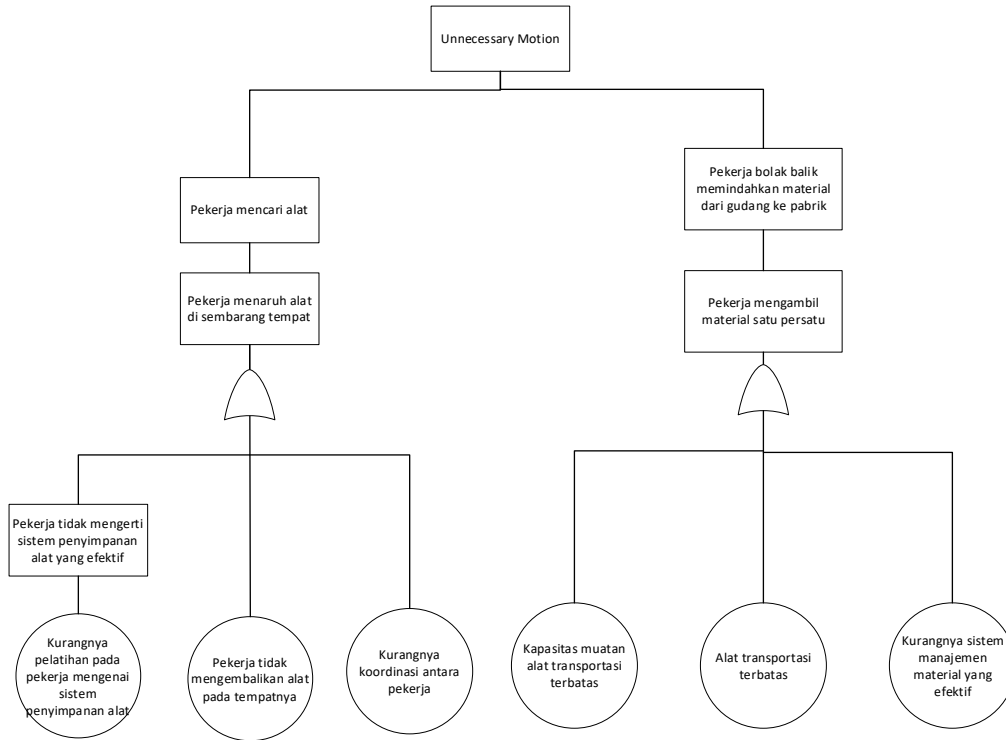
| No | Proses | Deskripsi Aktivitas | Kode | Jenis Aktivitas | | | | | Waktu (detik) | Man | Mesin/Alat | Aktivitas |
|----|--------------------------|--|------|-----------------|---|---|---|---|---------------|-----|---------------------|-----------|
| | | | | O | T | I | S | D | | | | |
| 1 | Inspeksi bahan baku susu | Mencari alat transportasi | A1 | | | | | | 42,4 | 1 | | NVA |
| | | Mengambil alat transportasi | A2 | | | | | | 23,624 | 1 | | NNVA |
| | | Memindahkan bahan baku susu dari gudang ke pabrik | A3 | | | | | | 73,766 | 1 | Troli barang | NNVA |
| | | Mencari gelas sebagai wadah untuk sampel | A4 | | | | | | 48,554 | 1 | | NVA |
| | | Mengambil gelas sebagai wadah untuk sampel | A5 | | | | | | 16,252 | 1 | | NNVA |
| | | Mengambil sampel bahan baku untuk diinspeksi | A6 | | | | | | 10,122 | 1 | | NNVA |
| | | Menginspeksi bahan baku susu | A7 | | | | | | 1800 | 1 | | NNVA |
| 2 | Pasteurisasi | Menuangkan bahan baku susu dari <i>milkcan</i> ke mesin pasteurisasi | B1 | | | | | | 51,282 | 2 | | NNVA |
| | | Memindahkan bahan baku gula dan garam dari gudang ke pabrik | B2 | | | | | | 78,79 | 1 | | NNVA |
| | | Mencari gelas ukur | B3 | | | | | | 28,74 | 1 | | NVA |
| | | Mengambil gelas ukur | B4 | | | | | | 19,358 | 1 | | NNVA |
| | | Mengukur jumlah gula dan garam sesuai takaran | B5 | | | | | | 12,616 | 1 | | NNVA |
| | | Menuangkan gula dan garam ke mesin | B6 | | | | | | 16 | 1 | | VA |
| | | Proses pasteurisasi | B7 | | | | | | 3649,34 | 1 | Mesin Pasteuri-sasi | VA |

