



## Analisis Pengendalian Kualitas untuk Mengurangi Cacat Produk 3D VR (Virtual Reality) Garment dengan Menggunakan Metode Six Sigma

Saroafifa Indriani<sup>1</sup>, Yunita Primasanti<sup>2</sup>, Erna Indriastiningsih<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup>Universitas Sahid Surakarta, Indonesia

**Abstract** PT. Pan Brothers Tbk is one of the garment companies that adopted garment production in the form of 3D VR (Virtual Reality) as a garment prototype in Indonesia. In the process of making 3D VR products, many defective products must be revised. The study aims to implement the Six Sigma method and suggest improvements to reduce defects in 3D VR garment products using the Six Sigma method with the stages of defining, measuring, analyzing, improving, and controlling. In the define stage, the identification of the production process using the SIPOC diagram and identifying the type of defect. In the measure stage, the DPMO and sigma value calculations are carried out. The most defects are fitting not balanced and properly with a DPMO value of 269619.2 and a sigma value of 2.11. In the analysis stage with a fishbone diagram shows the factors that cause defects, namely man, machine, material, method, and environment. In the improvement stage, suggestions for improvements are given to reduce defects in 3D VR garment products. In the control stage, quality control is carried out by conducting internal training, upskilling, creating inspection report forms, adding teams to the QC division, and adding SOPs for the 3D VR producing process.

**Keywords:** Virtual Reality, Six Sigma, DMAIC, Fishbone, Quality Control

**Abstrak** PT. Pan Brothers Tbk adalah salah satu perusahaan di Indonesia yang bergerak di bidang industri garmen yang mengadopsi pembuatan garmen dalam bentuk 3D VR (Virtual Reality) sebagai *prototype* garmen. Dalam proses pembuatan produk 3D VR masih terdapat banyak produk yang *defect* dan harus direvisi. Tujuan dari penelitian ini yaitu menerapkan metode *six sigma* dan memberikan usulan perbaikan untuk mengurangi cacat pada produk 3D VR garmen menggunakan metode *six sigma* dengan tahap *define, measure, analyze, improve, dan control*. Pada tahap *define* dilakukan proses identifikasi proses produksi menggunakan diagram SIPOC dan identifikasi jenis *defect*. Pada tahap *measure* dilakukan perhitungan DPMO dan nilai *sigma* dan *defect* terbanyak yaitu *fitting not balance and properly* nilai DPMO 269619.2 dan nilai *sigma* 2,11. Pada tahap *analyze* dengan menggunakan alat bantu diagram *fishbone* faktor penyebab terjadinya *defect* yaitu faktor *man, machine, material, metode, dan environment*. Pada tahap *improve* diberikan usulan perbaikan untuk untuk mengurangi *defect* pada produk 3D VR garmen. Pada tahap *control* dilakukan pengendalian kualitas dengan mengadakan *training internal, upskilling*, membuat *form-form report* pengecekan, penambahan tim pada divisi QC, serta penambahan SOP proses pembuatan 3D VR.

**Kata Kunci:** Virtual Reality, Six Sigma, DMAIC, Fishbone, Pengendalian Kualitas

### 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang semakin modern memasuki revolusi industri 4.0 dan persaingan bisnis yang ketat. Agar mampu berdiri di tengah ketatnya persaingan perusahaan harus meningkatkan kualitas, efisiensi, dan produktivitas. Kualitas produk yang baik akan meningkatkan reputasi perusahaan, mewujudkan kegiatan produksi yang efektif dan efisiensi, serta mendapatkan kepercayaan konsumen. Pengendalian kualitas yang baik akan meningkatkan kualitas produk, efisiensi dalam biaya pembuatan produk, dan produktivitas yang tinggi.

PT. Pan Brothers Tbk merupakan salah satu perusahaan di Indonesia yang bergerak di bidang industri garmen dan salah satu perusahaan yang mengadopsi pembuatan garmen dalam bentuk 3D VR (Virtual Reality) ke dalam bisnisnya sebagai *prototype* garmen untuk mengikuti

perkembangan teknologi industri 4.0. Beberapa *brand buyer* mulai *request order* sample garmen dalam bentuk 3D untuk keperluan *review* produk, katalog penjualan, *mock up*, *design sketch Tech Pack*, dan pembuatan proyek. Teknologi 3D VR digambarkan sebagai teknologi baru yang akan mendisrupsi proses/ cara perusahaan garmen mengembangkan produk *fashion*. Datangnya *pandemic covid* mempercepat dan meningkatkan kesadaran pentingnya mengadopsi 3D VR dalam proses bisnis industri garmen.

Di PT. Pan Brothers dalam menghasilkan produk 3D garmen masih terdapat banyak produk yang harus direvisi pada 3 season terakhir. Berdasarkan data penelitian di divisi 3D *Technician* pada *season Spring Summer 2023* jumlah *product type* sebanyak 238 terdapat 177 *product* revisi dengan persentase 74% dan 6 kali pengerjaan, *season Fall Winter 2023* jumlah *product type* 196 terdapat 166 *product* revisi dengan persentase 85% dan 8 kali pengerjaan, *season Spring Summer 2024* jumlah *product type* sebanyak 141 terdapat 124 *product* revisi dengan persentase 88% dan 8 kali pengerjaan, dan *season Fall Winter 2024* jumlah *product type* sebanyak 149 terdapat 100 *product* revisi dengan persentase 67% dan 8 kali pengerjaan.

Berdasarkan data penelitian di 3 *season* terakhir tersebut revisi yang dilakukan berkali-kali dapat berakibat fatal yaitu keterlambatan pengiriman *order buyer*. Hal ini dapat berdampak buruk terhadap reputasi perusahaan dan mengakibatkan turunnya persentase KPI perusahaan dan menurunnya jumlah *order buyer*. Pada penelitian ini, pengendalian kualitas memilih metode *six sigma* sebagai penyelesaian masalah.

Berdasarkan uraian diatas, maka penelitian berfokus pada Analisis pengendalian kualitas untuk mengurangi cacat produk dengan menggunakan metode *six sigma*. Pengurangan cacat produk ini berfungsi untuk mempercepat proses pengiriman *order buyer*.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **Pengertian VR (Virtual Reality)**

Teknologi *virtual reality* yang lebih awal adalah Peta Bioskop Aspen, yang diciptakan oleh MIT pada tahun 1977. Programnya adalah simulasi kasar tentang kota Aspen di Colorado, dimana para pemakai bisa mengembara dalam salah satu dari tiga gaya yaitu musim panas, musim dingin, dan poligon. Dua hal pertama tersebut telah didasarkan pada foto, karena para peneliti benar-benar memotret tiap-tiap pergerakan yang mungkin melalui pandangan jalan kota besar pada kedua musim tersebut, dan yang ketiga adalah suatu model dasar tiga dimensi (3D) kota besar. Akhir tahun 1980 istilah "*Virtual Reality*" telah dipopulerkan oleh Jaron Lanier, salah satu pelopor modern dari bsang tersebut. Lanier yang telah mendirikan

perusahaan VPL Riset pada tahun 1985, telah mengembangkan dan membangun sistem “kacamata hitam dan sarung tangan” yang terkenal pada masa itu.(Riyadi et al., 2017)

*VR (Virtual Reality)* merupakan teknologi yang memungkinkan seseorang melakukan suatu simulasi terhadap suatu objek nyata dengan menggunakan komputer yang mampu membangkitkan suasana tiga dimensi (3D) sehingga pengguna seolah-olah terlibat secara fisik.(Putro, 2015)

### **Definisi Teknologi 3D *Virtual Reality Garment/ Fashion***

Teknologi 3D *Virtual Reality* didefinisikan sebagai pembuatan asset digital (sample) yang menawarkan representasi nyata baik dari sifat visual dan fisik final produk yang diproduksi(Fitrihana, 2020) . Saat ini telah banyak system CAD (*Computer Aided Design*) garmen untuk desain pola/ *pattern* pakaian yang dilengkapi 3D virtual sebagai software simulasi 3D *Fashion* untuk pembuatan prototipe garmen dan evaluasi kesesuaian ukurannya (Jevšnik et al., 2012) Setidaknya ada 7 software yang dikembangkan khusus untuk aplikasi 3D *fashion* (Papachristou & Anastassiou, 2022) yaitu :

1. 3D (Gerber)
2. CLO3D
3. Modaris 3D (Lectra)
4. Optitex 3D
5. Style3D
6. V-Stitcher (Browzwear)
7. Tukatech 3D

Sejak adanya pandemic covid 19 semakin meningkatkan kesadaran para pelaku industri *fashion* untuk menerapkan teknologi visualisasi 3D *VR*. Teknologi 3D menawarkan sampel virtual 3D yang bisa diwujudkan sama seperti produk fisik. Pemilik *brand fashion* dapat menggunakan teknologi 3D untuk berkomunikasi dengan bagian produksi maupun konsumen yang tersebar di berbagai negara. Keuntungan lain dari pembuatan prototipe virtual 3D adalah dapat mendesain produk garmen sambil langsung memantau kecocokan dengan siluet dan ukuran badan orang tertentu tanpa kehadiran fisik (Jevšnik, 2017).



