

USULAN PERBAIKAN PROSES PRODUKSI KEMEJA UNTUK MEMINIMASI WASTE INVENTORY DI PT. PRONESIA DENGAN PENDEKATAN *LEAN MANUFACTURING*

PRODUCTION PROCESS IMPROVEMENT OF SHIRT TO MINIMIZE INVENTORY WASTE IN PT. PRONESIA WITH *LEAN MANUFACTURING* APPROACH

Dwi Intan Aprimuna¹, Pratyta Poeri Suryadhini², Widia Juliani³

Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

¹dwiintanapri.muna@gmail.com, ²pratya@telkomuniversity.ac.id, ³widajuliani@yahoo.com

Abstrak

PT. Progressio Indonesia (Pronesia) merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang konveksi. Sistem produksi yang digunakan pada PT. Pronesia adalah *make to order* yaitu produksi berdasarkan pesanan yang diterima. PT. Pronesia memproduksi beberapa jenis produk pakaian di antaranya *t-shirt*, jaket, celana *training*, dan kemeja kantor. Akan tetapi, pada bulan September 2015 produksi yang sedang di jalankan oleh PT. Pronesia adalah produk jenis kemeja, sehingga peneliti memfokuskan objek penelitian hanya pada produk kemeja. Permintaan kemeja pada bulan September 2015 sebanyak 2550 pcs dengan target produksi sebanyak 2318 pcs yang telah ditambahkan dengan *allowance* 1% dari perusahaan, sehingga target produksi kemeja setiap bulannya tercapai, namun *allowance* sebesar 1% mengakibatkan penumpukan *work in process* dan penumpukan *finished good* di gudang yang menyebabkan masalah pada *delivery quality*. Setelah dilakukan identifikasi *waste*, terdapat tiga *waste* dengan persentase tertinggi, salah satunya adalah *waste inventory* sebesar 16%.

Dalam upaya meminimasi *waste inventory*, digunakan metode *lean manufacturing*. Tahap penelitian diawali dengan pengumpulan data primer, selanjutnya dilakukan pengolahan data. Tahap awal pengolahan data yaitu dengan memetakan *value stream mapping*. Tahap berikutnya, dilakukan identifikasi *waste* dan dilanjutkan dengan mengidentifikasi penyebab dominan dari *waste inventory* dengan menggunakan *fishbone diagram*. Tahap penyelesaian masalah untuk setiap akar penyebab terjadinya *waste inventory* berupa *line balancing*, *pull system production* dengan *kanban*, dan *job rotation*. Berdasarkan penggunaan *tools lean manufacturing*, didapatkan rancangan usulan perbaikan berupa pengelompokkan beberapa aktivitas, pengendalian jumlah produksi agar sesuai dengan kebutuhan, dan melakukan *job rotation* agar kemampuan kerja operator dapat seimbang.

Kata kunci : *Waste Inventory, Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Line Balancing, Pull System, Kanban, Job Rotation.*

Abstract

PT. Progressio Indonesia (Pronesia) is a company engaged in the convection. The production system used in the PT. Pronesia is making to order ie production based on orders received. PT. Pronesia produces several types of clothing products of which *t-shirts*, jackets, training pants, and shirts office. However, in September 2015 the production of which is being run by PT. Pronesia is a product of this kind of shirts, so the researchers focused only on product research object shirt. Demand shirts in September 2015 as many as 2550 pcs with a target production of 2318 pcs that have been added to the allowance 1% of the company, so that the target production of shirts per month is reached, but the allowance of 1% resulting in a buildup of *work in process* and stacking of *finished good* in warehouse cause problems in the *delivery quality*. Setelah do identify *waste*, there is three *waste* with the highest percentage, one of which is *waste inventory* by 16%.

In an effort to minimize *waste inventory*, use *lean manufacturing* methods. This Research phase begins with the collection of primary data, further data processing. The initial stage of data processing is to map the *value stream mapping*. The next phase, to identify *waste* and continued by identifying the dominant cause of the *waste inventory* using a *fishbone diagram*. Phase problem resolution for each root causes of *inventory waste* in the form of *line balancing*, pulls system with *kanban* production, and *job rotation*. Based on the use of *lean manufacturing* tools, the design of the proposed improvements obtained in the form of grouping several activities, controls the amount of production to fit the needs, and doing *job rotation* so that the ability of the operator can be balanced.

Keywords : *Waste Inventory, Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Line Balancing, Pull System, Kanban, Job Rotation.*

1. Pendahuluan

Sistem produksi yang digunakan pada PT. Pronesia adalah *make to order*. *Make to order* merupakan produksi berdasarkan pesanan yang diterima, pelanggan dapat menentukan jumlah yang diminta serta dapat menentukan jenis dan *design* produk yang akan diproduksi. Pada tahun 2015, terdapat beberapa produk pakaian yang diproduksi di antaranya jaket, *t-shirt*, celana *training*, dan kemeja kantor. Akan tetapi, pada bulan September 2015 produk yang sedang diproduksi yaitu produk jenis kemeja saja, sehingga peneliti memfokuskan objek penelitian hanya pada produk kemeja kantor. Namun, konsumen juga dapat memesan kemeja sesuai dengan *design* yang diinginkan. Jumlah produksi kemeja pada periode Januari hingga September 2015 ditampilkan dalam Tabel I.

Tabel 1 Target, Jumlah, dan Pencapaian Produksi Kemeja Periode Januari – September 2015

Bulan	Kemeja		
	Target Produksi (pcs kemeja)	Jumlah Produksi (pcs kemeja)	Pencapaian Produksi (%)
Januari	715	787	110%
Februari	2150	2365	110%
Maret	1375	1513	110%
April	638	702	110%
Mei	6556	7212	110%
Juni	950	1045	110%
Juli	7250	7975	110%
Agustus	3200	3520	110%
September	2318	2550	110%

Berdasarkan tabel I, dapat dilihat bahwa target produksi kemeja setiap bulannya dapat tercapai. Hal ini disebabkan karena setiap pemesanan produk (*order*), perusahaan memberikan *allowance* sebesar 1% dari target produksi yang bertujuan sebagai persediaan apabila terdapat produk cacat yang tidak dapat diperbaiki sehingga target produksi setiap bulannya tetap dapat tercapai. Meskipun target produksi setiap bulannya tercapai, namun tidak semua produk yang dihasilkan sesuai dengan karakteristik yang diinginkan oleh pelanggan. Hal ini mengakibatkan masalah pada *product quality* di perusahaan. Selain itu *allowance* sebesar 1% juga mengakibatkan penumpukan *work in process* dan penumpukan *finished good* di gudang yang menyebabkan masalah pada *delivery quality*. *Delivery quality* yang dimaksud yaitu kualitas penyerahan tepat waktu dalam pengiriman hasil produksi perusahaan.

