

## Analisa faktor-faktor *lean* proses untuk meningkatkan efektivitas proses produksi: Studi kasus di Industri Farmasi BFM)

(*Analysis of lean process factors to improve production process effectiveness : Case study in BFM Pharmaceutical Industry*)

Oom Oman Abdurrahman<sup>1#)</sup>, Vita Sarasi<sup>2</sup>, Iman Chaerudin<sup>3</sup>, Ina Primiana<sup>4</sup>, Akhmad Yunani<sup>5</sup>  
Universitas Padjadjaran, Bandung Jawa Barat

#) Corresponding author: [oom.abdurrahman78@gmail.com](mailto:oom.abdurrahman78@gmail.com)

Received 14 January 2022, Revised 14 April 2022, Accepted 18 April 2022, Published 13 May 2022

**Abstrak.** BFM merupakan perusahaan farmasi yang memproduksi *bulk Tetanus Toxoid* (TT). Permintaan *bulk* TT terus meningkat hingga 2025, sementara penggunaan kapasitas produksi telah mencapai 97% dari kapasitas desainnya. Kapasitas produksi *bulk* TT tersebut tidak memadai, sedangkan luas gedung tidak mungkin diperbesar sehingga diperlukan penelitian untuk menciptakan *lean* process dengan menata ulang kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses produksi. Metode campuran deskriptif kuantitatif dan kualitatif digunakan dalam penelitian ini. Simulasi untuk mengurangi pemborosan (*waste*) dilakukan dengan pendekatan *Gemba Kaizen* dan *Kanban*, sedangkan simulasi kapasitas produksi dilakukan dengan Sistem Dinamis. Hasil penelitian ini menemukan ada 148 *waste*, terdiri dari 4 penyebab *waste* kategori prioritas tinggi, 20 prioritas sedang, dan 124 prioritas rendah. Perbaikan dilakukan terhadap penyebab *waste* kategori tinggi dan kategori sedang dan menghasilkan *waste priority number* (WPN) menurun signifikan dari 347,3 menjadi 47,2. Simulasi juga menghasilkan peningkatan pada keseluruhan *value stream* yakni peningkatan *Value Added Ratio* (VAR) 12,57%, pengurangan *lead time* produksi 21,01% dan penurunan total *cycle time* 11,65%. Temuan ini sekaligus mengindikasikan bahwa perbaikan yang dilakukan efektif dalam mengeliminasi *waste*. Dari keseluruhan perbaikan diperoleh peningkatan produktivitas sebesar 25,0%.

Kata kunci: *lean continuous improvement*, *waste priority number*, *value added ration*, sistem dinamis.

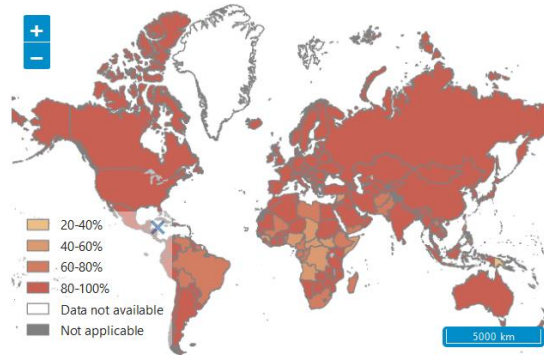
**Abstract.** BFM is a pharmaceutical company that produces *bulk Tetanus Toxoid* (TT). Bulk TT demand will continue to increase until 2025, while the current utilization rate has reached 97% of its design capacity. Bulk TT's current production capacity is insufficient, while the building area cannot be enlarged. This research was conducted to improve non-necessary value added by identifying and reducing waste to run well even though the production capacity is limited. Mix descriptive qualitative and quantitative methods are applied in this research. Production simulation is undertaken to reduce waste through the *Gemba Kaizen* approach and *Kanban*, while production capacity simulation is carried out using Dynamic Systems. The results of the simulations are described in the *Balanced Scorecard*. The research revealed there are 148 wastes consisting of 4 causes of waste in the high priority category, 20 medium priority and 124 low priority. The simulation generates a significant decrease value of the waste priority number (WPN) from 347.3 to 47.2. There was also an increase in the overall value stream. Value-added ratio (VAR) increased 12.57%, production lead time reduced 21.01%, and total cycle time decreased 11.65%. These findings indicated that the improvement was effective in eliminating waste. From the overall improvement, there was an increase in productivity of 25.0%.

Keywords: *lean continuous improvement*, *waste priority number*, *value added ration*, sistem dinamis.

## 1 Pendahuluan

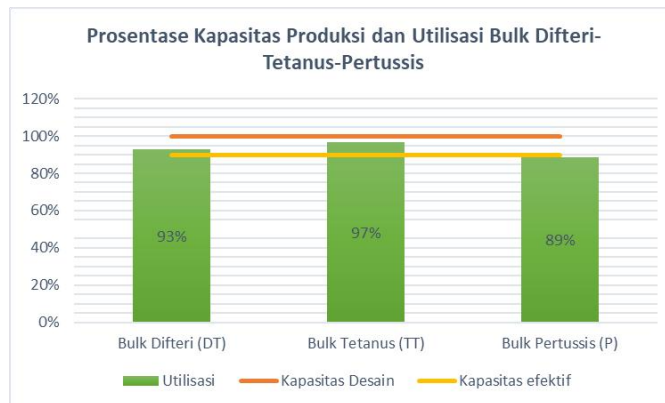
Situasi pandemi covid-19 yang mempengaruhi proses produksi telah menciptakan peluang baru bagi perusahaan untuk menerapkan *lean manufacturing* agar proses produksi lebih efektif dan efisien termasuk di industri vaksin (Hartanti & Singgih, 2020; Rahman et al., 2013). Pada tahun

2019, cakupan imunisasi global DTP3 hampir mencapai 100% di beberapa negara, namun masih ada negara yang cakupan imunisasinya di bawah 60% seperti pada Gambar 1.



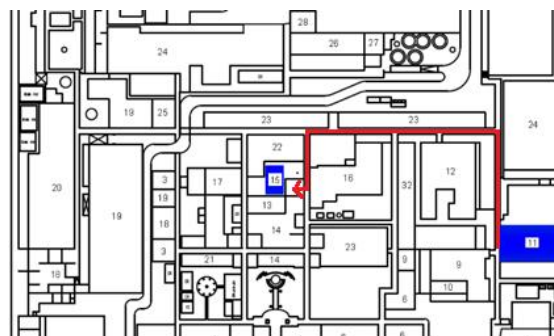
**Gambar 1 Cakupan imunisasi global DTP3 global tahun 2019.**  
Sumber : WHO, 2019

Sejumlah negara telah melaksanakan program imunisasi untuk mencegah penyakit akibat serangan bakteri tetanus, difteri dan pertusis dalam bentuk pemberian vaksin yang mengandung komponen *Difteri*, *Tetanus* dan *Pertusis* (Sarasi et al., 2019). Saat ini, BFM memproduksi *bulk* bakteri, diantaranya *bulk difteri toksoid* (DT), *bulk tetanus toksoid* (TT), dan *bulk pertusis* (P) dengan menerapkan QMS, GMP dan ISO dalam sistem operasinya. Kapasitas produksi dan utilisasi ke-3 *bulk* bakteri rata-rata tahun 2016-2020 tergambar dalam Gambar 2.