| No | Proses | Deskripsi Aktivitas | Kode | Jenis Aktivitas | | | | | Waktu (detik) | Man | Mesin/ Alat | Aktivitas |
|----|-------------------------------|--|------|-----------------|---|---|---|---------|---------------|-----|---------------------------|-----------|
| | | | | O | T | I | S | D | | | | |
| 3 | Pendinginan | Memindahkan susu ke mesin pendingin | C1 | | | | | | 59,246 | 1 | | NNVA |
| | | Mendinginkan susu pasteurisasi | C2 | | | | | | 896,202 | 1 | Mesin pendingin | NNVA |
| 4 | Mixing | Memindahkan susu pasteurisasi ke mesin mixer | D1 | | | | | | 49,496 | 1 | | NNVA |
| | | Memindahkan pewarna dan perasa dari gudang ke pabrik | D2 | | | | | | 47,458 | 1 | | NNVA |
| | | Mencari gelas ukur | D3 | | | | | | 21,722 | 1 | | NVA |
| | | Mengambil gelas ukur | D4 | | | | | | 17,76 | 1 | | NNVA |
| | | Mengukur jumlah pewarna dan perasa sesuai takaran | D5 | | | | | | 18,602 | 1 | | NNVA |
| | | Menuangkan pewarna dan perasa ke dalam mesin mixer | D6 | | | | | | 8,434 | 1 | | VA |
| | | Mengaduk susu pasteurisasi dengan pewarna dan perasa | D7 | | | | | | 88,012 | 1 | Mesin mixer | NNVA |
| 5 | Inspeksi susu pasteurisasi | Mencari gelas sebagai wadah untuk sampel | E1 | | | | | | 36,444 | 1 | | NVA |
| | | Mengambil gelas sebagai wadah untuk sampel | E2 | | | | | | 20,018 | 1 | | NNVA |
| | | Mengambil sampel susu pasteurisasi untuk diinspeksi | E3 | | | | | | 7,486 | 1 | | NNVA |
| | | Menginspeksi susu pasteurisasi | E4 | | | | | | 1800 | 1 | | NNVA |
| 6 | Pengemasan | Memindahkan susu pasteurisasi dari mesin mixer ke mesin filler | F1 | | | | | | 19,272 | 1 | | NNVA |
| | | Memindahkan cup dan lid cup ke mesin filler | F2 | | | | | | 69,9 | 1 | | NNVA |
| | | Proses pengisian dan pengemasan | F3 | | | | | | 2398,08 | 1 | Mesin filler | VA |
| | | Menunggu perbaikan mesin filler | F4 | | | | | | 1172,60 | 1 | | NVA |
| | | Melanjutkan proses pengisian dan pengemasan | F5 | | | | | | 697,91 | 1 | Mesin filler | VA |
| 7 | Pemberian tanggal kedaluwarsa | Mengatur tanggal kedaluwarsa pada mesin <i>expired date</i> | G1 | | | | | | 59,804 | 1 | | NNVA |
| | | Mengetes mesin <i>expired date</i> | G2 | | | | | | 20,644 | 1 | Mesin <i>expired date</i> | NNVA |
| | | Memberikan tanggal kedaluwarsa | G3 | | | | | | 1031,89 | 1 | Mesin <i>expired date</i> | NNVA |
| 8 | Pendinginan setelah dikemas | Proses pendinginan susu pasteurisasi yang sudah dikemas | H1 | | | | | 392,946 | 1 | | NNVA | |
| 9 | Inspeksi barang jadi | Menginspeksi produk jadi dari kecacatan | I1 | | | | | 707,506 | 2 | | NNVA | |