Langkah awal dalam penelitian ini adalah melakukan observasi awal untuk mengetahui *waste* apa saja yang terdapat di PT. Pronesia dengan memetakan *value stream mapping*. Setelah dilakukan pemetaan, ditemukan dua *waste* yaitu *waste defect* dan *waste inventory*. Untuk mengetahui *waste* lainnya dilakukan *waste finding checklist*. Hasil dari *waste finding checklist* didapatkan tiga *waste* tertinggi yaitu *waste defect*, *inventory*, dan *motion*. Penelitian ini berfokus pada masalah mengenai *waste inventory*. *waste inventory* merupakan jenis pemborosan yang terjadi karena persediaan yang berlebihan. Dari hasil observasi didapatkan *inventory* pada produk kemeja di PT. Pronesia. Banyaknya jumlah *inventory* produksi kemeja periode Januari hingga September 2015. Hal ini diakibatkan dari *allowance* sebesar 1% yang diberikan oleh perusahaan. Sehingga terdapat penumpukan pada gudang. Penumpukan juga terdapat pada beberapa *workstation* yang diakibatkan oleh adanya *lead time* dan *work in process* pada rantai produksi kemeja. Adapun beberapa faktor yang mengakibatkan penumpukan pada produksi kemeja yaitu target produksi yang berlebih. Penumpukan ini berpengaruh pada *lead time* dari perusahaan. Berdasarkan permasalahan *waste inventory* yang terjadi pada rantai produksi maka penelitian ini akan memberikan usulan perbaikan untuk mengurangi penumpukan dan *lead time* pada proses produksi kemeja.

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada di perusahaan, maka pada penelitian ini akan dirumuskan masalah:

1. Faktor dominan apa saja yang menjadi akar penyebab terjadinya *waste inventory* pada proses produksi kemeja di PT. Pronesia?
2. Bagaimana usulan perbaikan yang dapat dilakukan untuk meminimasi penyebab terjadinya *waste inventory* pada proses produksi kemeja di PT. Pronesia?

Adapun uraian tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah:

1. Mengidentifikasi faktor-faktor dominan yang dapat menjadi penyebab terjadinya *waste inventory* pada proses produksi kemeja di PT. Pronesia.
2. Memberikan usulan perbaikan yang dapat digunakan untuk meminimasi *waste inventory* pada proses produksi kemeja di PT. Pronesia.

Agar tidak menyimpang dari permasalahan dan dapat mencapai sasaran yang diharapkan, maka penulis membatasi permasalahan pada:

1. Data historis yang digunakan adalah data bulan Januari hingga September tahun 2015.
2. Tahapan penelitian yang dilakukan hanya sampai pada tahap usulan perbaikan, tidak sampai pada tahap implementasi.
3. Biaya-biaya yang berkenaan dengan usulan hanya estimasi.
4. Tidak sampai perhitungan kelayakan pada usulan perbaikan yang diberikan.

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perusahaan dapat mengendalikan *waste inventory* yang terjadi di lantai produksi, sehingga dapat dijadikan bahan pertimbangan PT. Pronesia dalam melakukan *continuous improvement*.
2. Perusahaan dapat meminimasi *lead time* di lantai produksi.

2. Dasar Teori dan Metodologi Penelitian

2.1 Dasar Teori

2.1.1 Lean Manufacturing

Lean merupakan suatu upaya untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) dari produk secara terus menerus yang bertujuan untuk memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*) (Gaspersz, 2011, p.1). Tujuan utama dari *lean* adalah mengidentifikasi *waste* dan menghilangkan aktivitas-aktivitas *non value added* agar dapat meningkatkan kualitas secara terus menerus. Menurut Gaspersz (2011, p.4) terdapat lima prinsip dasar *lean*, yaitu:

1. Mengidentifikasi nilai produk (barang atau jasa) berdasarkan pandangan pelanggan, dimana pelanggan menginginkan produk dengan kualitas yang tinggi, harga yang terjangkau, dan penyerahan produk yang tepat waktu.
2. Mengidentifikasi *value stream process* dengan melakukan pemetaan proses pada produk yang akan diproduksi.
3. Menghilangkan pemborosan yang tidak bernilai tambah dari semua aktivitas di sepanjang proses *value stream*.
4. Mengorganisasikan agar informasi, material maupun produk agar dapat mengalir secara lancar dan efisien di sepanjang proses *value stream* dengan menggunakan sistem tarik (*pull system*).
5. Melakukan peningkatan terus menerus dengan mencari berbagai teknik dan alat peningkatan (*improvement tools and techniques*) agar mencapai keunggulan.

2.1.2 Persediaan (Inventory)

Inventory merupakan jenis material yang dipakai dalam perusahaan seperti *raw material* dan *work in process*. Material yang digunakan untuk kepentingan produksi seperti *suppliers*, *maintenance*, dan item yang dapat langsung dikonsumsi oleh pelanggan. Bagi perusahaan *inventory* biasa digunakan untuk mengantisipasi kebutuhan konsumen yang terkadang tidak dapat diprediksi, sehingga harus menjaga *stock inventory* dalam kegiatan produksi (Santika, Yunarto, 2005, p.1). Terdapat juga *inventory* pada produk setengah jadi yang akan menimbulkan masalah pada aktivitas penanganan tambahan yang seharusnya tidak diperlukan yang mengakibatkan *extra paperwork*, *extra space*, dan *extra cost* (Gaspersz, 2011, p.9).

2.1.3 Value Stream Mapping

Value stream mapping merupakan sebuah pendekatan digunakan dengan melakukan pembobotan *waste*, kemudian dari pembobotan tersebut dilakukan pemilihan terhadap *tool* dengan menggunakan matrik (Hines, 2000, p.21). *value stream mapping* memungkinkan semua pemangku kepentingan dari organisasi untuk memvisualisasikan dan memahami suatu proses produksi yang terjadi.