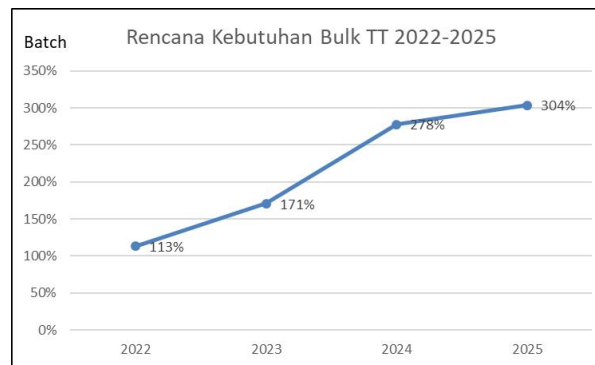
**Gambar 2 Kapasitas dan Utilisasi rata-rata produksi Bulk DT-TT-P.**

Gambar 2 menunjukkan tingkat utilisasi kapasitas produksi bulk DT 93%, *bulk* TT 97% dan bulk P 89% dimana utilisasi *bulk* TT tertinggi dibandingkan dengan utilisasi bulk lainnya. Kondisi ini menunjukkan bahwa kapasitas produksi bulk TT yang saat ini terpasang sudah tidak memadai, sedangkan luas gedung yang merupakan tempat produksi *bulk* TT (Gedung 11 dan 15) tidak mungkin diperbesar di lokasi saat ini. Tata letak gedung digambarkan pada Gambar 3 di bawah ini.



**Gambar 3 Tata letak gedung produksi dan administrasi BFM.**

Walaupun penggunaan kapasitas produksi telah mencapai 97% dan tidak mungkin dilakukan penambahan fasilitas, pada tahun 2021 telah ditetapkan rencana kebutuhan *bulk* TT tahun 2022-2025 sebagaimana terlihat pada Gambar 4 di bawah ini.



**Gambar 4** Rencana penggunaan kapasitas produksi *Bulk* TT terhadap kapasitas desain 2022 – 2025.

Dari Gambar 4 tersebut terlihat rencana kebutuhan *bulk* TT untuk tahun 2022-2025, dan ini telah melebihi kapasitas desainnya. Pada tahun 2024 – 2025 kebutuhan bahkan mencapai 278% & 304% dari kapasitas desain produksi yang saat ini. Hal ini menuntut pengelolaan proses produksi yang baik serta menghilangkan pemborosan agar produksi mencapai target walaupun dalam fasilitas yang terbatas (Haviana & Hernadewita, 2019; Sarasi & Chaerudin, 2021; Setiawan & Hasibuan, 2021).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk (1) untuk mengetahui proses produksi *bulk* TT saat ini di BFM, (2) untuk menganalisis penerapan *lean continuous improvement* menggunakan *Value Stream Map* pada produksi *bulk* TT di BFM, (3) Untuk mengetahui kapasitas produksi *bulk* TT di BFM setelah penerapan *lean continuous improvement* berdasar analisis simulasi menggunakan *system dynamic modelling*. (4) Untuk mengetahui dampak *improvement* yang diperoleh dengan penerapan *lean continuous improvement* terhadap efisiensi pada produksi *bulk* TT di BFM.

## 2 Metoda

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kombinasi deskriptif kuantitatif dan kualitatif (Creswell, 2014). Simulasi proses dengan menggunakan teknik *Process Activity Mapping* (PAM) untuk menghitung jarak yang ditempuh dalam setiap aktivitas, orang yang terlibat pada aktivitas tersebut, total jam kerja pekerja, proporsi *non-value added activities*, *value added activities*, *necessary non-value added activities*, dan pengalokasian aktivitas pada jenisnya masing-masing, seperti *operation*, *transport*, *inspect*, *store*, atau *delay* sehingga mengetahui *waste* pada alur proses produksi untuk dianalisis lebih lanjut (Holtskog, 2013; Henrique et al., 2021). Teknik VSM dengan menggunakan aplikasi VISIO dilakukan untuk menggambarkan *current & future state mapping*. Dalam memetakan *value stream* proses produksi, dapat dilakukan melalui langkah (Nandakumar et al., 2020; Setiawan et al., 2021; Marendra, 20):

1. membuat *Big Picture Mapping* melalui 5 tahapan/prosedur:
  - merekam permintaan pelanggan.
  - menambahkan aliran informasi
  - menambahkan aliran fisik
  - menghubungkan aliran fisik dan informasi
  - menyusun pemetaan
2. membuat gambar VSM saat ini (*current state mapping*) dari proses.
3. membuat peta semua proses produksi.
4. melengkapi jumlah operator pada setiap tahapan proses
5. melengkapi informasi waktu yang digunakan yang terdiri dari *Cycle Time* (CT), *Lead Time* (LT), *Value Added Cycle Time* (VACT), *Non-Value-Added Cycle Time* (NVACT), *takt time* dan jarak tempuh (*distance*).
6. melengkapi diagram waktu *value added* dan *non-value added time*.
7. menghitung *value added ratio* (VAR), yang dihitung dengan rumus berikut:

$$VAR = \frac{\text{value added time (process time)}}{\text{total process cycle time}} \times 100\%$$

Rasio ini berfungsi sebagai alat yang efektif untuk menelusuri seberapa besar kemajuan dalam mengeliminasi waste (Kholil et al., 2018). Jika VAR meningkat, maka total cycle time untuk proses produksi akan menurun, yang memiliki arti bahwa terjadi percepatan waktu penyerahan produk (barang/jasa) kepada pelanggan (Sarasi et al., 2021; Gaspersz, 2002).