Gambar 1 Perbandingan 3D virtual dan physical sample

3D VR garment adalah solusi komersial yang memungkinkan pembuatan proses penyesuaian virtual dengan memasukkan pola 2D dan menjahitnya secara virtual pada model manusia digital 3D (*avatar*) sehingga pengguna dapat memvisualisasikan kesesuaian pakaian dalam 3D pada saat membuat sketsa. Teknologi 3D fashion telah mampu menghasilkan produk yang sama seperti produk fisik. Teknologi 3D fashion memberikan solusi untuk pengembangan desain, tidak hanya dapat meningkatkan efisiensi perusahaan mode, tetapi juga mengurangi produk sampel fisik, mempercepat pengembangan produk, lebih ramah lingkungan dengan mengurangi limbah tekstil sehingga membantu mengatasi isu keberlanjutan di industri garmen.(Papachristou & Anastassiu, 2022) .

### Pengertian Kualitas

Definisi kualitas sangat beraneka ragam, banyak pakar dan organisasi yang mencoba mendefinisikan kualitas berdasarkan sudut pandangnya masing-masing.

1. Menurut *American Society for Quality* yang dikutip oleh Heizer dan Render (2009) adalah keseluruhan corak dan karakteristik dari produk atau jasa yang berkemampuan untuk memenuhi kebutuhan yang tampak jelas maupun samar(Heizer & Render, 2015)
2. M.N Nasution menjelaskan pengertian kualitas menurut beberapa ahli, antara lain :(Siska, Ela, 2019)
  - a. Menurut Crosby dalam buku pertamanya "*Quality is Free*" yang mendapatkan perhatian sangat besar pada waktu itu (1979) menyatakan, bahwa kualitas adalah "*conformance to requirement*", yaitu sesuai dengan yang disyaratkan atau distandarkan. Suatu produk memiliki kualitas apabila sesuai dengan standar kualitas yang telah ditentukan.
  - b. W. Edwards Deming (1982) menyatakan, bahwa kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan pasar.

c. Menurut Suyadi Prawirosentono (2007), pengertian kualitas suatu produk adalah “Keadaan fisik, fungsi, dan sifat suatu produk bersangkutan yang dapat memenuhi selera dan kebutuhan konsumen dengan memuaskan sesuai nilai uang yang telah dikeluarkan”.

3. Juran dalam Hana mengungkapkan bahwa kualitas dapat didefinisikan sebagai *fitness for use*, yaitu kesesuaian antara fungsi dan kebutuhan. Dalam kualitas terdapat dua hal yang harus diperhatikan, yaitu : *features of product* merupakan produk yang sesuai dengan kebutuhan dan memberikan kepuasan bagi konsumen, *freedom from deficiencies* merupakan produk yang bebas dari kesalahan atau kecacatan produk. Menurut Oakland dalam Hana (2014) kualitas merupakan pemenuhan terhadap kebutuhan konsumen (*meeting the customer requirements*). Kualitas sering kali digunakan untuk menandakan keunggulan suatu produk atau jasa. Dengan selalu menciptakan barang sesuai dengan kebutuhan pelanggan, maka akan memberikan kepuasan dan menumbuhkan loyalitas pelanggan (Sulistiyowati & Khamim, 2009).

### **Pengertian Pengendalian Kualitas**

Menurut Sofjan Assauri (1998), pengendalian dan pengawasan adalah kegiatan yang dilakukan untuk menjamin agar kegiatan produksi dan operasi yang dilaksanakan sesuai dengan apa yang direncanakan dan apabila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut dapat dikoreksi sehingga apa yang diharapkan dapat tercapai.(Sulistiyowati & Khamim, 2009)

Sedangkan menurut Vincent Gasperz (2002), pengendalian adalah: “*Control can mean an evaluation to indicate needed corrective responses, the act of guiding, or the state of process in which the variability is attribute to a constant system of chance causes.*” dapat diartikan sebagai kegiatan yang dilakukan untuk memantau aktivitas dan memastikan kinerja sebenarnya yang dilakukan telah sesuai dengan yang direncanakan(Gazpersz, 2002).

### **Definisi Produk Cacat**

Menurut Mulyadi (1993) Produk cacat/rusak merupakan produk yang mempunyai wujud produk jadi, tetapi dalam kondisi yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditentukan oleh konsumen. Produk cacat/rusak adalah produk yang tidak sesuai standar mutu yang telah ditetapkan secara ekonomis tidak dapat diperbaharui menjadi produk yang baik. (Yusuf & Supriyadi, 2020)

Produk cacat/rusak merupakan unit-unit produk yang karena keadaan fisiknya tidak dapat dilakukan sebagai produk akhir, tetapi dapat diperbaiki untuk kemudian dijual dalam bentuk produk akhir. Dalam proses produksi, produk cacat ini dapat diakibatkan oleh dua hal, yaitu

spesifikasi pemesanan dan factor internal. Permasalahan yang muncul atas produk cacat ini adalah perlakuan terhadap pengerjaan kembali atau rework. (Helmi, 2016)

Cacat memiliki pengertian kekurangan yang menyebabkan nilai atau mutunya kurang baik atau kurang sempurna. Produk cacat berarti barang atau jasa yang dibuat dalam proses produksi namun memiliki kekurangan nilai atau mutunya kurang baik atau sempurna. (Janah, 2017).

### **Definisi Six Sigma**

*Six Sigma* merupakan alat untuk memperbaiki kualitas produk dengan mereduksi tingkat kecacatan produk melalui 5 tahapan, yaitu *define* (identifikasi masalah), *measure* (pengukuran *performance* kualitas), *analyze* (melakukan Analisa terhadap penyebab kecacatan), *improvement* (melakukan usaha perbaikan untuk meningkatkan kualitas), dan *control* (pengendalian). Pengendalian kualitas produk merupakan suatu sistem pengendalian yang dilakukan dari tahap awal suatu proses hingga produk jadi, bahkan sampai pada pendistribusian produk pada konsumen. Metode *Six Sigma* dapat juga dipandang sebagai pengendalian proses produksi yang menerapkan konsep DMAIC (*Define, Measure, Action, Improve, dan Control*) dalam peningkatan kualitas. (Gazpersz, 2002)

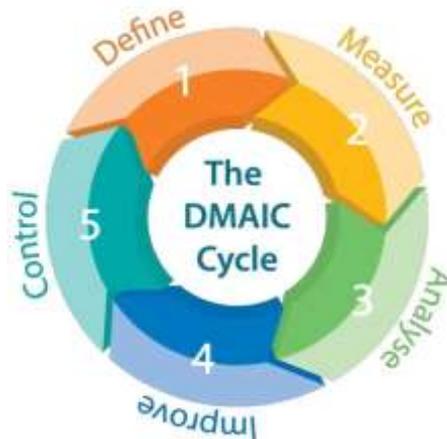
### **Aspek Dasar Six Sigma**

*Six Sigma* Motorola merupakan suatu metode atau teknik pengendalian dan peningkatan kualitas dramatis yang diterapkan oleh perusahaan Motorola sejak tahun 1986, yang merupakan terobosan baru dalam bidang manajemen kualitas. Banyak sistem manajemen kualitas, seperti Malcolm Baldrige Quality Award (MBNQA), ISO 9000, dan lain-lain, hanya menekankan pada upaya peningkatan terus-menerus berdasarkan kesadaran mandiri manajemen, tanpa memberikan solusi yang ampuh bagaimana terobosan-terobosan harus dilakukan untuk meningkatkan kualitas secara dramatis menuju tingkat kegagalan nol. Prinsip-prinsip pengendalian dan peningkatan kualitas *Six Sigma* Motorola mampu menjawab tantangan ini, dan terbukti perusahaan Motorola selama kurang lebih 10 tahun setelah implementasi konsep *Six Sigma* telah mampu mencapai tingkat kualitas 3,4 DPMO (*defects per million opportunities*) kegagalan per sejuta kesempatan. Beberapa keberhasilan Motorola yang patut dicatat dari aplikasi program *Six Sigma*, adalah sebagai berikut :

1. Peningkatan produktivitas rata-rata : 12,3% per tahun,
2. Penurunan COPQ (*Cost Of Poor Quality*) lebih daripada 84%.
3. Eliminasi kegagalan dalam proses sekitar 99,7%.
4. Penghematan biaya *manufacturing* lebih daripada \$11 Milyar.
5. Peningkatan tingkat pertumbuhan tahunan rata-rata: 17% dalam penerimaan, keuntungan, dan harga saham Motorola. (Gazpersz, 2002)

## Metode DMAIC

Metodologi DMAIC merupakan kunci pemecahan masalah *Six Sigma* yang meliputi Langkah-langkah perbaikan secara beruntun, yang masing-masing penting guna mencapai hasil yang diinginkan (Ahmad F, 2019). DMAIC adalah fase-fase yang harus dilalui dalam menjalani proyek perbaikan apapun, yang merupakan singkatan dari *Define-Measure-Analyze-Improve-Control*. Dalam masing-masing fase dilakukan aktifitas yang berbeda-beda sesuai dengan kondisi yang terjadi selama proyek berjalan. (Choirunnisa & W, 2020)