Value stream mapping membutuhkan proses identifikasi aliran nilai, identifikasi tersebut diperlukan untuk mengetahui jenis kegiatan yang ada. Jenis kegiatan dapat dikategorikan sebagai berikut (Puja, 2005, p.222):

1. Menciptakan nilai bagi produk (*value added activities*)
Aktifitas yang merubah material atau informasi yang diinginkan dari sudut pandang konsumen.
2. *Necessary non-value added activities* (pemborosan tipe I)
Semua aktivitas yang tidak menambahkan nilai bagi produk tetapi harus tetap ada dalam proses. *Necessary non-value added activities* harus dapat diperiksa dan kemudian harus dihilangkan bila sudah memungkinkan. Kegiatan inspeksi dan penyortiran merupakan contoh kegiatan penting tetapi tidak memberikan nilai tambah.
3. *Non-value added activities* (pemborosan tipe II)
Aktivitas yang tidak menambahkan nilai, tetapi dapat dihindari dengan teknologi dan aset yang sekarang dimiliki dan dibutuhkan untuk mengubah material menjadi produk.

2.1.4 Takt Time

Takt time adalah konsep utama dalam *lean manufacturing* dan merupakan detak jantung dari produksi yang bertujuan untuk menyesuaikan kecepatan produksi dengan permintaan pasar atau pelanggan (<http://shiftindonesia.com/lean-six-sigma-mengenal-memahami-takt-time/>, diakses pada tanggal 11 Desember 2015). *Takt Time* digunakan sebagai patokan waktu rata-rata yang dibutuhkan oleh sebuah lini untuk memproduksi setiap unit produk agar permintaan pelanggan terpenuhi. Jumlah dari permintaan rata-rata dari pelanggan yang berperan dalam penetapan takt time.

2.1.5 Fishbone Diagram (Cause Effect Diagram)

Cause and effect diagram sering disebut juga dengan Ishikawa Diagram. *Cause and effect diagram* juga sering disebut *fishbone diagram*, dikarenakan bentuk diagram ini menyerupai bentuk tulang ikan. Dimana bagian kepala sebagai masalah (*effect*) dan bagian tubuh ikan berupa rangka serta duri-duri sebagai penyebab (*cause*) dari suatu permasalahan yang ada. Faktor dalam *cause and effect diagram* berdasarkan 5M + 1E, yaitu *machine, measurement, method, material, men, dan environment* (Ariani, 2003, p.24).

2.1.6 Kanban

Kanban merupakan tanda, papan tanda atau kartu, tetapi secara umum dianggap sebagai salah satu bentuk sinyal (Liker, 2007). *Kanban* adalah sinyal untuk mengisi ulang sejumlah komponen tertentu dengan informasi detail berkenaan dengan komponen dan lokasinya. *Kanban* digunakan untuk mengelola dan memastikan aliran produksi bahan baku berada dalam satu sistem produksi *just-in-time*. Terdapat beberapa jenis *kanban* (Monden, 2012), yaitu:

1. *Kanban Tarik*. Bergerak di antara pusat-pusat kerja dan digunakan sebagai alat untuk memindahkan *parts* atau material dari satu pusat kerja ke pusat yang lain. *kanban tarik* harus selalu mengikuti aliran material dari satu proses ke proses yang lain.
2. *Kanban produksi (production kanban)*. *Kanban produksi* berfungsi sebagai alat untuk mengeluarkan pesanan produksi kepada proses sebelum (*preceding process*) agar dapat membuat atau memproduksi *parts*.

2.1.7 Push System Production

Push system merupakan salah satu jenis aliran dalam proses produksi yang menekan produksi, dengan mendorong *material/informasi* ke tahap proses produksi selanjutnya. Manufaktur yang bersifat tradisional masih mengadopsi *push system*, dimana mereka memproduksi dengan menciptakan *inventory* maupun *work in process*. *Push system* biasa diasosiasikan dengan sistem MRP (*material requirements planning*) sehingga kegiatan manufaktur direncanakan berdasarkan peramalan pasar (*market forecast*) daripada permintaan pelanggan yang sebenarnya.

2.1.8 Pull System Production

Pull system adalah jenis sistem produksi yang mengalirkan *material/informasi* ke tahap produksi selanjutnya. *Pull system* dimulai dari perkiraan tingkat *output* yang akan diperlukan, kemudian ditarik kebelakang untuk menentukan berapa barang yang diproduksi, kebutuhan bahan baku, sumber daya yang diperlukan serta kebutuhan tenaga kerja. Konsep *pull system* inilah yang menjadi dasar penerapan *Just in Time (JIT)*.

2.1.9 Line Balancing

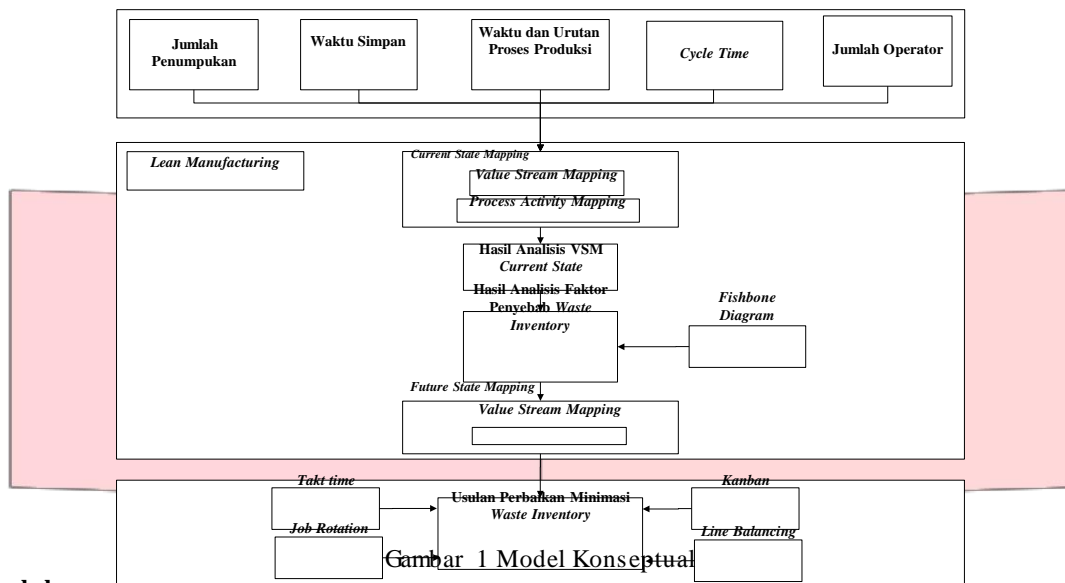
Line balancing merupakan penyeimbang dari penugasan elemen-elemen dari suatu *assembly line ke work workstations* yang digunakan untuk meminimalkan banyaknya *workstation* dan meminimalkan total *idle time* pada semua stasiun untuk *output* tertentu.