### 3 Hasil dan Pembahasan

#### Flow Process Chart/Process Activity Mapping Eksisting

Pada tahap identifikasi ini digunakan alat process activity mapping (PAM) untuk memetakan aktivitas mana yang termasuk VA (Value Added), NVA (Non-Value Added), dan NNVA (Necessary but Non-Value Added) yang akan diintegrasikan dengan biaya aktivitas (cost activity) dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

**Tabel 1 Process Activity Mapping**

Total Sub-Proses/Aktivitas	23 aktivitas
Total Value-Added Activities	13 aktivitas
Total Non-Value Added Activities	2 aktivitas
Total Necessary Non-Value Added Activities	8 aktivitas
Total Jarak yang dilalui	612,94 meter
Total Operator yang terlibat	30 orang

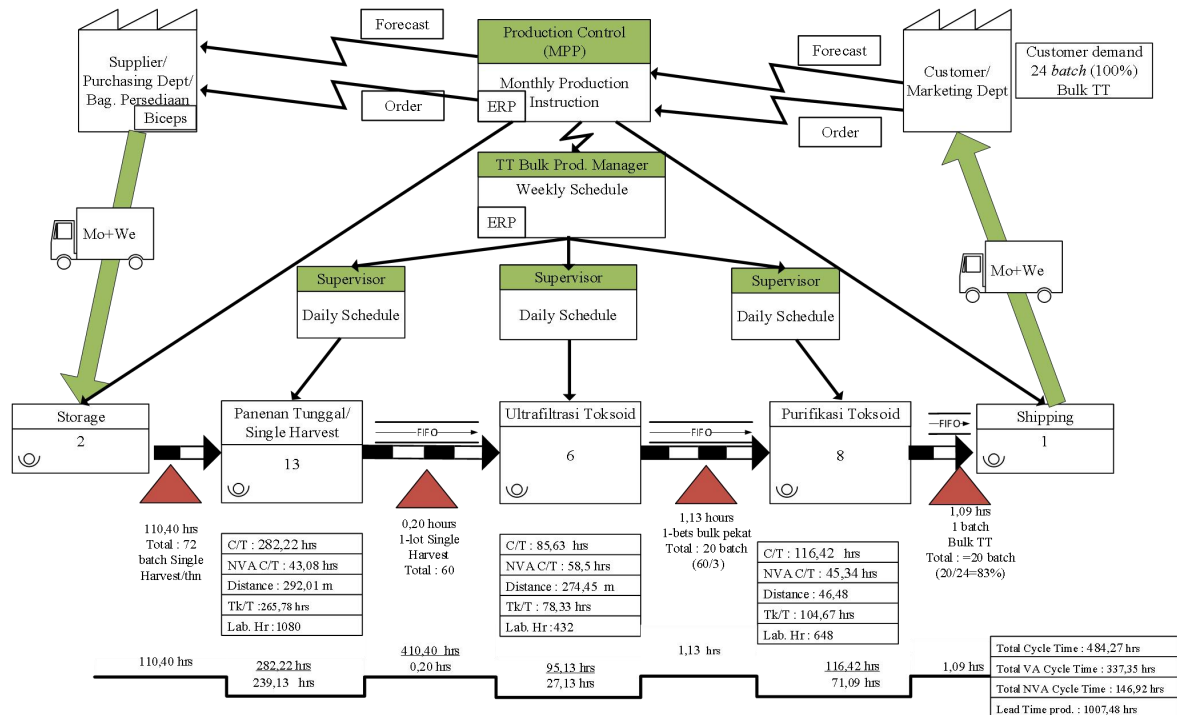
**Tabel 2 Flow Process Chart atau Process Activity Mapping Eksisting**

Proses	No Langkah	Sub Proses/Aktivitas	Aktivitas	Distance (M)	Jumlah Operator	Labour Hour	Simbol					Kategori	% Non Value Added Activities	% Value Added Activities	Jumlah VA-NVA/NNVA	
							O	T	D	I	S					
Single harvest	1	Inventory awal material melalui sistem MRP & perencanaan stock bagian	I		2	144,0						VA	46,67%	53,33%	100,00%	
	2	1 lot labware dan peralatan single harvest menunggu proses sterilisasi	D		2	144,0						NNVA				
	3	Proses Media Preparation: pertumbuhan bakteri	O	48,80	2	144,0						VA				
	4	1 lot media dan peralatan perungai ditransfer ke ruang produksi	T	94,50	2	144,0						NNVA				
	5	Proses cultivation: bakteri tetanus	O	2,00	1	72,0						VA				
	6	Operator memindahkan transport vessel dari ruang penyimpanan ke ruang harvest	D	72,00	1	72,0						NVA				
	7	Proses identifikasi kultur	O	2,00	1	72,0						VA				
	8	85% rendermen tola in yang diperoleh dideteksi di dalam tangki deteksi	O	21,51	2	144,0						VA				
	9	1 lot single harvest bulk TT ester menunggu proses selanjutnya	S	51,20	2	144,0						NNVA				
Ultrafiltration	10	1 lot produk ditransfer dari cold storage ke ruang ultrafiltrasi	T	28,30	1	72,0						NNVA	33,33%	66,67%	100,00%	
	11	Proses buffer solution filtration	O		1	72,0						VA				
	12	Proses ultrafiltration: produk tolaoid menggunakan mesin TFF	O		2	144,0						VA				
	13	Proses filtrasi & bulk filling	O	25,00	1	72,0						VA				
	14	1 lot bulk pekat menunggu di Process Control dan menghasilkan rendermen 90%	I									NNVA				
	15	1 batch produk bulk pekat ditransfer ke gedung L5 untuk dipress lebih lanjut	T	221,15	1	72,0						NNVA				
Purification	16	1 batch labware dan transport vessel purifikasi menunggu proses sterilisasi	O	12,33	2	144,0						NNVA	44,44%	55,56%	100,00%	
	17	Proses pooling & adjustment tolaoid pekat	O	3,30	1	72,0						VA				
	18	Proses purification step-1 tolaoid TT	O	3,30	1	72,0						VA				
	19	Proses purification step-2 tolaoid TT	O	3,30								VA				
	20	Proses diafiltration tolaoid TT	O	3,30	1	72,0						VA				
	21	1 batch bulk rumi menunggu tahap berikutnya	S	3,30	1	72,0						NVA				
	22	Proses filtration & bulk filling menghasilkan rendermen 90% bulk TT rumi	O	2,95	2	144,0						VA				
	23	1 batch bulk TT ditransfer menuju cold storage	T	14,70	1	72,0						NNVA				
<b>Total : 23 sub proses</b>				612,94	30	2160,0	13	4	2	2	2	13				
												VA	13			
												NVA	2			
												NNVA	8			

#### Current State Value Stream Mapping

Adapun hasil pemetaan value stream mapping dan value added assessment sepanjang proses produksi bulk TT dapat dilihat pada Gambar 5. Dari hasil pemetaan juga didapatkan hasil total lead

time produksi sebesar 1007,48 jam atau 1007 jam 29 menit dengan perbandingan nilai VA: NVA sebesar 337,35 jam: 146,92 jam.



Gambar 5 Current State Value Stream Mapping Proses Produksi Bulk TT BFM.