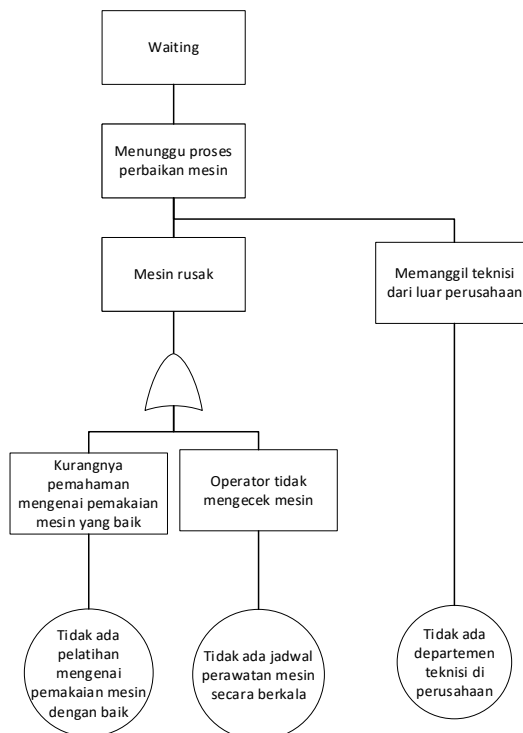
3.5 Penentuan Prioritas *Detailed Waste*

Setelah mengetahui akar penyebab masing-masing *detailed waste*, langkah selanjutnya yaitu menentukan prioritas *detailed waste* menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Tabel 3 menunjukkan perhitungan RPN pada masing-masing *waste* dominan dan *detailed waste*. *Detailed waste* dengan RPN tertinggi pada *waste waiting* yaitu

menunggu proses perbaikan mesin *filler* yang disebabkan karena tidak ada jadwal perawatan mesin secara berkala. Sedangkan *detail waste* dengan RPN tertinggi pada *waste unnecessary motion* yaitu pekerja mencari alat yang disebabkan karena pekerja tidak mengembalikan alat pada tempatnya. Selanjutnya *detail waste* dengan RPN tertinggi tersebut harus diperbaiki dengan segera dan akan dilanjutkan dengan pemberian usulan perbaikan.