2.1.10 Job Rotation

Job rotation merupakan pemindahan seorang karyawan dari satu pekerjaan ke pekerjaan lainnya (Hasibun, 2010). Pemindahan pekerjaan akan membawa karyawan kepada pengalaman dan kemampuan yang baru. Kemampuan karyawan yang meningkat akan mengurangi terjadinya "kehilangan ingatan", dengan perginya karyawan yang berkompeten, maka perusahaan menjadi tidak mampu menjalankan sebuah sistem yang dipegang karyawan tersebut karena tidak memiliki pengganti.

2.2 Model Konseptual

Pada penelitian ini dibutuhkan suatu kerangka berpikir untuk menjabarkan konsep dalam memecahkan masalah secara terstruktur, sehingga menghasilkan *output* yang sesuai dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Kerangka tersebut tergambar dalam sebuah model konseptual berikut.



3. Pembahasan
3.1 Diagram SIPOC

Diagram SIPOC merupakan suatu diagram yang dibuat dengan tujuan untuk memetakan aliran proses produksi kemeja dari *supplier* hingga sampai pada *customer*. Diagram SIPOC ini mengidentifikasi *supplier*, *input*, *process*, *output* dan *customer* yang membantu menjelaskan ruang lingkup dari penelitian.

- *Supplier* : *Supplier* proses pembuatan kemeja pada PT. Pronesia adalah gudang penyimpanan bahan baku.
- *Input* : Bahan baku pembuatan kemeja adalah bahan *drill*, bahan pembantu, dan aksesoris.
- *Process* : Proses pembuatan kemeja adalah mengubah bahan baku menjadi kemeja.
- *Output* : *Output* proses produksi adalah kemeja.
- *Customer* : *Customer* proses pembuatan kemeja pada PT. Pronesia adalah bagian QC dan *Packaging*.

3.2 Pembuatan Value Stream Mapping

Penggambaran *value stream mapping* digunakan untuk memahami proses yang terjadi pada aliran informasi dan aliran fisik dalam produksi kemeja di PT. Pronesia. Berdasarkan data yang diperoleh, didapatkan data waktu siklus untuk proses produksi kemeja. *Value stream mapping* memperlihatkan bahwa dalam proses produksi kemeja di PT. Pronesia terdapat aktivitas *value added* yang teridentifikasi dengan total waktu 2152.8 detik. Sedangkan total lead time yang dibutuhkan untuk memproduksi kemeja adalah sebesar 38478.83 detik

3.2 Identifikasi Waste Inventory

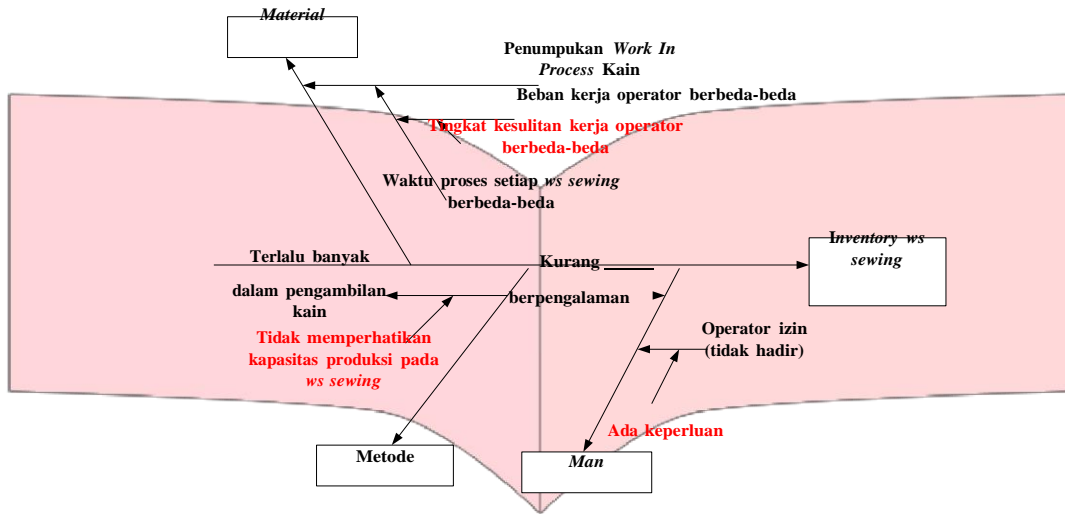
Setelah dilakukan pemetaan *value stream mapping*, terdapat aktivitas-aktivitas yang tergolong VA, NVA, dan NNVA. Pada *value stream mapping* juga terdapat penumpukan *work in process* pada beberapa *workstation*. Berdasarkan penumpukan yang terdapat pada *value stream mapping*, dapat dianalisis bahwa aktivitas NVA yang terdapat pada proses produksi dipengaruhi oleh persediaan yang menumpuk pada rantai produksi. Selanjutnya akan dibuat lembar *checklist* untuk mengidentifikasi *unnecessary inventory* pada proses produksi kemeja di PT. Pronesia. Pengisian lembar *checklist* dilakukan dengan dibantu oleh beberapa operator dan manajer produksi. Lembar *checklist* akan ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Identifikasi *Waste Inventory*

Pengamat : Dwi Intan Aprimuna		Tanggal : 12 April 2016	
No.	Parameter waste	Ya	Tidak
1	WIP menumpuk diantara proses	✓	
2	WIP menumpuk dalam waktu yang lama	✓	
3	Aliran kerja yang tidak seimbang	✓	
4	Waktu <i>set up</i> yang lama		✓