**Identifikasi Pembobotan Pemborosan (Waste) melalui FGD**

Pemborosan yang diidentifikasi pada FGD adalah semua aktivitas yang mengkonsumsi sumber daya, waktu dan tempat tetapi tidak memberi nilai tambah pada produksi *bulk* TT dengan menganalisa terhadap delapan jenis pemborosan menurut Souza & Carpinetti (2014) sebagai berikut:

- 1) Produksi berlebih (*Overproduction*)
- 2) Persediaan berlebih (*Unnecessary inventory*)
- 3) Transportasi yang tidak perlu (*inefficient transportation*)
- 4) Produk cacat (*Defect*)
- 5) Waktu menunggu (*Waiting time*)
- 6) Proses berlebih (*Over Batch processing*) atau proses tidak tepat (*incorrect processing*)
- 7) Gerakan yang tidak perlu (*Unnecessary motion*)
- 8) Pemborosan keahlian dan kreativitas (*Talent and creativity waste*)

Berdasar wawancara dan observasi yang dilakukan terungkap bahwa *item waste* yang pernah terjadi di unit kerja produksi *bulk* TT dikategorikan dalam macam-macam kategori *waste*: *inefficient transportation*, *waiting time*, *over batch processing*, *unnecessary motion*. Selanjutnya dilakukan identifikasi lebih lanjut untuk menemukan penyebab *waste* menggunakan *fishbone*. Penentuan prioritas penanganan *waste* dikelompokkan kedalam 3 kategori; *high* (high priority), *moderate* (medium priority), dan *low* (low priority) berdasarkan nilai WPN dan *Cause Priority Number* (CPN) yang diperoleh melalui penyebaran kuesioner, dan selanjutnya menentukan *recommended action* menggunakan *waste-FMEA*.

**Analisis Data W-FMEA**

Dari hasil analisis *Waste-FMEA*, teridentifikasi 4 jenis *waste* yaitu *waiting time*, *over batch processing*, *unnecessary motion* dan *inefficient transportation*. Adapun jumlah penyebab *waste* total sebanyak 148 yang terdiri dari 4 *high priority*, 20 *medium priority* dan 124 *low priority*. Dalam penelitian ini, tindakan perbaikan dilakukan terhadap 24 penyebab *waste* dengan kategori *high* dan *medium priority*.

Tabel 3 Daftar *High* dan *Medium Priority* dengan *Recommended Action*

Kategori Waste	Waste Mode	No	Penyebab Waste Mode	Initial WPN	CPN	Recommended action
<b>Waiting time</b>	1 lot <i>bulk</i> pekat menunggu In Process Control dan penentuan rendemen produksi <i>bulk</i> pekat	1	Prosedur sampling terpisah dari ruang ultrafiltrasi	521,1	1036,3	<i>Gemba Kaizen</i> : Penerapan 5S di ruang produksi proses ultrafiltrasi
		2	Proses ultrafiltrasi dilakukan dalam ruang berbeda dengan filtrasi akhir	515,2	1036,3	<i>Gemba Kaizen</i> : Penerapan 5S di ruang produksi proses ultrafiltrasi akhir
		3	Sampel uji disimpan sebelum dikirim ke QC	401,8	406,2	<i>Gemba Kaizen</i> : Penerapan 5S di ruang produksi proses ultrafiltrasi
<b>Waiting time</b>	1 lot <i>single harvest</i> menunggu proses sterilisasi	4	Prosedur uji filter satu-satu sesuai fungsi alat yang sudah lama	400,7	791,2	<i>Gemba Kaizen</i> : penggunaan <i>manifold multichanel integrity tester</i> proses <i>single harvest</i>
		5	Pencucian manual untuk peralatan penunjang produksi	333,1	791,2	<i>Gemba Kaizen</i> : semi otomatis pencucian peralatan produksi <i>single harvest</i>
		6	kapasitas alat uji filter terbatas	246,7	280,5	<i>Gemba Kaizen</i> : penggunaan <i>manifold multichanel integrity tester</i> proses <i>single harvest</i>
		7	<i>Output integrity tester</i> rendah sesuai kapasitasnya	245,1	261,2	<i>Gemba Kaizen</i> : penggunaan <i>manifold multichanel integrity tester</i> proses <i>single harvest</i>
<b>Over batch processing</b>	Jumlah batch <i>bulk</i> TT produksi banyak, <i>output perbatch</i> kecil	8	Ukuran lot <i>Bulk</i> pekat kecil dan mengikuti validasi	512,2	516,6	<i>Gemba Kaizen</i> : <i>up-scale</i> proses produksi <i>bulk</i> TT
		9	kapasitas mesin TFF terbatas karena masih menggunakan gedung lama	363,6	654,0	<i>Gemba Kaizen</i> : <i>up-scale</i> proses produksi <i>bulk</i> TT
		10	prosedur purifikasi pada volume kecil menyesuaikan SOP yang berlaku saat ini	353,8	401,9	<i>Gemba Kaizen</i> : <i>up-scale</i> kapasitas kaset TFF purifikasi
		11	Waktu produksi tersedia terbatas akibat dari penggunaan <i>sharing facility</i>	297,7	347,2	<i>Gemba Kaizen</i> : <i>up-scale</i> proses produksi <i>bulk</i> TT

Kategori Waste	Waste Mode	No	Penyebab Waste Mode	Initial WPN	CPN	Recommended action
		12	Jumlah <i>Machine</i> kurang disebabkan ruangan untuk menyimpan mesin baru terbatas	280,3	654,0	<i>Gemba Kaizen</i> : up-scale proses produksi <i>bulk</i> TT
<b>Waiting time</b>	1 <i>batch bulk</i> murni menunggu proses <i>final filtration</i> dan <i>bulk filling</i>	13	Diafiltration lama untuk menghilangkan pengotor menggunakan kaset kapasitas 30%	504,4	544,1	<i>Gemba Kaizen</i> : up-scale kapasitas kaset TFF purifikasi
		14	Kapasitas mesin TFF rendah karena kapasitas kaset rendah	487,5	514,9	<i>Gemba Kaizen</i> : up-scale kapasitas kaset TFF purifikasi
<b>Waiting time</b>	1-lot <i>single harvest</i> menunggu proses ultrafiltrasi	15	<i>Approval</i> dokumen terlambat disebabkan review dokumen tidak terintegrasi	428,9	464,8	<i>Kanban board</i> : monitoring progres penyelesaian dokumen <i>single harvest</i>
		16	Terlambat menyelesaikan dokumen dan menyerahkannya ke Bagian Penjamin Mutu	296,3	348,7	<i>Kanban board</i> : monitoring progres penyelesaian dokumen <i>single harvest</i>
<b>Unnecessary motion</b>	Operator memindahkan <i>transport vessel</i> bolak-balik dari ruang penyimpanan ke ruang <i>harvest</i>	17	Tata letak ruangan kurang efisien yang terlihat dari adanya beberapa ruang penyimpanan material	358,1	147,0	<i>Gemba Kaizen</i> : Penerapan 5S di ruang produksi <i>single harvest</i>
<b>Inefficient Transportation</b>	1 lot <i>media</i> dan peralatan penunjang ditransfer ke ruang produksi yakni <i>media</i> ke <i>bioreactor</i> langsung setelah pembuatan sedangkan peralatan ke ruang penyimpanan barang steril kemudian akan dipindah ke ruangan-ruangan yang membutuhkan sehingga terjadi proses <i>transfer</i> dan <i>transit</i> berkali-kali	18	Menunggu ruang penyimpanan kosong yang terlihat dari antrian <i>transport vessel</i> di koridor	299,5	654,1	<i>Gemba Kaizen</i> : re-layout alur material bersih/ steril proses <i>single harvest</i>
		19	terdapat beberapa ruang <i>storage</i> sehingga barang dapat bebas transit di mana saja	241,6	654,1	<i>Gemba Kaizen</i> : re-layout alur material bersih/ steril proses <i>single harvest</i>
		20	Penumpukan material pada <i>storage</i> dan jalur tumpang tindih	224,0	654,1	<i>Gemba Kaizen</i> : re-layout alur material bersih/ steril proses <i>single harvest</i>