Gambar 2 Fase-fase DMAIC

### Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang pertama dilakukan oleh Deni Kurniawan pada tahun 2019 dengan judul penelitian Penurunan produk cacat dengan metode *Six Sigma* dan *Continuous Improvement* di PT. Cakra Guna Cipta. Hasil penelitian ditemukan bahwa cacat yang memiliki nilai terbesar adalah rokok terlalu keras sebesar 71.41%. Berdasarkan pengukuran sebelum perbaikan diperoleh nilai DPMO 9823.7 dan *Sigma Level* 3.84, setelah perbaikan diperoleh nilai DPMO menjadi 4403,2 dan *Sigma Level* sebesar 4.12 dan proporsi cacat tertinggi berkurang dari 4,19% menjadi 2%. Faktor penyebab cacat tersebut disebabkan oleh faktor manusia yaitu kurang teliti dan tidak adanya alat bantu untuk meratakan tembakaun diatas kain *Mori* dari faktor penyebab tersebut diberikan usulan *Plan* untuk memberikan operator alat bantu, *Do* memberikan alat bantu berupa scapper, *Check* memeriksa apakah pelaksanaanya sesuai jalur, *Action* yaitu memberi standarisasi prosedur baru. (Kurniawan, 2019)

Penelitian terdahulu kedua dilakukan oleh Nailul Izzah dan Muhammad Fahrur Rozi pada tahun 2019 dengan judul Analisis Pengendalian Kualitas dengan Metode *Six Sigma-DMAIC* dalam Upaya Mengurangi Kecacatan Produk Rebana pada UKM Alfiya Rebana Gresik. Hasil penelitian berdasarkan nilai DPMO didapatkan 3 jenis cacat yang sering terjadi yaitu retak, meletus dan suara kendur. Berdasarkan diagram *fishbone*, faktor penyebabnya lingkungan,

manusia, metode, material, dan mesin. Dari faktor penyebab tersebut diberikan usulan perbaikan berdasarkan faktor manusia, metode, material, mesin, dan lingkungan serta tahap control dengan melakukan perawatan dan perbaikan mesin secara berkala, melakukan pengawasan terhadap bahan baku dan karyawan, karyawan melakukan pencatatan seluruh produk cacat setiap hari dari masing-masing jenis cacat dalam proses produksi, total produk cacat dalam setiap periode satu bulan dicantumkan dalam buku bulanan sebagai report kepada pimpinan. (Izzah & Rozi, 2019)

Penelitian terdahulu ketiga dari Putri Sausan Kis Hanifah dan Irwan Iftadi pada tahun 2022 dengan judul Penerapan Metode *Six Sigma* dan *Failure Mode Effect Analysis* untuk Perbaikan Pengendalian Kualitas Produksi Gula. Hasil penelitian jenis cacat yang memiliki persentase tinggi dan diprioritaskan untuk ditangani adalah cacat jenis warna gula tidak sesuai. *Improve* yang dilakukan untuk mengetahui mode kegagalan potensial produk gula yang cacat adalah menentukan hasil RPN. Berdasarkan hasil RPN nilai paling tinggi adalah mode kegagalan kualitas tebu tidak sesuai standar, penyebabnya karena mutu tebu dari supplier kurang baik. Tindakan yang disarankan untuk memperbaiki pengendalian kualitas produksi gula yaitu meningkatkan pengecekan kualitas tebu baik dari segi kandungan maupun fisiknya dan meningkatkan ketelitian dalam pembersihan tebu sebelum digiling. (Hanifah & Iftadi, 2022)

Penelitian terdahulu keempat dari Bagus Anggarda Jaya dan Mulyono pada tahun 2022 dengan judul Analisis Produk Cacat Menggunakan Metode *Six Sigma* pada Perusahaan Garmen. Hasil penelitian berdasarkan hasil pengukuran tingkat kualitas produk menggunakan DPMO berada pada tingkat 3.9 dengan nilai DPMO sebesar 8311. Faktor-faktor penyebabnya adalah mesin, material, manusia dan metode. Berdasarkan nilai risk priority number (RPN) faktor utamanya adalah manusia yaitu operator lalai dan *Improvement* yang dilakukan adalah *Brainstorming*. (Jaya & Mulyono, 2022)

Penelitian terdahulu kelima dari Petrus Wisnubroto dan Theo Anggoro pada tahun 2012 dengan judul Analisis Kualitas Pelayanan Jasa dengan Metode *Six Sigma* pada Hotel Malioboro Inn Yogyakarta. Hasil penelitian berdasarkan penyebaran kuesioner kepada responden didapatkan data antara persepsi dan harapan dari pelanggan yang berujung tingkat kepuasan pelanggan. Analisa proses perhitungan *servqual* menunjukkan banyak nilai negatif yang menandakan pelayanan belum sesuai dengan harapan dan hasil perhitungan melalui Six Sigma ditemukan nilai rata-rata DPMO 133.379 dan tingkat sigma 2.6. Tingkat kegagalan paling tinggi ditemukan “kecepatan waktu pelayanan service” dan faktor penyebabnya adalah kecepatan pelayanan service, dimana kurangnya pengalaman dan proses trainer yang tidak maksimal. (Wisnubroto et al., 2012)

### 3. METODE PENELITIAN

#### Identifikasi Masalah

##### 1. Studi Lapangan

Studi lapangan dilaksanakan di divisi 3D *Technician* di *factory sample room* PT. Pan Brothers Tbk. dengan tujuan untuk mengumpulkan informasi terkait kondisi nyata yang ada di divisi 3D *Technician*. Hasil yang ditemukan saat studi lapangan yaitu menurunnya kualitas 3D berdasarkan jumlah cacat produk yang meningkat di 3 season terakhir.

##### 2. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk menambah wawasan dan pengetahuan mengenai permasalahan yang dihadapi perusahaan yaitu tentang pengendalian kualitas dan metode yang cocok melalui literatur berupa buku panduan, jurnal terdahulu, serta pencarian melalui internet.

##### 3. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana cara penerapan metode six sigma untuk menganalisis proses pembuatan dan pengendalian kualitas 3D VR serta bagaimana perbaikan yang dapat dilakukan untuk menurunkan cacat produk 3D VR.

##### 4. Metode Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka ditetapkan metode penelitian yang digunakan yaitu metode *Six Sigma* dengan tahapan DMAIC yaitu *Define, Measure, Analyze, Improve*, dan *Control*.

#### Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan tahap mengumpulkan data-data yang diperlukan untuk mendukung pemecahan masalah yang timbul berdasarkan fokus penelitian. Data-data yang dikumpulkan tersebut diambil pada rentang waktu tertentu yang telah ditetapkan peneliti yang dilakukan di *factory sample room* divisi 3D *Technician*. Data yang dikumpulkan berupa data primer dan sekunder yang diperoleh dengan menggunakan dua metode, yaitu observasi secara langsung dan wawancara dengan *supervisor* dan karyawan divisi 3D *technician*. Pada penelitian ini data primer yang diperoleh berupa *flow* proses pembuatan 3D, jumlah *request order*, jumlah karyawan divisi 3D, dan spesifikasi dan jumlah komputer pembuatan 3D VR. Data sekunder yang diperoleh adalah *report rework* 3D selama 3 *season* terakhir.

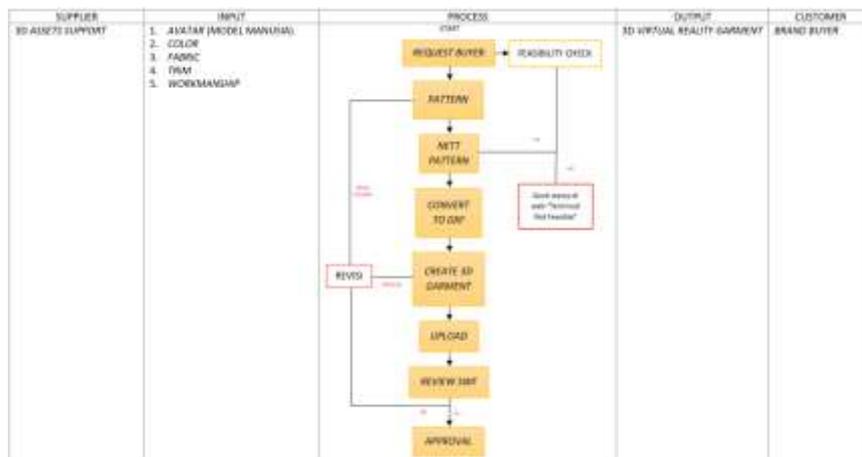
## Pengumpulan dan Pengolahan Data

### Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan tahap penting untuk mendukung pemecahan masalah yang timbul berdasarkan fokus penelitian. Berikut ini adalah data yang dikumpulkan pada penelitian ini:

### Data Alur Proses Produksi

Alur proses produksi pembuatan 3D VR garmen diidentifikasi dengan menggunakan diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, dan Customer*). Berikut ini alur proses produksi dengan identifikasi SIPOC:



Gambar 3 Diagram SIPOC

Sumber: PT. Pan Brothers Tbk.