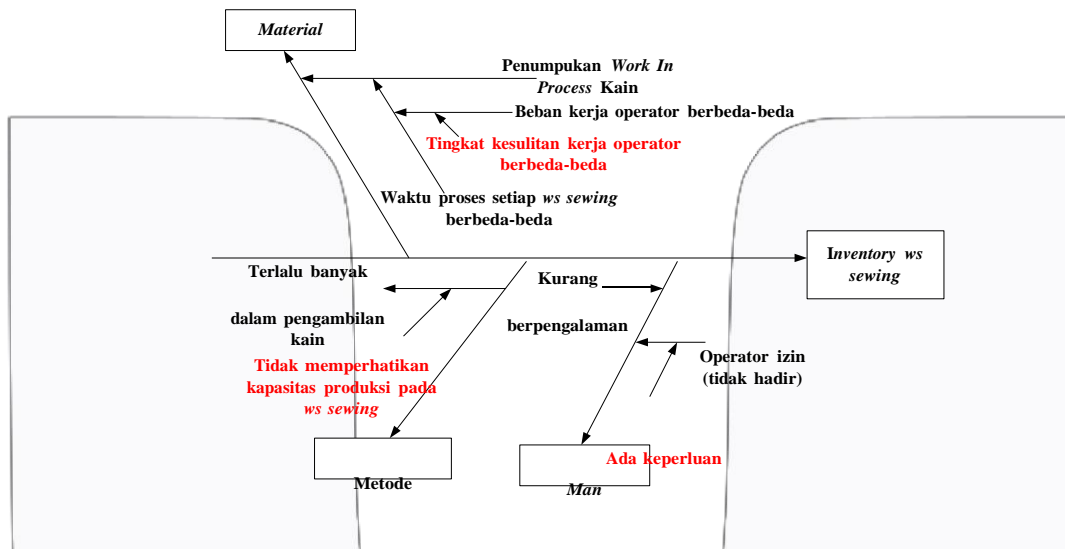
3.3 Cause Effect Diagram

3.3.1 Cause Effect Diagram Workstation Cutting



Gambar3. Fishbone Diagram Penyebab Inventory Pada Workstation Cutting

3.3.2 Cause Effect Diagram Workstation Sewing



Gambar 4. Fishbone Diagram Penyebab Inventory Pada Workstation Sewing

3.4 Pemerataan Beban Kerja Pada Proses Produksi Kemeja Dengan Line Balancing

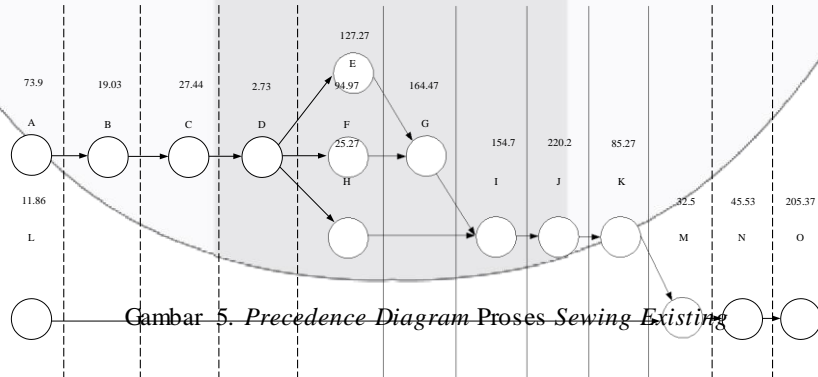
Langkah awal dalam pembuatan line balancing adalah membuat aktivitas dari proses penjahitan beserta informasi mengenai waktu dan proses pendahulunya. Aktivitas pada proses penjahitan akan ditampilkan pada tabel 3.

Tabel 3 Aktivitas Penjahitan Pada Proses Produksi Kemeja

No.	Aktivitas	Kode	Aktivitas yang mendahului	Waktu siklus (detik)	Mesin/Alat yang digunakan
1	Membuka Gulungan Kain	A	-	73.9	-
2	Pemotongan Kain	B	A	19.03	Mesin cutting

Tabel 3 Aktivitas Penjahitan Pada Proses Produksi Kemeja (Lanjutan)

No.	Aktivitas	Kode	Aktivitas yang mendahului	Waktu siklus (detik)	Mesin/Alat yang digunakan
3	Pemolaan dan Pemotongan Kain Sesuai Ukuran	C	B	27.44	Mesin cutting dan papan pemolaan
4	Pemisahan Kain	D	C	2.73	-
5	Penyatuan Saku dengan Bagian Badan	E	D	127.27	Mesin jahit
6	Pemasangan Lapisan Kerah	F	D	94.97	Mesin jahit
7	Penyatuan Kerah dengan Bagian Badan	G	E,F	164.47	Mesin jahit
8	Penjahitan Bagian Bahu	H	D	25.27	Mesin jahit
9	Penyatuan Bahu dengan Bagian Badan	I	G,H	154.7	Mesin jahit
10	Menjahit Seluruh Bagian Pinggiran Badan	J	I	220.2	Mesin jahit
11	Pelubangan dan Pemasangan Kancing	K	J	85.27	Mesin jahit
12	Pembordiran Logo	L		11.86	Mesin bordir
13	Pemasangan Logo	M	L,K	32.5	Mesin jahit
14	Merapikan Benang Jahitan	N	M	45.53	Mesin obras
15	Packaging dan Inspeksi	O	N	205.37	-
Jumlah Waktu Proses				1290.511	



- **Kondisi Awal**

Berdasarkan data kecepatan stasiun kerja, proses terlama pada aktivitas penjahitan kemeja yaitu 220,2 detik. Kemudian dilakukan perhitungan persentase efisiensi setiap meja jahit dengan menggunakan rumus.