Kategori Waste	Waste Mode	No	Penyebab Waste Mode	Initial WPN	CPN	Recommended action
<b>Inefficient Transportation</b>	1 batch produk pekat ditransfer ke gedung 15 untuk diproses lebih lanjut melewati beberapa area yakni koridor gedung media, koridor multi dan koridor gedung 15	21	Jalur transfer berkelok dan menggunakan jalur yang ada di fasilitas lama	279,9	304,6	<i>Gemba Kaizen</i> : pemindahan jalur transfer material dari gedung 11 ke 15
<b>Waiting time</b>	1 batch labware dan transport vessel purifikasi menunggu proses sterilisasi	22	Kekurangan operator cleaning dan steril	271,4	305,7	<i>Gemba Kaizen</i> : Penjadwalan Pencucian dan Sterilisasi proses purifikasi
		23	Output mesin vessel sterilizer 2 vessel per hari	248,4	276,2	<i>Gemba Kaizen</i> : Penjadwalan Pencucian dan Sterilisasi proses purifikasi
<b>Inefficient Transportation</b>	1 batch bulk TT ditransfer menuju cold storage melalui beberapa ruangan yakni koridor purifikasi, ruang antara 1, ruang antara 2 dan vestibule.	24	transfer banyak melewati ruangan cascade/bertahap di fasilitas lama	223,5	248,7	<i>Gemba Kaizen</i> : re-lay out alur material bersih/steril ruang purifikasi

Sumber: Data diolah, 2021

Untuk memudahkan dalam pengambilan keputusan kemudian *recommended action* dikelompokkan berdasarkan kesamaan rekomendasi dan *waste mode* dan diperoleh 11 tema (*gemba Kaizen dan Kanban*). Tabel 4 merupakan rekapitulasi rekomendasi perbaikan.

**Tabel 4 Rekapitulasi Rekomendasi Tindakan Perbaikan**

No Tema	Recommended Action
1	<i>Gemba Kaizen</i> : Penerapan 5S di ruang produksi proses ultrafiltrasi
2	<i>Gemba Kaizen</i> : penggunaan manifold multichannel integrity tester proses single harvest
3	<i>Gemba Kaizen</i> : semi otomatis pencucian peralatan produksi single harvest
4	<i>Gemba Kaizen</i> : up-scale proses produksi bulk TT
5	<i>Gemba Kaizen</i> : up-scale kapasitas kaset TFF purifikasi
6	<i>Kanban board</i> : monitoring progres penyelesaian dokumen single harvest
7	<i>Gemba Kaizen</i> : Penerapan 5S di ruang produksi single harvest
8	<i>Gemba Kaizen</i> : re-layout alur material bersih/ steril proses single harvest
9	<i>Gemba Kaizen</i> : pemindahan jalur transfer material dari gedung 11 ke 15
10	<i>Gemba Kaizen</i> : Penjadwalan Pencucian dan Sterilisasi proses purifikasi
11	<i>Gemba Kaizen</i> : re-lay out alur material bersih/steril ruang purifikasi

### Process Activity Mapping Setelah Perbaikan

Hasil perbaikan pada proses produksi Bulk TT dengan pendekatan *gemba kaizen* memberikan dampak pada nilai *value added* meningkat menjadi 61,54%, *non-value added* menurun hingga 0,02%, dan *necessary but non value added* menurun hingga 37,50%. Adapun jarak tempuh aktivitas *non-value added* dapat dihilangkan sehingga proses yang dilakukan secara keseluruhan memberikan nilai tambah pada pelanggan.