Berikut ini penjabaran dari diagram SIPOC:

#### 1. *Supplier*

*Supplier* atau pemasok adalah pihak perorangan atau bisnis yang memasok atau menyuplai produk barang atau jasa kepada bisnis lain untuk keperluan memproduksi barang dan jasa tertentu. *Supplier* pada pembuatan 3D VR garment yaitu 3D assets support.

#### 2. *Input*

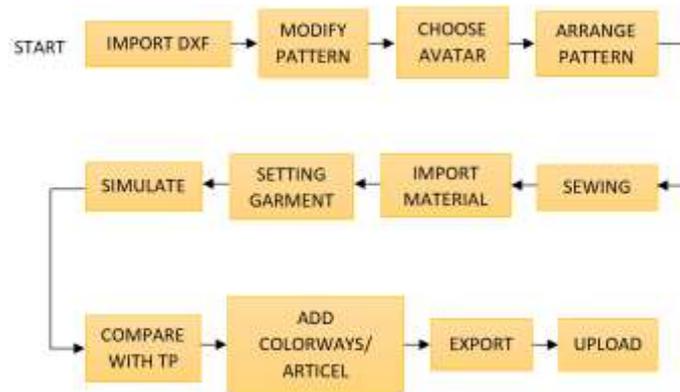
*Input* adalah hasil suplai barang atau jasa dari *supplier* yaitu avatar (model manusia), color, fabric, trim, dan workmanship (topstitching atau jenis jahitan).

#### 3. *Process*

Pada aliran process terdapat beberapa langkah yaitu sebagai berikut:

- a. *Request buyer* yaitu proses pemesanan 3D VR garmen oleh *buyer* melalui web *cataligent* kemudian data *request buyer* di-*feasibility check* terlebih dahulu oleh 3D technician untuk mengetahui *request buyer* layak untuk dikerjakan. Jika tidak layak

- maka 3D *technician* harus mengirimkan email ke *buyer* dan mengganti status *request* pada *website* menjadi “*Technical not feasible*” dan jika layak maka dapat dilanjutkan proses pembuatan 3D VR garmen.
- b. *Pattern* yaitu pembuatan pola 2D garmen dengan menggunakan *software boke* untuk pembuatan sampel garmen fisik dan 3D VR garmen.
  - c. *Net pattern* adalah ukuran *pattern*/ pola asli tanpa adanya *allowance*/ kampuh. *Pattern* yang digunakan untuk pembuatan garmen fisik adalah *pattern* yang telah ditambahkan *allowance*/kampuh yang digunakan untuk menjahit garmen. Sedangkan *pattern* yang digunakan 3D VR garmen adalah *pattern* yang tidak ditambahkan *allowance*/kampuh. Proses net pattern dilakukan dengan cara menghilangkan rumus-rumus *pattern* untuk penambahan *allowance* dengan menggunakan *software boke*.
  - d. *Convert to DXF* yaitu proses mengubah format file *pattern* dari format *boke* menjadi format DXF. Proses format ini dilakukan sebab untuk meng-*import net pattern* ke *software* 3D VR hanya dapat menerima beberapa format yaitu DXF, Adobe (AI, PDF), MY, OBJ, openCOLLADA, FBX dll. Sedangkan pada *software boke* hanya dapat meng-*convert* ke DXF.
  - e. *Create 3D garmen* yaitu proses pembuatan 3D VR garmen dengan meng-*import* file DXF ke dalam *software* pembuatan 3D yaitu *software CLO* dan *V-stitcher (Browzwear)*. Berikut ini merupakan langkah pembuatan 3D VR garmen



Gambar 4 Diagram Alir 3D VR Garmen

Sumber: PT. Pan Brothers Tbk.

### Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan pada tahap ini adalah berdasarkan metode *Six Sigma DMAIC*. Sebelum melakukan pengolahan data dengan metodologi DMAIC data dilakukan uji keseragaman, uji kenormalan, dan uji kecukupan data terlebih dahulu.

### Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data bertujuan untuk mengetahui apakah data yang digunakan seragam atau tidak. Berikut ini tabel uji keseragaman pada data 3D VR.

Tabel 1 Uji Keseragaman Data

NO	QTY ARTIKEL	RATA-RATA	STANDAR DEVIASI	BKA	BKB	MAX	MIN	JML DATA (N)
1	255	321,75	74,0872234	469,924	173,5755	415	255	4
2	270	321,75	74,0872234	469,924	173,5755	415	255	4
3	347	321,75	74,0872234	469,924	173,5755	415	255	4
4	415	321,75	74,0872234	469,924	173,5755	415	255	4

Sumber: Pengolahan data 2024

Perhitungan uji keseragaman data:

- Mean

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4}{N}$$

$$\bar{x} = \frac{255 + 270 + 347 + 415}{4}$$

$$\bar{x} = \frac{1287}{4}$$

$$\bar{x} = 321,75$$

- Standar Deviasi

$$SD = \sqrt{\frac{\Sigma(x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{\Sigma(x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

$$\Sigma(x_i - \bar{x})^2 = (255 - 321.75)^2 + (270 - 321.75)^2 + (347 - 321.75)^2 + (415 - 321.75)^2$$

$$\Sigma(x_i - \bar{x})^2 = (-66.75)^2 + (-51.75)^2 + (25.25)^2 + (93.25)^2$$

$$\Sigma(x_i - \bar{x})^2 = 4455.5625 + 2678.0625 + 637.5625 + 8695.5625$$

$$\Sigma(x_i - \bar{x})^2 = 16466.75$$

$$SD = \sqrt{\frac{16466.75}{4 - 1}}$$

$$SD = 74.0872234$$

- BKA (Batas Kontrol Atas)

$$BKA = \bar{x} + (2 \times \text{Standar Deviasi})$$

$$BKA = 321.75 + (2 \times 74.0872234)$$

$$BKA = 469,924$$

- BKB (Batas Kontrol Bawah)

$$BKB = \bar{x} - (2 \times \text{Standar Deviasi})$$

$$BKB = 321.75 - (2 \times 74.0872234)$$

$$BKB = 173,5755$$

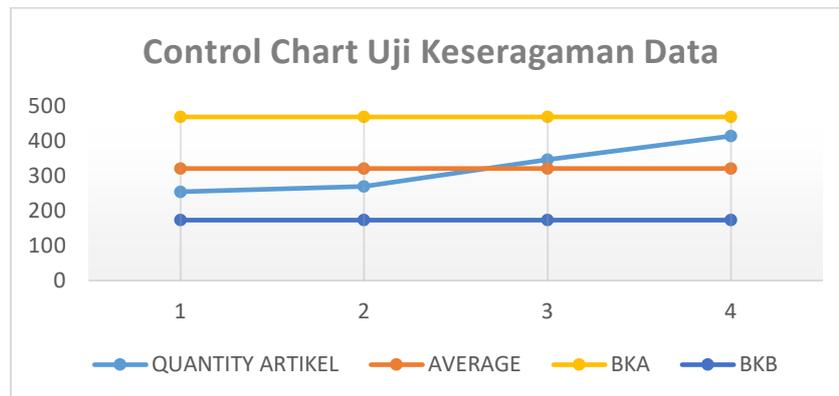
MAX (nilai tertinggi dari data yang diambil), MIN (nilai terendah dari data yang diambil)

$$MAX = 415$$

$$MIN = 255$$

N = Jumlah data yang diambil

$$N = 4$$



Gambar 5 Diagram Uji Keseragaman Data

Sumber: Pengolahan data 2024

Berdasarkan tabel dan grafik uji keseragaman data, hasil BKA adalah 469 dan BKB adalah 173 dan tidak terdapat terdapat data yang keluar dari BKA dan BKB sehingga dapat disimpulkan bahwa data yang digunakan seragam.

### Uji Kenormalan Data

Uji kenormalan data bertujuan untuk menguji data dan asumsi yang harus dimiliki oleh data adalah bahwa data tersebut berdistribusi secara normal. Uji normalitas dilakukan melalui software *Microsoft Excel* dengan rumus yang digunakan untuk menguji normalitas data yaitu

$Z = \frac{xi - \bar{X}}{S}$ , dengan nilai K (koefisien tingkat keyakinan) adalah 95% =2 dan S(derajat ketelitian) adalah 5% = 0,05 (Gazpersz, 2002). Berikut ini tabel uji kenormalan data:

Tabel 2 Uji Kenormalan Data

NO	QTY ARTIKEL	RATA-RATA	STDEV	BKA	BKB	MAX	MIN	JML DATA (N)	Z	F(z)	S(z)	mutlak f(z)-s(z)	L Hitung	L Tabel
1	255	321,75	74,087	469,924	173,576	415	255	4	-0,901	0,184	0,25	0,066	0,258	0,381
2	270	321,75	74,087	469,924	173,576	415	255	4	-0,699	0,242	0,5	0,258	0,258	0,381
3	347	321,75	74,087	469,924	173,576	415	255	4	0,341	0,633	0,75	0,117	0,258	0,381
4	415	321,75	74,087	469,924	173,576	415	255	4	1,259	0,896	1	0,104	0,258	0,381

Sumber: Pengolahan data 2024

$$Z = \frac{xi - \bar{x}}{S}$$

$$Z = \frac{255 - 321,75}{74,087} = \frac{-66,75}{74,087} = -0,901$$

F(z) X = untuk ZI (+) maka 0,5 + angka table (table standar normal standar (baku) dari 0-Z

Untuk ZI (-) maka 0,5-angka table (table standar normal standar (baku) dari 0-Z

- F(z) X<sub>1</sub> = 0,5-0,3159 = 0,184

- S(Z) X<sub>1</sub> =  $\frac{1}{4}$  = 0,25

Mutlak F(Z)- S(Z)

- F(Z) X<sub>1</sub> - S(Z) X<sub>1</sub> = 0,184-0,25 = 0,066

- L Hitung = nilai terbesar dari nilai mutlak 0,258

- L Tabel = jika jumlah sample N=4 dan pada taraf  $\alpha$  (alfa) = 0,05 maka diperoleh nilai = 0,381

Berdasarkan tabel uji kenormalan data nilai L hitung < L tabel sehingga dapat disimpulkan bahwa data tersebut normal.

### Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data adalah proses untuk memastikan bahwa data yang digunakan dalam analisis memiliki jumlah data yang cukup untuk menghasilkan hasil yang valid dan dapat diandalkan sehingga dalam proses kalkulasi juga dapat ditafsirkan bahwa derajat kebebasan, taraf kepercayaan, dan taraf keyakinan mempertimbangkan toleransi deviasi (Muti et al., 2022). Pengujian data dilakukan melalui *software microsoft excel* dengan rumus

$$N' = \left( \frac{\frac{K}{S} \sqrt{N(\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)$$

, dengan nilai K (koefisien tingkat keyakinan) adalah 68% =1 dan S (derajat ketelitian) adalah 5% = 0,05. Berikut ini tabel uji kecukupan data:

Tabel 3 Uji Kecukupan Data

NO	QUANTITY ARTIKEL	X <sup>2</sup>	ΣX	K	S	Σ(X <sup>2</sup> )	(ΣX) <sup>2</sup>	N	N'
1	255	65025	1287	1	0,05	430559	1656369	4	3
2	270	72900	1287	1	0,05	430559	1656369	4	3
3	347	120409	1287	1	0,05	430559	1656369	4	3
4	415	172225	1287	1	0,05	430559	1656369	4	3

Sumber: Pengolahan data 2024

Perhitungan uji kecukupan data:

$$- \Sigma X = 1287$$

$$- K = 68\% (1)$$

$$S = 5\% (0,05)$$

$$\frac{K}{S} = \frac{1}{0.05}$$

$$\frac{K}{S} = 20$$

$$\begin{aligned} \Sigma (X^2) &= 255^2 + 270^2 + 347^2 + 415^2 \\ &= 65025 + 72900 + 120409 + 172225 \end{aligned}$$

$$\Sigma (X^2) = 430559$$

$$- (\Sigma X)^2 = 1287^2$$

$$(\Sigma X)^2 = 1656369$$

$$- N = 4$$

$$- N' = \left( \frac{20\sqrt{4(430559)-1656369}}{1287} \right)$$

$$N' = \left( \frac{20\sqrt{1722236-1656369}}{1287} \right)$$

$$N' = \left( \frac{20\sqrt{65867}}{1287} \right)$$

$$N' = \left( \frac{20 \times 256.6456}{1287} \right)$$

$$N' = \left( \frac{5132.9134}{1287} \right)$$

$$N' = 3.9$$

$$N' < N$$

Berdasarkan tabel di atas nilai N lebih besar dibanding nilai N' yaitu 4 > 3 sehingga data yang digunakan cukup.

Setelah dilakukan pengujian dan data dinyatakan seragam, normal, dan cukup maka tahap selanjutnya adalah melakukan pengolahan data dengan menggunakan metodologi *six sigma* DMAIC.

**Define**

Tahap pertama yang dilakukan dalam metode *Six Sigma* adalah tahap *define* yaitu tahap untuk identifikasi masalah yang ada di perusahaan. Permasalahan terkait produk cacat 3D VR garmen dan tahap ini juga dilakukan penentuan jenis cacat dan menghitung frekuensi setiap jenis cacat yang ada pada proses pembuatan 3D VR.

Berikut ini data produk cacat 3D VR yang telah dicek oleh *Liasion Officer Buyer* (LO Buyer):

Tabel 4 Data Produk Cacat 3D VR

<i>Season</i>	Jumlah <i>Style</i>	Jumlah <i>Style</i> Revisi	Jumlah Artikel	Jumlah <i>Defect</i>	<i>Persentase Defect</i>
SS23	238	171	415	365	84%
FW23	196	166	347	285	82%
SS24	141	124	255	231	90%
FW24	156	131	270	246	94%
	731	592	1287	1127	

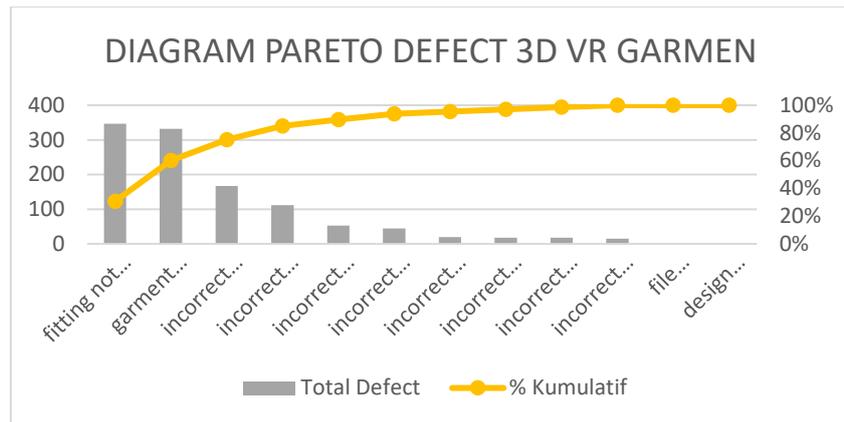
Sumber: PT. Pan Brothers Tbk.

Dari tabel di atas pada *season spring summer 2023* sampai *fall winter 2024* diidentifikasi bahwa jumlah *style* menurun dan jumlah cacat produk meningkat pada setiap *season*. Berikut ini data jumlah jenis *defect* pada pembuatan 3D VR garmen.

Tabel 5 Data jenis dan jumlah *defect* 3D VR

No.	Jenis <i>Defect</i>	Total <i>Defect</i>	% Defect	% Kumulatif
1	<i>fitting not balance and properly</i>	347	31%	31%
2	<i>garment artefak &amp; collision</i>	332	29%	60%
3	<i>incorrect color</i>	167	15%	75%
4	<i>incorrect execution construction</i>	112	10%	85%
5	<i>incorrect naming convention</i>	53	5%	90%
6	<i>incorrect pattern measurement</i>	45	4%	94%
7	<i>incorrect simulation setting</i>	20	2%	95%
8	<i>incorrect artwork applied</i>	18	2%	97%
9	<i>incorrect fabric applied</i>	18	2%	99%
10	<i>incorrect topstiching applied</i>	15	1%	100%
11	<i>File uploaded incorrect</i>	0	0%	100%
12	<i>Design intentmaintained file</i>	0	0%	100%
Total		1127	100%	

Sumber: PT. Pan Brothers Tbk.

Gambar 6 Diagram *Pareto defect* 3D VR garmen

Sumber: PT. Pan Brothers Tbk.

**Measure**

Tahap kedua yang dilakukan dalam metode *Six Sigma* adalah tahap *measure* yaitu dilakukan perhitungan nilai *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) pada setiap *defect* kemudian dikonversikan kedalam nilai *sigma* untuk mengetahui nilai *sigma* terendah yang akan menjadi analisis untuk perbaikannya. Perhitungan konversi nilai *sigma* dari DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) menjadi nilai *sigma* dilakukan dengan menggunakan bantuan *Microsoft Excel* dengan rumus perhitungan  $=\text{normsinv}((1000000-\text{DPMO})/(1000000))+1.5$ . (Gazpersz, 2002)

Rumus:

$$\text{Nilai DPMO} = \frac{D}{U \times OP} \times 1.000.000$$

D = Jumlah cacat

U = Jumlah produk

OP = Jumlah jenis cacat

Berikut ini salah satu contoh perhitungan nilai DPMO:

$$\begin{aligned} \text{Nilai DPMO} &= \frac{347}{1287 \times 10} \times 1.000.000 \\ &= \frac{347}{12.870} \times 1.000.000 \\ &= 0,02696193 \times 1.000.000 \\ &= 26.961,93 \end{aligned}$$

Berikut ini tabel hasil perhitungan nilai *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) dan konversi nilai *sigma* berdasarkan rumus di atas:

Tabel 6 Perhitungan nilai DPMO dan *level Sigma*

No.	Jenis Defect	Total Defect	% Defect	DPO	DPMO	SIGMA
1	<i>fitting not balance and properly</i>	347	31%	0.269619	269619.269619	2.11
2	<i>garment artefak &amp; collision</i>	332	29%	0.257964	257964.257964	2.15
3	<i>incorrect color &amp; colorways</i>	167	15%	0.129759	129759.129759	2.63
4	<i>incorrect execution contruction</i>	112	10%	0.087024	87024.087024	2.86
5	<i>incorrect naming convention</i>	53	5%	0.041181	41181.041181	3.24
6	<i>incorrect pattern measurement</i>	45	4%	0.034965	34965.034965	3.31
7	<i>incorrect simulation setting</i>	20	2%	0.01554	15540.015540	3.66
8	<i>incorrect artwork applied</i>	18	2%	0.013986	13986.013986	3.70
9	<i>incorrect fabric applied</i>	18	2%	0.013986	13986.013986	3.70
10	<i>incorrect topstiching applied</i>	15	1%	0.011655	11655.011655	3.77
Total		1127	100%	0.87568	875679.875680	0.3

Sumber: Pengolahan data 2024

*Six sigma* adalah suatu besaran (*metric*) yang menjadi suatu proses pengukuran dengan menggunakan *tools-tools* statistik dan teknik untuk mengurangi cacat hingga tidak melebihi 3,4 DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) atau 99,99966% difokuskan untuk mencapai kepuasan pelanggan. Prinsip-prinsip pengendalian dan peningkatan kualitas *six sigma* Motorola selama kurang lebih 10 tahun setelah implementasi konsep *six sigma* yaitu dengan mampu mencapai tingkat kualitas 3,4 DPMO. (Gazpersz, 2002)

**Analyze**

Tahap ketiga dalam metode *Six Sigma* adalah tahap *analyze* yaitu untuk mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya *defect* pada produk 3D VR garmen. Analisis penyebab terjadinya *defect* dilakukan sesuai dengan nilai *sigma* terendah dengan menggunakan diagram *fishbone*.

Diagram sebab akibat akan menunjukkan hubungan antara masalah dengan faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya cacat. Melalui diagram sebab akibat suatu permasalahan dapat diidentifikasi melalui beberapa faktor yaitu *Man, Material, Machine, Method, dan Environment*. Berikut ini diagram *fishbone* dari masing-masing jenis *defect*:





**Improve**

Tahap keempat pada metode *Six Sigma* adalah tahap *improve* yaitu memberikan usulan perbaikan setelah mengetahui akar-akar permasalahan. Berikut ini merupakan tabel usulan perbaikan:

Tabel 7 Usulan Perbaikan

Faktor Perbaikan	Usulan Perbaikan
<i>Man/ People</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SPV supaya memberikan <i>training internal</i> kepada 3D <i>technician junior</i> dengan berbagai macam bahan dan <i>style complicated</i> kepada 3D <i>technician junior</i> saat <i>low season</i> sehingga terbiasa membuat 3D garmen, belajar konstruksi jahitan, dan <i>fitting</i> garmen.</li> <li>- SPV supaya mengajukan pemberian <i>training upskilling software</i> dengan perusahaan <i>lisensi software</i> agar dapat meningkatkan <i>skill</i> dalam menggunakan <i>software</i>.</li> <li>- SPV supaya memberikan training kepada 3D <i>technician</i> dalam membaca BOM (<i>Bill of Material</i>), <i>size spec</i> dan konstruksi jahitan kepada karyawan.</li> <li>- SPV supaya memberikan <i>training</i> tentang VQS (<i>Virtual Quality Standar</i>) <i>buyer</i>, terutama apabila terdapat <i>update VQS buyer</i>.</li> </ul>
<i>Machine/ Plan/ Software</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SPV 3D <i>technician</i> supaya memberikan arahan untuk menerapkan <i>save</i> pekerjaan setiap minimal 1 jam sekali.</li> <li>- SPV supaya memberikan arahan untuk menutup <i>software</i> yang tidak digunakan untuk meminimalisir komputer <i>down</i>.</li> </ul>
<i>Material</i>	3D <i>technician</i> supaya melakukan pengecekan pada material sebelum membuat 3D VR agar dapat melakukan <i>request order</i> material lebih awal kepada 3D <i>asset team</i> sehingga material segera tersedia atau dapat segera dicarikan <i>substitute/ pengganti</i> material.
<i>Method/ Procedures</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menambahkan bagian kerja baru dari departemen <i>Quality Control</i> seperti CFT (<i>Certificated Factory Technician</i>) untuk pengecekan <i>quality</i> pada garmen fisik dan CFTV (<i>Certificated Factory Technician Virtual</i>) untuk pengecekan dan pengawasan final garmen 3D VR.</li> <li>- 3D <i>technician</i> supaya ikut serta dalam kegiatan PPM (<i>Pre-Production Meeting</i>) sehingga dapat mengetahui konstruksi jahitan, <i>update</i> material, dan pengaplikasian <i>stitching</i> sesuai dengan garmen fisik yang akan dibuat.</li> <li>- SPV supaya menambahkan pengecekan internal kualitas sesuai VQS Buyer sebelum melakukan proses <i>upload/ proses pengecekan</i> oleh CFTV</li> </ul>
<i>Measurement</i>	3D <i>technician</i> supaya melakukan pengecekan ukuran <i>pattern</i> sebelum mengkonversikan <i>pattern</i> menjadi DXF agar apabila terdapat perbedaan ukuran pada <i>pattern</i> dan <i>size spec</i> maka tidak menerima <i>pattern</i> dengan ukuran diluar toleransi.
<i>Environment</i>	SPV supaya memberikan semangat kepada karyawannya dan memutarakan lagu yang meningkatkan semangat kerja.

**Control**

Tahap terakhir pada metode *Six Sigma* adalah tahap *control* yaitu pengendalian kualitas yang bertujuan untuk mengevaluasi solusi dan rencana pada usulan-usulan perbaikan menekankan pada pendokumentasian dan menstandarisasikan proses. Berikut ini kontrol yang dilakukan setelah usulan perbaikan:

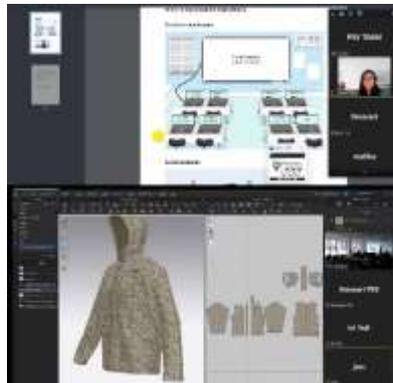
1. *Training internal style complicated* kepada 3D *technician* dilakukan bertujuan agar 3D *technician* yang masih baru dapat terbiasa membuat 3D VR dengan tingkat pengerjaan 3D garmen *basic* hingga *complicated*, belajar tentang konstruksi jahitan dengan

menggunakan *style* season terdahulu di-*compare* dengan sample fisik dan belajar untuk *fitting* garmen.



Gambar 13 *Training Internal*

2. *Training upskilling software* 3D yaitu pelatihan untuk 3D *technician* bersama dengan *trainer* dari *software* 3D dengan tujuan untuk meningkatkan *skill* dalam menggunakan *software-software* pembuatan 3D.



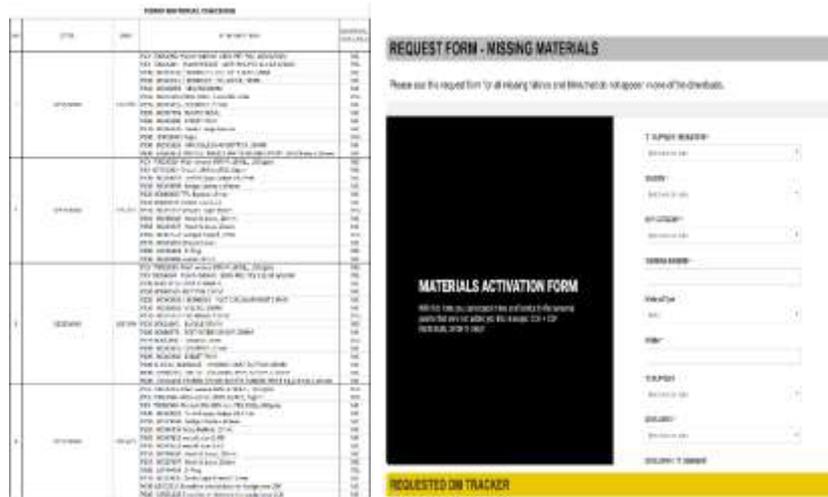
Gambar 14 *Training dan upskilling online software* 3D

3. *Training VQS (Virtual Quality Standart)* setiap *season* untuk 3D *Technician* yang bertujuan untuk memperluas pengetahuan tentang standar kualitas yang diinginkan oleh *buyer* sehingga dalam proses pembuatan 3D VR garmen dapat memberikan hasil sesuai dengan standar permintaan *buyer*.



Gambar 15 *Training online Virtual Quality Standart*

4. Membuat *form* pengecekan material yang dilakukan setiap awal *season* atau sebelum pembuatan 3D dimulai berfungsi untuk mengetahui material-material yang ada di BOM (Bill of Material) tersedia atau tidak tersedia di *asset library/ perpustakaan* material 3D.