Efisiensi lini didapatkan dengan rumus,

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi Lini} &= \frac{\sum C_i}{K \cdot CT} \times 100 \% \\
 &= \frac{1290,511}{(15)(220,2)} \times 100 \% = 39,07 \%
 \end{aligned}$$

Dengan,

$\sum C_i$ = jumlah waktu proses penjahitan kemeja

K = Jumlah aktivitas

CT = Waktu proses terlama

Balance delay didapatkan dengan rumus,

100% - Efisiensi Lini

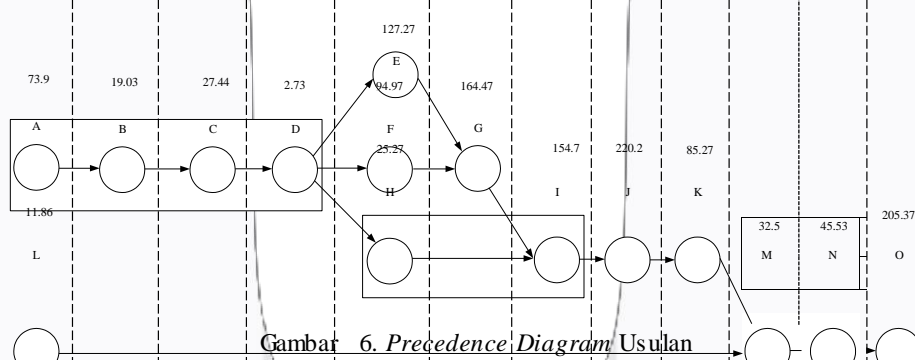
Balance delay = 100% - 39,07% = 60,93 %

Smoothness index didapatkan dengan rumus,

$$\begin{aligned}
 \text{Smoothness Index} &= \sqrt{\sum (C_i - \bar{C})^2 \dots} \\
 &= \sqrt{343607} = 586,18 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

aktivitas penjahitan di *ws sewing* memiliki waktu proses yang berbeda-beda. Dapat dilihat bahwa masih terdapat waktu proses pada aktivitas penjahitan yang melebihi nilai *takt time* yaitu pada proses J. selain aktivitas tersebut terdapat beberapa waktu proses pada aktivitas penjahitan yang berada jauh dibawah nilai *takt time*, hal ini mengakibatkan terjadinya penumpukan WIP pada meja penjahitan, karena beberapa aktivitas penjahitan dilakukan dalam waktu yang singkat sehingga harus menunggu untuk diproses ke meja selanjutnya yang memiliki waktu proses yang lebih lama. Oleh karena itu, perlu dirancang sebuah aliran kerja dengan menggabungkan beberapa elemen kerja atau memecah elemen kerja agar tidak melebihi nilai *takt time*.

- **Kondisi Setelah Usulan Perbaikan**



Gambar 6. Precedence Diagram Usulan

Setelah dilakukan perbaikan dengan *line balancing*, waktu aktivitas dalam pembuatan kemeja sudah tidak melebihi *takt time*. perhitungan efisiensi lini, *balance delay*, dan *smoothness index* setelah dilakukan perbaikan.

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi Lini} &= \frac{\sum C_i}{K \cdot CT} \times 100 \% \\
 &= \frac{1290,511}{(10)(205,37)} \times 100 \% = 62,84 \%
 \end{aligned}$$

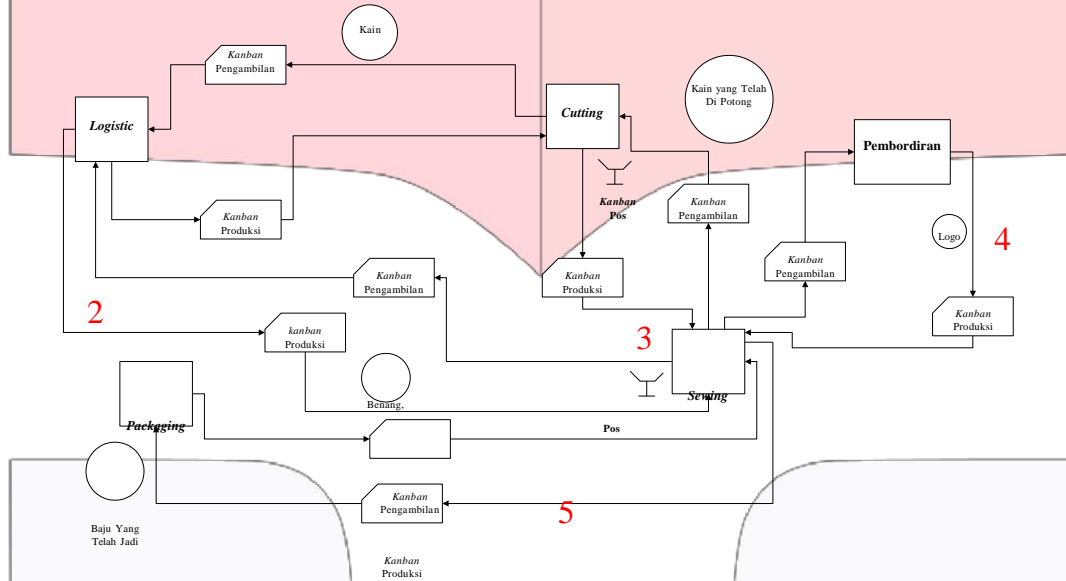
100% - Efisiensi Lini

Balance delay = 100% - 62,84% = 37,16%

$$\begin{aligned}
 \text{Smoothness Index} &= \sqrt{\sum (C_i - \bar{C})^2} \\
 &= \sqrt{104534,8} = 323,32 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

3.5 Rancangan Sistem Kanban

Sistem *kanban* dilakukan agar produksi *ws cutting* dapat terkendali dan sesuai dengan kebutuhan di *ws sewing*. Pada penelitian ini dilakukan penerapan *kanban* pada bagian *logistic, cutting, sewing, pembordiran, dan packaging*. Bagian *cutting* merupakan *ws* pendahulunya yaitu *logistic*, sedangkan *customer* dari bagian *cutting* adalah *ws sewing*. Penerapan sistem ini merupakan penerapan sistem *just in time* yang dilakukan dengan mengganti aliran informasi yang saat ini sedang digunakan pada sistem nyata dengan sistem *kanban*. *Ws sewing* akan memberikan informasi mengenai kain yang dibutuhkan kepada *ws cutting*. Apabila komponen yang diminta tidak tersedia maka bagian *cutting* akan meminta kepada bagian *logistic* dengan menggunakan *kanban* pengambilan. Aliran *kanban* per *workstation* akan ditampilkan pada gambar 7.



Gambar 7. Aliran Kanban Produksi Kemeja

Berdasarkan gambar IV. 15, didapatkan aliran *kanban* dari proses produksi kemeja di PT. Pronesia. Penjelasan aliran *kanban* sebagai berikut.