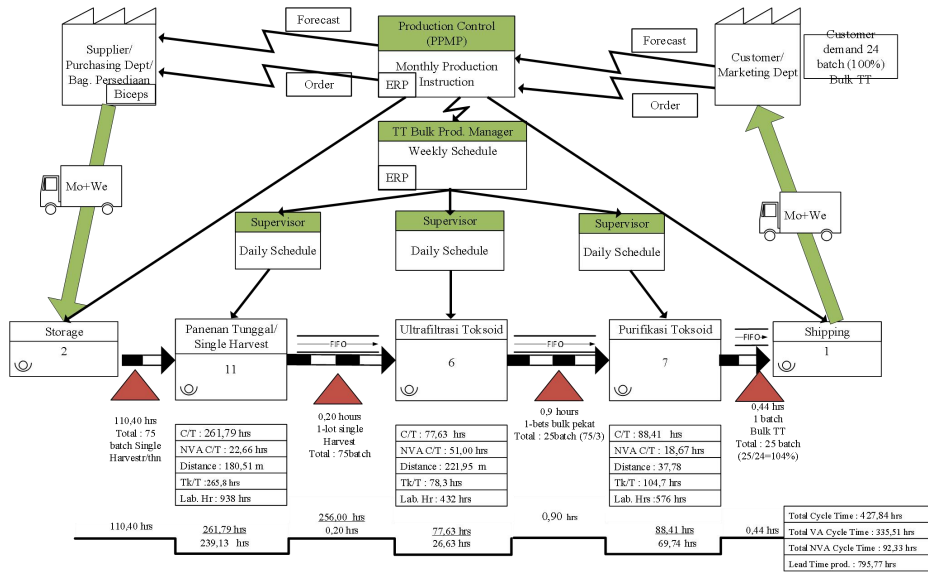


Tabel 5 Process Activity Mapping

Proses	No Langkah	Sub-Proses	Flow	Distance (M)	Jumlah Operator	Labour Hour	Simbol					Kategori	% Non-Added value Activities	% Added value Activities	Jumlah %VA-NVA/NNVA
							O	T	D	I	S				
Single harvest	1	Inventory awal material melalui sistem MRP & pemeriksaan stock bagian	D		2	144,00						VA	38,46%	61,54%	100,0%
	2	1 lot labware dan peralatan single harvest menunggu proses sterilisasi	D		2	144,00						NNVA			
	3	Proses Media Preparation pertumbuhan bakteri	O	48,80	2	144,00						VA			
	4	1 lot media dan peralatan penunjang ditransfer ke ruang produksi	T	50,50	2	144,00						NNVA			
	5	Proses cultivation bakteri tetanus	O	2,00	1	72,00						VA			
	6	Operator memindahkan transport vessel dari ruang penyimpanan ke ruang harvest	T	4,50											
	7	Proses klarifikasi kultur	O	2,00	1	72,00						VA			
	8	85% rendemen toksin yang diperoleh didetoksifikasi di dalam tangki detoks	O	21,51	2	144,00						VA			
	9	1-lot single harvest bulk TT encer menunggu proses selanjutnya	D	51,20	1	72,00						NNVA			
Ultrafiltration	10	1-lot produk ditransfer dari cold storage ke ruang ultrafiltrasi	T	28,30	1	72,00						NNVA	50,00%	50,00%	100,00%
	11	Proses buffer solution filtration	O		1	72,00						VA			
	12	Proses ultrafiltration produk toksoid menggunakan mesin TFF	O		1	72,00						VA			
	13	Proses filtrasi & bulk filling	O	17,50	1	72,00						VA			
	14	1 lot bulk pekat menunggu in Process Control dan menghasilkan rendemen 90%	S		1	72,00						NNVA			
Purification	15	1 batch produk bulk pekat ditransfer ke gedung 15 untuk diproses lebih lanjut	T	176,15	1	72,00						NNVA	37,50%	62,50%	100,00%
	16	1 batch labware dan transport vessel purifikasi menunggu proses sterilisasi	O	12,33	2	144,00						NNVA			
	17	Proses pooling & adjustment toksoid pekat	O	3,30	1	72,00						VA			
	18	Proses purification step-1 toksoid TT	O	3,30	1	72,00						VA			
	19	Proses purification step-2 toksoid TT	O	3,30			VA								
	20	Proses diafiltration toksoid TT	O	3,30			VA								
	21	1 batch bulk murni menunggu tahap berikutnya	S	3,30											
	22	Proses filtration & bulk filling menghasilkan rendemen 80% bulk TT murni	O	2,95	2	144,00						VA			
	23	1 batch bulk TT ditransfer menuju cold storage	T	6,00	1	72,00						NNVA			
<b>Total : 23 sub proses</b>				440,24	27,00	1944,00	13	4	1	2	1				
						VA					13				
						NVA					0				
						NNVA					8				

Future State Value Stream Mapping

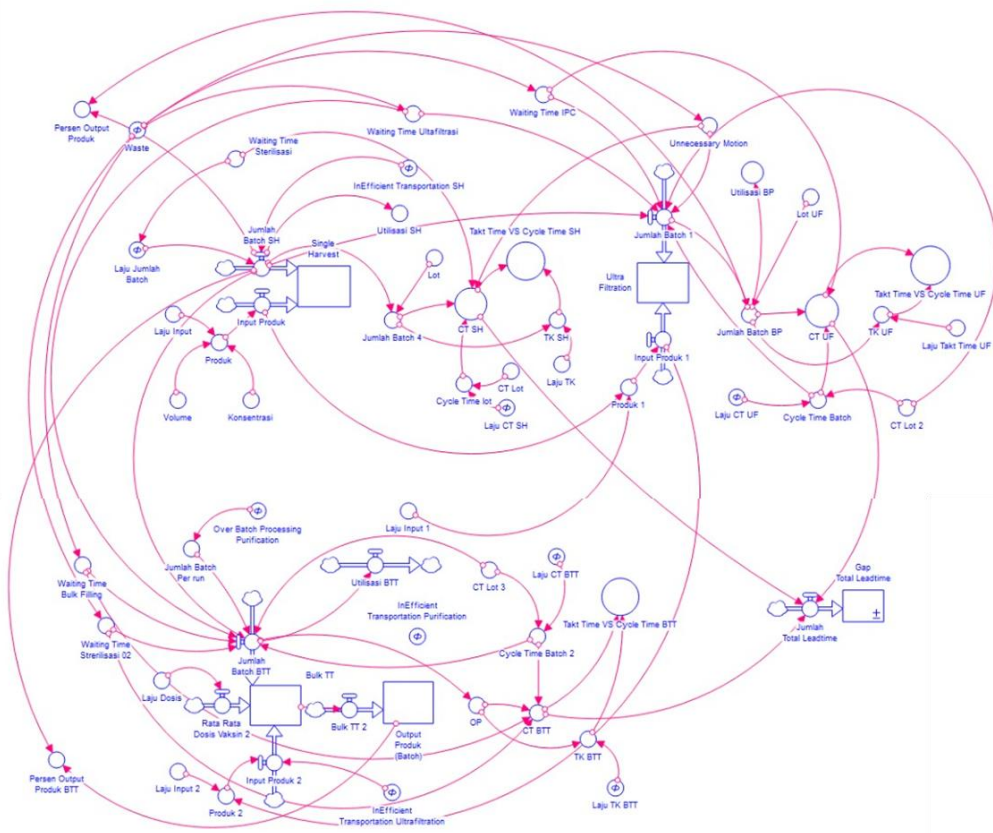
Hasil pemetaan value stream mapping dan value added assessment sepanjang proses produksi bulk TT setelah perbaikan dapat dilihat pada Gambar 7. Didapatkan hasil total lead time produksi sebesar 795,77 jam, total cycle time sebesar 427,84 jam, dan value added cycle time sebesar 335,51 jam sehingga diperoleh nilai value added ratio (VAR) dengan membandingkan antara total value added terhadap total cycle time yakni 92,33: 427,84 atau sebesar 78,42 %. Terjadi peningkatan nilai VAR sebesar 12,57% jika dibandingkan dengan nilai VAR sebelum perbaikan yakni 69,66% sehingga kegiatan mengeliminasi waste telah mengalami kemajuan yang efektif. Selain itu, total cycle time untuk proses produksi menurun dari 484,27 jam menjadi 427,84 atau terjadi penghematan sebesar 56,43 jam atau menurun sebesar 11,65% sehingga dapat mempercepat selesainya proses produksi bulk TT. Hal ini selaras dengan pendapat Gaspersz (2007) yang menyatakan bahwa rasio VAR berfungsi sebagai alat yang efektif untuk menelusuri seberapa besar kemajuan dalam mengeliminasi waste. jika VAR meningkat, maka total cycle time untuk proses produksi akan menurun, sehingga memiliki arti bahwa terjadi percepatan waktu penyerahan produk (barang/jasa) kepada pelanggan. Jarak tempuh berkurang dari 612,94 meter menjadi 440,24 meter (efisiensi: 28,2%) dan operator berkurang dari 30 orang menjadi 27 orang (efisiensi: 10%).