Gambar 16 Form pengecekan & request missing materials

- CFT (*Certificated Factory Technician*) merupakan bagian yang memiliki sertifikasi dari buyer untuk melakukan pengecekan kualitas *physical garment* sebelum kirim dan CFTV (*Certificated Factory Technician Virtual*) khusus untuk mengecek 3D VR garmen sebelum dilakukan proses *upload*. Form pengecekan ini digunakan CFTV untuk mengecek 3D VR garmen apakah produk 3D yang akan di-*upload* sudah sesuai dengan VQS (*Virtual Quality Standart*) buyer dengan membuat poin-poin pengecekan.

CHECK											
NO	ITEM	UNIT	AMOUNT	REMARK	STATUS	REMARK	REMARK	REMARK	REMARK	REMARK	REMARK
1	1.1	1.1.1	1.1.1.1	1.1.1.1.1	1.1.1.1.1	1.1.1.1.1	1.1.1.1.1	1.1.1.1.1	1.1.1.1.1	1.1.1.1.1	1.1.1.1.1
2	1.2	1.2.1	1.2.1.1	1.2.1.1.1	1.2.1.1.1	1.2.1.1.1	1.2.1.1.1	1.2.1.1.1	1.2.1.1.1	1.2.1.1.1	1.2.1.1.1
3	1.3	1.3.1	1.3.1.1	1.3.1.1.1	1.3.1.1.1	1.3.1.1.1	1.3.1.1.1	1.3.1.1.1	1.3.1.1.1	1.3.1.1.1	1.3.1.1.1
4	1.4	1.4.1	1.4.1.1	1.4.1.1.1	1.4.1.1.1	1.4.1.1.1	1.4.1.1.1	1.4.1.1.1	1.4.1.1.1	1.4.1.1.1	1.4.1.1.1
5	1.5	1.5.1	1.5.1.1	1.5.1.1.1	1.5.1.1.1	1.5.1.1.1	1.5.1.1.1	1.5.1.1.1	1.5.1.1.1	1.5.1.1.1	1.5.1.1.1
6	1.6	1.6.1	1.6.1.1	1.6.1.1.1	1.6.1.1.1	1.6.1.1.1	1.6.1.1.1	1.6.1.1.1	1.6.1.1.1	1.6.1.1.1	1.6.1.1.1
7	1.7	1.7.1	1.7.1.1	1.7.1.1.1	1.7.1.1.1	1.7.1.1.1	1.7.1.1.1	1.7.1.1.1	1.7.1.1.1	1.7.1.1.1	1.7.1.1.1
8	1.8	1.8.1	1.8.1.1	1.8.1.1.1	1.8.1.1.1	1.8.1.1.1	1.8.1.1.1	1.8.1.1.1	1.8.1.1.1	1.8.1.1.1	1.8.1.1.1
9	1.9	1.9.1	1.9.1.1	1.9.1.1.1	1.9.1.1.1	1.9.1.1.1	1.9.1.1.1	1.9.1.1.1	1.9.1.1.1	1.9.1.1.1	1.9.1.1.1
10	1.10	1.10.1	1.10.1.1	1.10.1.1.1	1.10.1.1.1	1.10.1.1.1	1.10.1.1.1	1.10.1.1.1	1.10.1.1.1	1.10.1.1.1	1.10.1.1.1
11	1.11	1.11.1	1.11.1.1	1.11.1.1.1	1.11.1.1.1	1.11.1.1.1	1.11.1.1.1	1.11.1.1.1	1.11.1.1.1	1.11.1.1.1	1.11.1.1.1
12	1.12	1.12.1	1.12.1.1	1.12.1.1.1	1.12.1.1.1	1.12.1.1.1	1.12.1.1.1	1.12.1.1.1	1.12.1.1.1	1.12.1.1.1	1.12.1.1.1
13	1.13	1.13.1	1.13.1.1	1.13.1.1.1	1.13.1.1.1	1.13.1.1.1	1.13.1.1.1	1.13.1.1.1	1.13.1.1.1	1.13.1.1.1	1.13.1.1.1
14	1.14	1.14.1	1.14.1.1	1.14.1.1.1	1.14.1.1.1	1.14.1.1.1	1.14.1.1.1	1.14.1.1.1	1.14.1.1.1	1.14.1.1.1	1.14.1.1.1
15	1.15	1.15.1	1.15.1.1	1.15.1.1.1	1.15.1.1.1	1.15.1.1.1	1.15.1.1.1	1.15.1.1.1	1.15.1.1.1	1.15.1.1.1	1.15.1.1.1
16	1.16	1.16.1	1.16.1.1	1.16.1.1.1	1.16.1.1.1	1.16.1.1.1	1.16.1.1.1	1.16.1.1.1	1.16.1.1.1	1.16.1.1.1	1.16.1.1.1
17	1.17	1.17.1	1.17.1.1	1.17.1.1.1	1.17.1.1.1	1.17.1.1.1	1.17.1.1.1	1.17.1.1.1	1.17.1.1.1	1.17.1.1.1	1.17.1.1.1
18	1.18	1.18.1	1.18.1.1	1.18.1.1.1	1.18.1.1.1	1.18.1.1.1	1.18.1.1.1	1.18.1.1.1	1.18.1.1.1	1.18.1.1.1	1.18.1.1.1
19	1.19	1.19.1	1.19.1.1	1.19.1.1.1	1.19.1.1.1	1.19.1.1.1	1.19.1.1.1	1.19.1.1.1	1.19.1.1.1	1.19.1.1.1	1.19.1.1.1
20	1.20	1.20.1	1.20.1.1	1.20.1.1.1	1.20.1.1.1	1.20.1.1.1	1.20.1.1.1	1.20.1.1.1	1.20.1.1.1	1.20.1.1.1	1.20.1.1.1
21	1.21	1.21.1	1.21.1.1	1.21.1.1.1	1.21.1.1.1	1.21.1.1.1	1.21.1.1.1	1.21.1.1.1	1.21.1.1.1	1.21.1.1.1	1.21.1.1.1
22	1.22	1.22.1	1.22.1.1	1.22.1.1.1	1.22.1.1.1	1.22.1.1.1	1.22.1.1.1	1.22.1.1.1	1.22.1.1.1	1.22.1.1.1	1.22.1.1.1
23	1.23	1.23.1	1.23.1.1	1.23.1.1.1	1.23.1.1.1	1.23.1.1.1	1.23.1.1.1	1.23.1.1.1	1.23.1.1.1	1.23.1.1.1	1.23.1.1.1
24	1.24	1.24.1	1.24.1.1	1.24.1.1.1	1.24.1.1.1	1.24.1.1.1	1.24.1.1.1	1.24.1.1.1	1.24.1.1.1	1.24.1.1.1	1.24.1.1.1
25	1.25	1.25.1	1.25.1.1	1.25.1.1.1	1.25.1.1.1	1.25.1.1.1	1.25.1.1.1	1.25.1.1.1	1.25.1.1.1	1.25.1.1.1	1.25.1.1.1
26	1.26	1.26.1	1.26.1.1	1.26.1.1.1	1.26.1.1.1	1.26.1.1.1	1.26.1.1.1	1.26.1.1.1	1.26.1.1.1	1.26.1.1.1	1.26.1.1.1
27	1.27	1.27.1	1.27.1.1	1.27.1.1.1	1.27.1.1.1	1.27.1.1.1	1.27.1.1.1	1.27.1.1.1	1.27.1.1.1	1.27.1.1.1	1.27.1.1.1
28	1.28	1.28.1	1.28.1.1	1.28.1.1.1	1.28.1.1.1	1.28.1.1.1	1.28.1.1.1	1.28.1.1.1	1.28.1.1.1	1.28.1.1.1	1.28.1.1.1
29	1.29	1.29.1	1.29.1.1	1.29.1.1.1	1.29.1.1.1	1.29.1.1.1	1.29.1.1.1	1.29.1.1.1	1.29.1.1.1	1.29.1.1.1	1.29.1.1.1
30	1.30	1.30.1	1.30.1.1	1.30.1.1.1	1.30.1.1.1	1.30.1.1.1	1.30.1.1.1	1.30.1.1.1	1.30.1.1.1	1.30.1.1.1	1.30.1.1.1
31	1.31	1.31.1	1.31.1.1	1.31.1.1.1	1.31.1.1.1	1.31.1.1.1	1.31.1.1.1	1.31.1.1.1	1.31.1.1.1	1.31.1.1.1	1.31.1.1.1
32	1.32	1.32.1	1.32.1.1	1.32.1.1.1	1.32.1.1.1	1.32.1.1.1	1.32.1.1.1	1.32.1.1.1	1.32.1.1.1	1.32.1.1.1	1.32.1.1.1
33	1.33	1.33.1	1.33.1.1	1.33.1.1.1	1.33.1.1.1	1.33.1.1.1	1.33.1.1.1	1.33.1.1.1	1.33.1.1.1	1.33.1.1.1	1.33.1.1.1
34	1.34	1.34.1	1.34.1.1	1.34.1.1.1	1.34.1.1.1	1.34.1.1.1	1.34.1.1.1	1.34.1.1.1	1.34.1.1.1	1.34.1.1.1	1.34.1.1.1
35	1.35	1.35.1	1.35.1.1	1.35.1.1.1	1.35.1.1.1	1.35.1.1.1	1.35.1.1.1	1.35.1.1.1	1.35.1.1.1	1.35.1.1.1	1.35.1.1.1
36	1.36	1.36.1	1.36.1.1	1.36.1.1.1	1.36.1.1.1	1.36.1.1.1	1.36.1.1.1	1.36.1.1.1	1.36.1.1.1	1.36.1.1.1	1.36.1.1.1
37	1.37	1.37.1	1.37.1.1	1.37.1.1.1	1.37.1.1.1	1.37.1.1.1	1.37.1.1.1	1.37.1.1.1	1.37.1.1.1	1.37.1.1.1	1.37.1.1.1
38	1.38	1.38.1	1.38.1.1	1.38.1.1.1	1.38.1.1.1	1.38.1.1.1	1.38.1.1.1	1.38.1.1.1	1.38.1.1.1	1.38.1.1.1	1.38.1.1.1
39	1.39	1.39.1	1.39.1.1	1.39.1.1.1	1.39.1.1.1	1.39.1.1.1	1.39.1.1.1	1.39.1.1.1	1.39.1.1.1	1.39.1.1.1	1.39.1.1.1
40	1.40	1.40.1	1.40.1.1	1.40.1.1.1	1.40.1.1.1	1.40.1.1.1	1.40.1.1.1	1.40.1.1.1	1.40.1.1.1	1.40.1.1.1	1.40.1.1.1
41	1.41	1.41.1	1.41.1.1	1.41.1.1.1	1.41.1.1.1	1.41.1.1.1	1.41.1.1.1	1.41.1.1.1	1.41.1.1.1	1.41.1.1.1	1.41.1.1.1
42	1.42	1.42.1	1.42.1.1	1.42.1.1.1	1.42.1.1.1	1.42.1.1.1	1.42.1.1.1	1.42.1.1.1	1.42.1.1.1	1.42.1.1.1	1.42.1.1.1
43	1.43	1.43.1	1.43.1.1	1.43.1.1.1	1.43.1.1.1	1.43.1.1.1	1.43.1.1.1	1.43.1.1.1	1.43.1.1.1	1.43.1.1.1	1.43.1.1.1
44	1.44	1.44.1	1.44.1.1	1.44.1.1.1	1.44.1.1.1	1.44.1.1.1	1.44.1.1.1	1.44.1.1.1	1.44.1.1.1	1.44.1.1.1	1.44.1.1.1
45	1.45	1.45.1	1.45.1.1	1.45.1.1.1	1.45.1.1.1	1.45.1.1.1	1.45.1.1.1	1.45.1.1.1	1.45.1.1.1	1.45.1.1.1	1.45.1.1.1
46	1.46	1.46.1	1.46.1.1	1.46.1.1.1	1.46.1.1.1	1.46.1.1.1	1.46.1.1.1	1.46.1.1.1	1.46.1.1.1	1.46.1.1.1	1.46.1.1.1
47	1.47	1.47.1	1.47.1.1	1.47.1.1.1	1.47.1.1.1	1.47.1.1.1	1.47.1.1.1	1.47.1.1.1	1.47.1.1.1	1.47.1.1.1	1.47.1.1.1
48	1.48	1.48.1	1.48.1.1	1.48.1.1.1	1.48.1.1.1	1.48.1.1.1	1.48.1.1.1	1.48.1.1.1	1.48.1.1.1	1.48.1.1.1	1.48.1.1.1
49	1.49	1.49.1	1.49.1.1	1.49.1.1.1	1.49.1.1.1	1.49.1.1.1	1.49.1.1.1	1.49.1.1.1	1.49.1.1.1	1.49.1.1.1	1.49.1.1.1
50	1.50	1.50.1	1.50.1.1	1.50.1.1.1	1.50.1.1.1	1.50.1.1.1	1.50.1.1.1	1.50.1.1.1	1.50.1.1.1	1.50.1.1.1	1.50.1.1.1