Gambar 3. FTA dari *waste unnecessary motion*



Gambar 4. FTA dari *waste waiting*

Tabel 3. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

| Waste | Failure Mode (Kegagalan) | Effect of Failure (Akibat) | Cause of Failure (Penyebab) | Current Control (Solusi) | Existing Conditions | | | | Tindakan |
|--------------------|--|---|---|--|---------------------|---|----|---|---|
| | | | | | S | O | D | RPN | |
| Waiting | Menunggu proses perbaikan mesin | Lamanya proses pengemasan | Tidak ada pelatihan mengenai pemakaian mesin dengan baik | Belum ada | 4 | 7 | 2 | 56 | Mengadakan <i>training workshop</i> mengenai pemakaian mesin yang baik |
| | | Lamanya proses pengemasan | Tidak ada jadwal perawatan mesin secara berkala | Belum ada | 4 | 8 | 4 | 128 | Membuat jadwal <i>preventive maintenance</i> |
| | | Lamanya proses pengemasan | Tidak ada departemen teknisi di perusahaan | Memanggil teknisi dari luar perusahaan | 4 | 5 | 2 | 40 | Membuat departemen teknisi dan memperkerjakan teknisi di perusahaan |
| Unnecessary Motion | Pekerja mencari alat | Memperlambat proses selanjutnya | Kurangnya pelatihan pada pekerja mengenai sistem penyimpanan alat | Belum ada | 3 | 6 | 2 | 36 | Mengadakan <i>training workshop</i> mengenai sistem penyimpanan alat |
| | | Memperlambat proses selanjutnya | Pekerja tidak mengembalikan alat pada tempatnya | Belum ada | 3 | 8 | 3 | 72 | Membuat <i>visual display</i> untuk mengingatkan pekerja agar mengembalikan alat di tempat semula |
| | pekerja bolak balik memindahkan material | Memperlambat proses selanjutnya | Kurangnya koordinasi antara pekerja | Belum ada | 3 | 6 | 3 | 54 | Membangun komunikasi yang baik antara pekerja |
| | | Pekerja lelah | Alat transportasi terbatas | Belum ada | 3 | 8 | 2 | 48 | Menambah jumlah alat transportasi untuk mempercepat proses pemindahan material |
| | | Pekerja lelah | Kurangnya sistem manajemen material yang efektif | Belum ada | 3 | 7 | 2 | 42 | Perusahaan membuat SOP perpindahan material secara keseluruhan |
| | Pekerja lelah | Kapasitas muatan alat transportasi terbatas | Belum ada | 3 | 8 | 2 | 48 | Menambah alat transportasi yang memiliki kapasitas yang lebih besar daripada sebelumnya | |

3.6 Pemberian Usulan Perbaikan

Berdasarkan *brainstorming* dengan *supervisor* produksi, usulan perbaikan yang diberikan untuk CV Milkindo Berka Abadi yaitu:

1. Penerapan *preventive maintenance*

Tidak ada jadwal perawatan mesin secara berkala merupakan akar penyebab utama dengan RPN tertinggi dari *detailed waste* menunggu proses pengemasan. Menurut hasil pengamatan dan wawancara dengan *supervisor* produksi yang dilakukan, CV Milkindo Berka Abadi belum menerapkan *preventive*

maintenance untuk setiap mesin khususnya pada mesin *filler*. Saat ini perusahaan hanya melakukan perbaikan mesin jika mesin mati total. Oleh karena itu, perusahaan perlu menerapkan *preventive maintenance*. Dimana jadwal penggantian komponen mesin bisa dihitung dengan mempertimbangkan keandalan mesin. Selain itu perusahaan dapat menggunakan beberapa metode diantaranya *Reliability Centred Maintenance (RCM)* atau *age replacement*.

2. Pemasangan *visual display*

Pekerja tidak mengembalikan alat pada

tempatnyanya merupakan akar penyebab utama dengan RPN tertinggi dari *detailed waste* pekerja mencari alat. Sebelum melakukan perpindahan material dan sebelum melakukan proses, operator sering kali mencari alat terlebih dahulu sehingga membutuhkan waktu tambahan. Dari permasalahan ini, usulan perbaikan yang diberikan yaitu memasang *visual display* untuk mengingatkan pekerja agar mengembalikan alat di tempat semula seperti ditunjukkan pada Gambar 5. *Visual display* tersebut disarankan untuk dipasang pada gudang sebelum proses inspeksi bahan baku susu untuk mengembalikan alat transportasi, pada stasiun inspeksi untuk mengembalikan gelas, serta pada stasiun pasteurisasi dan *mixing* untuk mengembalikan gelas ukur.

Visual display yang diusulkan menggunakan warna biru. Menurut Junaedi & Cholisana (2021), *visual display* berwarna biru memiliki efek jarak jauh, efek suhu sejuk, dan efek psikis menenangkan yang berarti *visual display* dengan warna biru tersebut memiliki makna untuk wajib ditaati. Kemudian perhitungan ketebalan huruf (*stroke width*), tinggi huruf (*letter height*), dan lebar huruf (*letter weight*) mengacu rumus yang diusulkan oleh Sanders & McCormick (1993). Dari hasil perhitungan, ketebalan huruf = 1,74 mm, tinggi huruf = 17,4 mm, dan lebar huruf = 10,44 mm adalah ukuran yang paling sesuai untuk *visual display* yang disarankan.