1. Operator *cutting* akan pergi ke bagian *logistic* untuk meminta gulungan kain yang dibutuhkan dalam sehari dengan menggunakan *kanban* pengambilan.
2. Operator *sewing* meminta beberapa komponen kepada bagian *logistic* yaitu komponen kancing dan benang yang dibutuhkan *sewing* dengan menggunakan *kanban* pengambilan.
3. Selain komponen kancing dan benang, operator *sewing* membutuhkan komponen yang telah dipotong untuk dijahit. Kain yang telah dipotong didapatkan *ws sewing* pada *ws cutting*, sehingga *ws sewing* memberikan *kanban* pengambilan pada *ws cutting* untuk komponen kain yang telah dipotong. Kemudian operator *cutting* akan memproduksi atau memotong kain sesuai dengan kebutuhan *ws sewing*. Apabila kain yang dibutuhkan *sewing* tidak terdapat dibagian *cutting*, maka *ws cutting* akan mengeluarkan *kanban* pengambilan kepada bagian *logistic*.
4. Setelah kemeja sudah hamper jadi, maka proses terakhir yaitu pemasangan logo. Komponen logo didapatkan operator *sewing* di bagian pembordiran, sehingga operator *sewing* memberikan *kanban* pengambilan pada *ws pembordiran*.
5. Setelah operator *sewing* mendapatkan semua komponen yang telah dibutuhkan dari bagian *logistic, ws cutting, dan ws pembordiran*. Selanjutnya kemeja yang telah jadi akan diberikan kepada *ws packaging* sebagai langkah terakhir dalam proses pembuatan kemeja.

Setelah mengetahui aliran *kanban* dari proses produksi kemeja, selanjutnya akan dilakukan perhitungan jumlah kartu atau label *kanban* yang dibutuhkan.

3.5.1 Perhitungan Jumlah Kartu Kanban

$$\begin{aligned}
 & \left(\frac{1000000}{1000000} \times \frac{1000000}{1000000} \right) \times \left(\frac{1000000}{1000000} \right) \times \left(\frac{1000000}{1000000} \right) \\
 & \left(\frac{1000000}{1000000} \right) \times \left(\frac{1000000}{1000000} \right) \\
 & \left(\frac{1000000}{1000000} \right) \times \left(\frac{1000000}{1000000} \right) + \left(\frac{1000000}{1000000} \right) \times \left(\frac{1000000}{1000000} \right) + \left(\frac{1000000}{1000000} \right) \times \left(\frac{1000000}{1000000} \right) \\
 & \left(\frac{1000000}{1000000} \right) \times \left(\frac{1000000}{1000000} \right) = 0,1
 \end{aligned}$$

Safety factor merupakan faktor pengaman yang digunakan untuk mengantisipasi hambatan-hambatan yang dapat terjadi selama proses produksi berlangsung. nilai *safety factor* yang digunakan sebesar 10% atau 0,1. Setelah menentukan nilai *safety factor*, selanjutnya akan dilakukan perhitungan kartu *kanban* yang dibutuhkan. Perhitungan kartu *kanban* sebagai berikut.

Tabel 4. Jumlah Kartu *Kanban*

Keterangan	Jumlah Kartu <i>Kanban</i>
Pengiriman komponen dari <i>logistic</i> ke <i>ws cutting</i>	1
Pengiriman komponen dari <i>logistic</i> ke <i>ws sewing</i>	1
Pengiriman komponen dari <i>ws cutting</i> ke <i>ws sewing</i>	1
Pengiriman komponen dari <i>ws pembordiran</i> ke <i>ws sewing</i>	1

3.5.2 Rancangan Format Kartu *Kanban*

- Kartu *kanban* perintah produksi

Kanban Produksi	
Nama Komponen :	Proses
Jumlah Komponen yang diminta :	
Jumlah <i>Stock</i> (minimum kapasitas) :	
Jumlah Maksimum kapasitas :	
Keterangan :	

Gambar 8. Kartu *Kanban* Produksi

terdapat beberapa masukan yang akan di isi pada kartu. Keterangan dari kartu *kanban* produksi sebagai berikut.

- Nama Komponen merupakan spesifikasi dari nama komponen yang akan diproduksi.
- Jumlah komponen yang diminta merupakan jumlah komponen dari meja yang diminta atau yang akan diproduksi.
- Jumlah *stock* (minimum kapasitas) merupakan sisa *stock* yang ada pada saat pengambilan.
- Jumlah maksimum kapasitas merupakan jumlah maksimum atau kapasitas maksimum dari wadah yang akan dipakai untuk meletakkan komponen yang dibutuhkan.
- Keterangan merupakan informasi tambahan yang ingin disampaikan.
- Proses merupakan spesifikasi dari *workstation* yang merakit atau yang memproduksi komponen tersebut.

- Kartu *kanban* pengambilan

Kanban Pengambilan	
Nama Komponen :	Proses Terdahulu
Jumlah Komponen yang diminta :	
Waktu Pesan :	
Jumlah <i>Stock</i> (minimum kapasitas) :	
Jumlah Maksimum kapasitas :	
Keterangan :	Proses Berikutnya

Gambar 8. Kartu *Kanban* Pengambilan

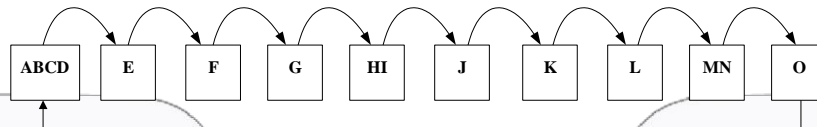
terdapat beberapa masukan yang akan di isi pada kartu. Keterangan dari kartu *kanban* pengambilan sebagai berikut.

- Nama Komponen merupakan spesifikasi dari nama komponen yang akan diambil untuk diproduksi.
- Jumlah komponen yang diminta merupakan jumlah komponen dari meja yang diminta atau yang akan diproduksi.
- Waktu pesan merupakan keterangan waktu pada saat pemesanan.
- Jumlah *stock* (minimum kapasitas) merupakan sisa *stock* yang ada pada saat pengambilan.
- Jumlah maksimum kapasitas merupakan jumlah maksimum atau kapasitas maksimum dari wadah yang akan dipakai untuk meletakkan komponen yang dibutuhkan.
- Keterangan merupakan informasi tambahan yang ingin disampaikan.
- Proses terdahulu merupakan spesifikasi atau stasiun kerja yang membuat komponen tersebut dan juga merupakan tempat dari pengambilan.
- Proses berikutnya merupakan spesifikasi tempat atau stasiun kerja yang membutuhkan komponen tersebut.