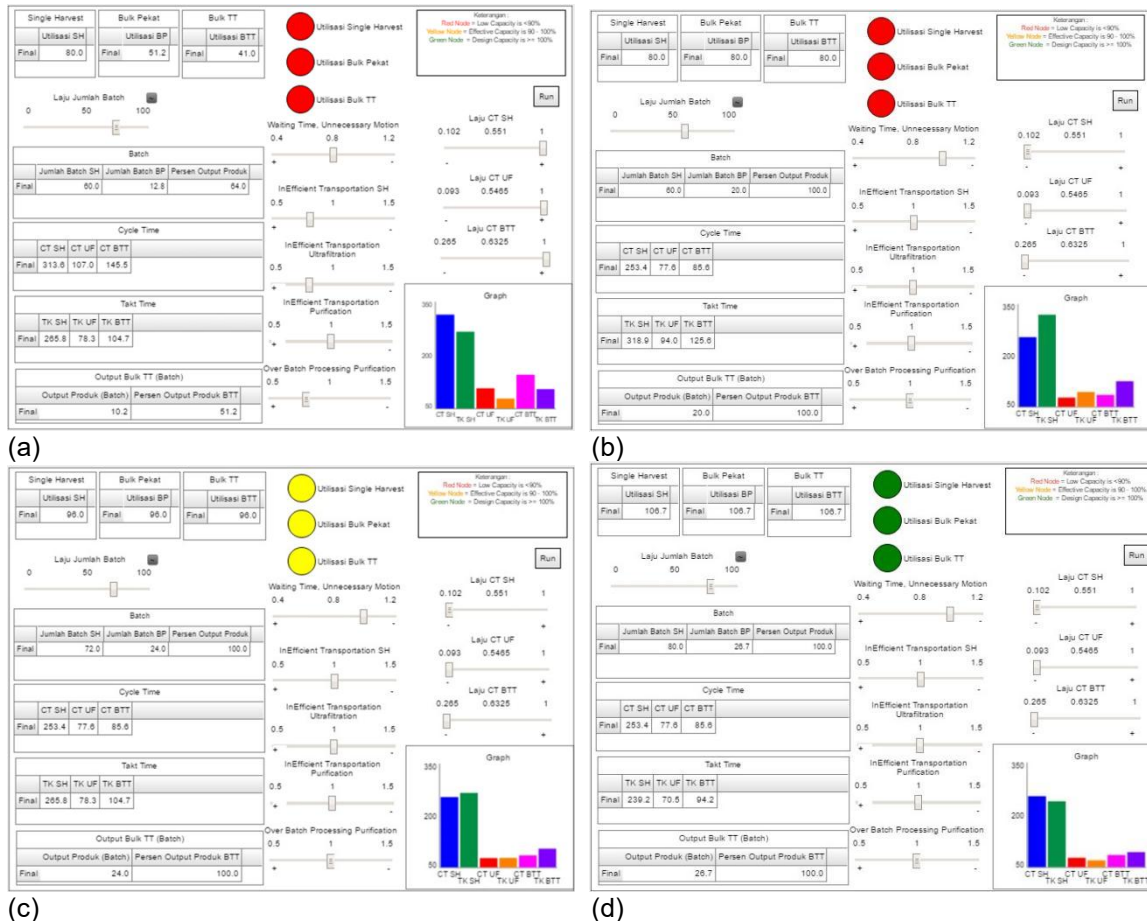
Gambar 6 Future State Value Stream Mapping.

**Simulasi Kapasitas Produksi**

Berdasarkan sistem produksi multi tahap pada current VSM di atas yang terdiri dari beberapa tahap proses produksi (produksi *single harvest*, ultrafiltrasi *bulk TT* dan purifikasi *bulk TT*) maka sistem pemodelan kapasitas produksi *bulk TT* dapat menggunakan *system dynamics* melalui pembuatan *Causal Loop Diagram* dan *Stock and Flow Diagram* (Sarasi et al., 2021) sesuai Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7 Stock And Flow Diagram.



Gambar 8 Simulasi kapasitas produksi (a) Skenario pesimis, (b) Skenario *most likely*, (c) Skenario Optimis (d) Skenario Optimis simulasi peningkatan *demand*.

Hasil analisis kapasitas produksi menggunakan *System Dynamics* menghasilkan tiga skenario yang dapat dipertimbangkan dalam menentukan target produksi. Skenario pesimis belum mampu menghilangkan *waste* dan meningkatkan efektifitas produksi, skenario *most likely* menunjukkan proses berjalan lebih cepat dari persyaratan yang diminta pelanggan dan berjalan lebih efisien dan dalam hal ini perusahaan masih dapat meningkatkan *output* produk karena nilai *cycle time* masih berada jauh di bawah *takt time*, dan skenario optimis sangat efektif dalam menghilangkan *waste* sehingga proses berjalan lebih cepat dari persyaratan yang diminta pelanggan dan berjalan lebih efisien. Skenario optimis jika kondisi terdapat peningkatan permintaan (*demand*) sebesar 10% maka tingkat utilisasi akan melebihi kapasitas desainnya sehingga diperlukan rencana lebih lanjut oleh perusahaan dalam upaya meningkatkan kapasitas produksinya. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Achmadi et al. (2021) yaitu untuk menurunkan *cycle time* diperlukan konsep *lean manufacture* dengan menghilangkan *waste* sepanjang aliran produksi. Disamping itu proses/proyek yang dilakukan harus menekankan pada aspek strategis agar dapat menciptakan hubungan yang kuat antara misi, tujuan, sasaran, strategi, implementasi sehingga tercipta perbaikan yang berkelanjutan (Sarasi & Chaerudin, 2021).

#### 4 Kesimpulan dan Saran

##### Kesimpulan

Proses produksi *bulk TT* di BFM merupakan proses produksi kontinyu terdiri dari proses *single harvest*, ultrafiltrasi, dan purifikasi menghasilkan toksoid *bulk TT*. Hasil analisis menggunakan PAM dan VSM terdapat 23 sub proses yang berhasil mengidentifikasi 148 *waste* terdiri dari 4 kategori *high*, 20 *medium* dan 120 *low*. Prioritas eliminasi *waste* dilakukan untuk kategori *high* dan *medium* sebanyak 24 *waste*. Terdapat empat jenis pemborosan yang teridentifikasi, yaitu waktu menunggu (*waiting time*), transportasi yang tidak efisien (*inefficient transportation*), pergerakan yang tidak

perlu (*unnecessary motion*), dan proses *batch* berlebih (*over batch processing*). Sejumlah *improvement* diusulkan dengan menggunakan pendekatan *Gemba Kaizen* dan *Kanban*

Dari proses *improvement* tersebut terjadi peningkatan pada keseluruhan *value stream* secara efektif. Peningkatan *value added ratio* (VAR) terjadi sebesar 12,57% yang menandakan penanganan *waste* berjalan efektif, penurunan total *cycle time* sebesar 11,65 % yang menandakan bahwa proses berjalan efektif. Total *lead time* menurun sebesar 21,01% dan *output* produksi *bulk* TT meningkat 25,0 % dari tahun sebelumnya, jarak tempuh berkurang sebesar 28,2% dan operator berkurang sebesar 10%.