Gambar 5. Usulan *visual display*

4. Kesimpulan

Hasil pengolahan data menggunakan metode Borda diperoleh 2 *waste* dominan yaitu *unnecessary motion* dan *waiting* dengan bobot 0,204. Hasil dari metode VALSAT yaitu *mapping tool* PAM terpilih untuk pemetaan *waste*. Berdasarkan PAM diketahui bahwa *detailed waste* dari *waste unnecessary motion* yaitu pekerja mencari alat dan pekerja bolak balik memindahkan material. Sedangkan *detailed waste waiting* yaitu menunggu perbaikan mesin *filler* pada proses pengemasan. Usulan perbaikan sesuai dengan *detailed waste* yang memiliki RPN tertinggi yaitu menerapkan *preventive maintenance* dan memasang *visual display* untuk mengingatkan pekerja agar mengembalikan alat di tempat semula. Dengan usulan tersebut diharapkan *detailed waste* dapat diminimasi dan waktu proses produksi menjadi lebih singkat. Implikasi dari kedua usulan tersebut, perusahaan perlu memiliki departemen teknisi sendiri, mengikuti

pelatihan-pelatihan terkait dengan *preventive maintenance* dan metode-metode untuk perhitungan interval perawatan/penggantian komponen, serta menempel *visual display* sesuai saran yang diberikan oleh peneliti.

Daftar Pustaka

- Armyanto, H. D., Djumhariyanto, D., & Mulyadi, S. (2020). Penerapan lean manufacturing dengan metode VSM dan FMEA untuk mereduksi pemborosan produksi sarden. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 13(1), 37–42. <http://ojs.unud.ac.id/index.php/jem>
- Cheng, K. E., & Deek, F. P. (2006). Voting methods and information exchange in group support systems. *Association for Information Systems - 12th Americas Conference On Information Systems, AMCIS 2006, 1*, 105–111.
- Cipta, K., & Mulyati, D. S. (2021). Usulan perbaikan kualitas produk labu ukur menggunakan fault tree analysis (FTA) dan failure mode effect analysis (FMEA) di CV. X. *Jurnal Riset Teknik Industri*, 1(1), 36–42. <https://doi.org/10.29313/jrti.v1i1.94>
- Fitriyani, R., Saifudin, S., & Margareta, K. (2019). Usulan perbaikan untuk pengurangan waste pada proses produksi dengan metoda lean manufacturing. *Jurnal Penelitian Dan Aplikasi Sistem & Teknik Industri (PASTI)*, 13(2), 187–201. <https://doi.org/10.22441/pasti.2019.v13i2.008>
- Garside, A. K., & Baya'sud, F. (2008). Rancangan perbaikan proses produksi dengan pendekatan lean six sigma di CV. Guntur Malang. *Performa*, 7(1), 66–74. <https://doi.org/https://doi.org/10.20961/performa.7.1.13774>
- Hines, P., & Rich, N. (1997). The Seven Tools for Value Stream Mapping. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(1), 45–64.
- Ishak, F. A., Johari, M. K., & Dolah, R. (2018). A case study of lean application for shortest lead time in composite repair shop. *International Journal of Engineering and Technology(UAE)*, 7(4), 112–119. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.13.21341>
- Isnain, S. K., & Karningsih, P. D. (2020). Perancangan Perbaikan Proses Produksi Komponen Bodi Mobil Daihatsu dengan Lean Manufacturing di PT. "XYZ." *Jurnal Studi Manajemen Dan Bisnis*, 5(2), 122–129. <https://doi.org/10.21107/jsmb.v5i2.6667>
- Junaedi, D., & Cholisana, A. (2021). Perancangan Visual Display Informasi Dengan Pendekatan Ergonomi. *Jurnal Penelitian Dan Aplikasi Sistem & Teknik Industri (PASTI)*, XV(2), 137–146. <https://doi.org/https://doi.org/10.35194/jmtsi.v2i2.404>
- Krisnaningsih, E., Gautama, P., & Syams, M. F. K. (2021). Usulan Perbaikan Kualitas dengan Menggunakan Metode FTA dan FMEA. *Jurnal Intent: Jurnal Industri Dan Teknologi Terpadu*, 4(1), 41–54. <https://ejournal.lppm->