3.6 Job Rotation

Job rotation merupakan salah satu cara sistem pengembangan sumber daya manusia yaitu dengan memindahkan operator dari satu pekerjaan ke pekerjaan lainnya secara berkala. Keuntungan dari *job rotation* ini yaitu operator dapat menyelesaikan bermacam-macam tugas dan dapat mengisi kekosongan operator yang sedang absen. Adapun tahapan dalam melakukan *job rotation* yaitu sebagai berikut.

1. Sebelum melakukan *job rotation* terlebih dahulu bertanya kepada setiap operator apakah operator menginginkan *job rotation* tersebut atau tidak.
2. *Job rotation* dilakukan selama satu minggu sekali.
3. Melakukan pengujian kepada operator untuk mencegah ketidaksesuaian pekerjaan dengan kepribadian operator.
4. Melakukan *training* penjahitan terlebih dahulu agar semua operator mengetahui cara penjahitan setiap komponen kemeja. *Training* ini dipandu oleh masing-masing *leader* pada setiap lini penjahitan. Perancangan *training* penjahitan yang diusulkan sebagai berikut.
 - g. Nama kegiatan : Pelatihan penjahitan
 - h. *Trainer* : *Leader* masing-masing *line sewing*
 - i. *Trainee* : Seluruh operator *sewing*
 - j. Pelatihan yang diberikan : Cara menjahit seluruh komponen pembuatan kemeja dengan baik dan benar
5. Memindahkan operator per bagian penjahitan. Setelah dilakukan usulan perbaikan dengan *line balancing* terdapat 11 *workstation* dengan jenis penjahitan yang berbeda-beda. Ke- 11 *workstation* ini selanjutnya akan di *rolling*, sehingga setiap operator dapat melakukan semua jenis pekerjaan dari pembuatan kemeja. Perputaran *job rotation* akan ditampilkan pada gambar IV. 9.



Gambar 9. Perputaran *Job Rotation* Pada Aktivitas Pembuatan Kemeja

Rolling akan dilakukan setiap satu minggu sekali. Sehingga dalam satu bulan operator dapat berpindah kerja sebanyak empat kali.

6. Melakukan pengawasan terhadap kinerja operator. Pengawasan akan dilakukan oleh *leader* masing-masing *workstation* untuk memastikan bahwa operator dapat beradaptasi dengan tugas penjahitan yang baru.

4 Kesimpulan

1. Setelah dilakukan identifikasi *waste inventory*, didapatkan beberapa penyebab dari *waste inventory* pada proses pembuatan kemeja. Penyebab dari penumpukan yang terjadi pada proses produksi sebagai berikut.
 - a. Faktor penyebab *waste inventory* pada *workstation cutting*.
 - 1) Akar penyebab pada factor metode : Adanya penumpukan kain pada *ws cutting* dikarenakan tidak adanya informasi dari *ws sewing* dalam memproduksi kain tiap harinya.
 - 2) Akar penyebab pada factor mesin : Kapasitas produksi dari mesin *cutting* dan *sewing* berbeda. Sehingga terdapat penumpukan kain yang cukup banyak pada *ws cutting* yang diakibatkan oleh kapasitas dari mesin *cutting* lebih banyak dari *ws sewing*.
 - b. Faktor penyebab *waste inventory* pada *workstation sewing*.
 - 1) Tidak meratanya pembagian beban kerja operator *sewing* berbeda-beda, sehingga pekerjaan yang dibebankan pun berbeda. Hal ini mengakibatkan waktu proses setiap *ws* bervariasi.
 - 2) Keahlian operator yang tidak merata.
2. Usulan perbaikan untuk meminimasi penyebab *waste inventory* di PT. Pronesia sebagai berikut.
 - a. Adanya penggunaan sistem *kanban* yang digunakan agar produksi terkendali serta jumlah produksi dapat disesuaikan dengan kebutuhan.
 - b. Pemerataan beban kerja dengan *line balancing* dengan menggabungkan beberapa proses pembuatan kemeja, sehingga waktu proses masih berada dalam rentang *takt time* dan *idle time* menurun.
 - c. Menjalankan sistem kerja *job rotation* agar kemampuan kerja operator seimbang dan operator akan memiliki keahlian yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anestesia, Arin. 2014. Rancangan Perbaikan Untuk Meminimasi *Waste Inventory* Pada Produksi Trafo Ballast Ekspor PT. Nikkatsu Electric Works. Tugas Akhir Universitas Telkom.
- [2] Anggraita, Wita. 2014. Usulan Perbaikan Sistem *Kanban* Untuk Mengurangi Penumpukan *Work In Process* dan *Lead Time* Produksi Pada Lantai Produksi Bagian *Medium Prismatic Machines* Di PT. Dirgantara Indonesia. Tugas Akhir Universitas Telkom.
- [3] Gasperz, Vincent, & Fontana, Avanti. (2011), *Lean Six sigma for Manufacturing and Service Industries*. Bogor: Vinchristo Publication.
- [4] <http://shiftindonesia.com/lean-six-sigma-mengenal-memahami-takt-time/>, (diakses pada tanggal 11 Desember 2015)
- [5] http://www.strategosinc.com/vsm_symbols.htm, , (diakses pada tanggal 11 Desember 2015)
- [6] Liker, Meier. 2007. *The Toyota Way Fieldbook, Panduan Untuk Mengimplementasikan Model 4P Toyota* (translation). Jakarta: Erlangga.
- [7] utri, Herliani. 2014. Usulan Perbaikan Proses Produksi Untuk Mengurangi *Waste Inventory* Di PT. Eksonindo Multi Product Industry Dengan Pendekatan *Lean Six Sigma*. Tugas Akhir Universitas
- [8] Satalaksana, Iftikar. (2006) *Teknik Perencanaan Sistem Kerja*. Bandung : ITB.
- [9] Wijaya, Tony. (2011). *Manajemen Kualitas Jasa, Desain Servqual, QFD, dan Kano Disertai Contoh Aplikasi dalam Kasus Penelitian*. Jakarta: Indeks.