Hasil analisis kapasitas produksi menggunakan *System Dynamics* menghasilkan tiga skenario yang dapat dipertimbangkan dalam menentukan target produksi. Skenario pesimis belum mampu menghilangkan *waste* dan meningkatkan efektifitas produksi, skenario *most likely* menunjukkan proses berjalan lebih cepat dari persyaratan yang diminta pelanggan dan lebih efisien serta perusahaan masih dapat meningkatkan *output* produk karena nilai *cycle time* masih berada jauh dibawah *takt time*, dan skenario optimis sangat efektif dalam menghilangkan *waste* sehingga proses berjalan lebih cepat dari persyaratan yang diminta pelanggan dan berjalan lebih efisien, sedangkan skenario optimis jika kondisi terdapat peningkatan permintaan (*demand*) sebesar 10% maka tingkat utilisasi akan melebihi kapasitas desainnya sehingga diperlukan rencana lebih lanjut perusahaan dalam meningkatkan kapasitas produksinya.

## Saran

Terdapat beberapa saran yang diajukan terkait hasil temuan pada penelitian ini. Pertama, saran untuk pihak perusahaan (a) Penerapan model *lean continuous improvement* dapat digunakan sebagai salah satu metode untuk meningkatkan efisiensi dalam melakukan proses produksi dengan membentuk tim *lean* perusahaan yang dapat diintegrasikan dengan konsep GMP dan ISO untuk mencapai *continual improvement* demi terwujudnya *Good Corporate Governance* (GCG) yang konsisten. (b) Dengan adanya perbaikan proses yang berdampak terhadap pengurangan jumlah operator produksi maka disarankan untuk memindahtugaskan operator terkait sebanyak 3 orang ke fasilitas baru yang sedang memasuki tahap persiapan produksi.

Kedua, saran untuk pihak akademis, untuk pengembangan ilmu, dapat dijadikan perbandingan antara kondisi di lapangan dan ilmu manajemen secara teori, khususnya teori optimalisasi Badan Layanan Umum dan *Growth Revenue Management* menggunakan konsep VSM dan *System Dynamics* serta penerapan *strategic cost containment* dalam rangka efisiensi biaya dan meningkatkan *output* produk/jasa.

Ketiga, saran untuk penelitian selanjutnya (a) melakukan penelitian *konsep lean* tidak hanya pada lantai produksi tetapi pada keseluruhan proses termasuk *supply chain* yang terintegrasi. Integrasi *supply chain* dapat mempengaruhi kinerja perusahaan farmasi di Indonesia (Yunus, Efrata Denny Saputra, et al., 2016). (b) melakukan penelitian dengan alternatif berbagai alat *lean* selain yang digunakan dalam penelitian ini.

Keempat, berdasarkan hasil simulasi optimis pada *system dynamics* disarankan untuk melakukan *aggregate planning strategy* untuk memberikan gambaran kepada manajemen mengenai variabel produksi yang dibutuhkan yang menyajikan jumlah kuantitas dan waktu yang dibutuhkan agar proses produksi berjalan sesuai rencana.

## Referensi

- Achmadi, F., Harsanto, B., & Yunani, A. (2021). Analisis cycle time proses perakitan senjata di PT. Pindad (Persero). *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 13(2), 159–168. <https://doi.org/10.22441/oe.2021.v13.i2.015>
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE Publication Inc. [https://books.google.co.id/books?id=4uB76lC\\_pOQC&printsec=copyright&hl=id#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.id/books?id=4uB76lC_pOQC&printsec=copyright&hl=id#v=onepage&q&f=false)
- Gaspersz, V. (2002). *Pedoman Impementasi Program Six Sigma* (1st ed.). PT. Gramedia Pustaka Utama.

- Hartanti, R. S., & Singgih, M. L. (2020). Management of redpack shipping logistics services to reduce waste: PT. PELNI case study). *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 12(3), 283–296. <https://doi.org/10.22441/oe.2020.v12.i3.002>
- Haviana, E., & Hernadewita, H. (2019). Productivity improvement in the rubber production process using value stream mapping method to eliminate waste. *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 11(2), 119–130. <https://doi.org/10.22441/oe.v11.2.2019.023>
- Henrique, D. B., Filho, M. G., Marodin, G., Jabbour, A. B. L. de S., & Chiappetta Jabbour, C. J. (2021). A framework to assess sustaining continuous improvement in lean healthcare. *International Journal of Production Research*, 59(10), 2885–2904. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1743892>
- Holtskog, H. (2013). Continuous improvement beyond the lean understanding. *Procedia CIRP*, 7, 575–579. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.06.035>
- Kholil, M., Hendri, Hanum, B., & Setiawan, R. (2018). Using 7 waste approach and VSM method to improve the efficiency of mackerel fish crackers production time at small medium enterprise (SME). *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, 2018-March*, 2819–2826.
- Marendra, I. (2018). Upaya Miminimasi Waste Pada Lini Proses Produksi Kertas Memo Putar Menggunakan Value Stream Mapping (VSM). *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 10(1), 17-25.
- Nandakumar, N., Saleeshya, P. G., & Harikumar, P. (2020). Bottleneck Identification And Process Improvement By Lean Six Sigma DMAIC Methodology. *Materials Today: Proceedings*, 24, 1217–1224. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.436>
- Rahman, N. A. A., Sharif, S. M., & Esa, M. M. (2013). Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. *Procedia Economics and Finance*, 7, 174–180. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(13\)00232-3](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(13)00232-3)
- Sarasi, V., & Chaerudin, I. (2021). *Manajemen Proyek Ekselen : Tepat Biaya, Tepat Waktu, Tepat Mutu* (1st ed.). Bintang Pustaka Madani.
- Sarasi, V., Primiana, I., Masyita, D., & Yunizar. (2019). Model of Optimal Zakat Allocation by Using Data Envelopment Analysis Approach. *International Conference of Zakat*, 87–97.
- Sarasi, V., Yulianti, D., & Farras, J. I. (2021). Pengantar Berpikir Sistem Dan Dinamika Sistem. In Purnama (Ed.), *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents* (Pertama, Vol. 5, Issue 2). Yayasan Sahabat Allam Rafflesia.
- Setiawan, L., & Hasibuan, S. (2021). Improve Ramp-Up Performance on the Sewing Process in a Sports Shoe Factory Using 8-Disciplines and Lean Manufacturing. *Quality Innovation Prosperity*, 25(2), 19-36.
- Setiawan, I., Tumanggor, O., & Purba, H. H. (2021). Value Stream Mapping: Literature Review and Implications for Service Industry. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 23(2), 155–166. <https://doi.org/10.32734/jsti.v23i2.6038>