- unbaja.ac.id/index.php/intent/article/view/1401
- Krisnanti, E. D., & Garside, A. K. (2022). Penerapan Lean Manufacturing untuk Meminimasi Waste Percetakan Box. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 8(2), 99–108. <https://doi.org/10.30656/intech.v8i2.4780>
- Lee, W. S., Grosh, D. L., Tillman, F. A., & Lie, C. H. (1985). Fault Tree Analysis, Methods, and Applications - A Review. *IEEE Transactions on Reliability*, R-34(3), 194–203. <https://doi.org/10.1109/TR.1985.5222114>
- Lindhe, A., Rosén, L., Norberg, T., & Bergstedt, O. (2009). Fault tree analysis for integrated and probabilistic risk analysis of drinking water systems. *Water Research*, 43(6), 1641–1653. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2008.12.034>
- Masrofah, I., & Firdaus, H. (2018). Analisis Cacat Produk Baju Muslim Di Pd . Yarico Collection Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis. *Jurnal Media Teknik Dan Sistem Industri*, 2(2), 43–55. <https://doi.org/https://doi.org/10.35194/jmtsi.v2i2.404>
- Nash, K., Zhang, H., & Strawderman, L. (2011). Empirical Assessment of Decision Making Behavior in Multi-Criteria Scenarios. *Proceedings of the 2011 Industrial Engineering Research Conference*, 1–5.
- Pontiana, A., & Singgih, M. L. (2021). Perbaikan Proses Produksi Jerrycan 5 Liter di PT. Kemasan Menggunakan Pendekatan Lean Manufacturing. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2), F310–F315. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i2.56067>
- Rakhmaputri, S., Aribowo, B., Nurhasanah, N., & Purwandari, A. T. (2023). Analisis Waste Pada UMKM Konveksi Menggunakan Pendekatan Lean Manufacturing Maxsupply. *Metris*, 24(1), 49–58. <https://doi.org/https://doi.org/10.25170/metris.v24i01.4251>
- Ravizar, A., & Rosihin, R. (2018). Penerapan Lean Manufacturing untuk Mengurangi Waste pada Produksi Absorbent. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 4(1 SE-Articles), 23–32. <https://doi.org/10.30656/intech.v4i1.854>
- Renggarsari, R. R., Garside, A. K., Rosiani, T. Y., & Saputro, T. E. (2023). Integration of Lean Six Sigma and Theory of Inventive Problem Solving for Minimizing Waste in Shuttlecock Industry. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 22(2), 239–250. <https://doi.org/https://doi.org/10.23917/jiti.v22i2.23012>
- Ristyowati, T., Muhsin, A., & Nurani, P. P. (2017). Minimasi Waste Pada Aktivitas Proses Produksi Dengan Konsep Lean Manufacturing (Studi Kasus di PT. Sport Glove Indonesia). *OPSI Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 10(1), 85–96. <https://doi.org/10.31315/opsi.v10i1.2191>
- Sanders, M. S., & McCormick, E. J. (1993). *Human factors in engineering and design*. McGraw-Hill.
- Tanto, A. P., & Andesta, D. (2023). Analisis Kecacatan Produk dengan Metode FMEA dan FTA pada Produk Meja OKT 501 di PT . Kurnia Persada Mitra Mandiri. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(2), 5206–5216. <https://doi.org/https://doi.org/10.32672/jse.v8i2.5961>
- Womack, J., & Jones, D. (1997). Lean Thinking-Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148. <https://doi.org/10.1057/jors.2010.172>