Gambar 17 Form Pengecekan CFTV

- SPV 3D membuat *report* pengecekan internal ukuran dan produk 3D VR sebelum cek CFTV, pengecekan ukuran bertujuan untuk meminimalisir pembuatan 3D ulang dikarenakan ukuran pattern yang berbeda dengan *size specification* dan pengecekan produk 3D garmen bertujuan untuk meminimalisir revisi-revisi pada detail produk 3D VR.



Gambar 18 *Report pengecekan internal*

7. Melakukan PPM (*Pre-Production Meeting*) sebelum proses pembuatan garment bertujuan agar tidak terjadinya *missing* saat proses pembuatan 3D VR.



Gambar 19 *Pre-Production Meeting*

#### 4. ANALISIS DAN INTREPETASI HASIL

##### **Analisis Six Sigma Define**

Pada analisis tahap *define*, peneliti melakukan identifikasi sehingga ditemukan terdapat banyak jenis cacat yang terjadi pada produk 3D VR garment sejak *season spring summer 2023* hingga *season fall winter 2024*. Berdasarkan hasil pengecekan CFTV (*Certified Factory Technician Virtual*) dan LO (*Liason Officer*) buyer berdasarkan *Virtual Quality Standar* ditemukan 12 macam jenis cacat dan cacat terbanyak adalah *fitting not balance and properly* dengan presentase 31%.

##### **Analisis Six Sigma Measure**

Pada analisis *measure* dilakukan perhitungan nilai *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) pada setiap jenis *defect* untuk mengetahui jenis *defect* yang memiliki nilai sigma

terendah. Jenis *defect* yang nilai sigma berada dibawah 3,4 dinilai memiliki tingkat kualitas sangat kurang dan berada dibawah standar.

Berdasarkan perhitungan nilai *sigma* dari 12 jenis cacat diperoleh 6 jenis cacat yang nilai *sigma*-nya dibawah 3,4 yaitu *fitting not balance and properly* dengan nilai *sigma* 2,1 dan total *defect* sebanyak 347, *garment artefak & collision* dengan nilai *sigma* 2,15 dan total *defect* sebanyak 332, *incorrect color & colorways* dengan nilai *sigma* 2,63 dan total *defect* sebanyak 167, *incorrect execution construction* dengan nilai *sigma* 2,86 dan total *defect* sebanyak 112, *incorrect naming convention* dengan nilai *sigma* 3,24 dan total *defect* sebanyak 53, dan *incorrect pattern measurement* dengan nilai *sigma* 3,31 dan total *defect* sebanyak 45.

### **Analisis Six Sigma Analyze**

Berikut ini tahap analisis berdasarkan faktor permasalahannya:

1. Faktor *Man* yaitu kurangnya *skill* operator yang menyebabkan banyak terjadi *defect*, operator tidak memahami atau tidak bisa membaca *Bill of Material* (BOM), *Tech Pack* (TP), dan *Virtual Quality Standard* (VQS), operator yang kurang konsentrasi akibat kelelahan, mengantuk, dan terburu-buru.
2. Faktor *Machine* yaitu sering terjadinya komputer *down* dan *software* sering *error* sehingga banyak terjadi masalah saat proses pembuatan 3D garmen
3. Faktor *Material* yaitu karakteristik kain yang tipis, kaku, dan ringan menyebabkan sulitnya untuk melakukan proses *fitting*, komponen panel yang banyak dan kompleks, informasi material pada BOM dan *asset library* yang sering tidak tersedia dapat menghalangi proses pembuatan 3D VR garmen, panel dxf pattern pada proses format dxf yang sering bermasalah menimbulkan terjadinya *issue* baru saat akan memulai pembuatan 3D VR.
4. Faktor *Method* yaitu belum ada SOP untuk pembuatan 3D VR yang berlayer-layer atau kompleks, saat pembuatan 3D VR tidak menggunakan sample fisik sehingga kesulitan dalam melakukan penalaran dalam pembuatan 3D VR.
5. Faktor *Environment* yaitu Lingkungan yang sunyi menyebab operator merasa mengantuk dan tidak memiliki semangat untuk bekerja serta *overtime* yang berlebihan menyebabkan mata kelelahan dan hilang konsentrasi.

### **Analisis Six Sigma Improve**

Berikut ini pemberian usulan perbaikan diutamakan pada SPV 3D *Technician*, 3D *Technician*, dan QC serta IT.

1. SPV 3D *Technician training* kepada 3D *Technician* berupa *training internal style* yang kompleks sesuai dengan standar *buyer*, mengajukan *upskilling* pada *software* terkait, memberikan training bagaimana membaca BOM, TP, dan VQS.
2. SPV supaya membuat SOP saat pengerjaan 3D VR agar tidak terjadi *error* dan konsultasi dengan divisi IT untuk masalah *error/down* komputer.
3. 3D *technician* supaya melakukan pengecekan material untuk persiapan jika terdapat material yang tidak tersedia
4. Divisi QC supaya membuat tim seperti CFT (*Certificated Factory Technician*) khusus 3D VR garmen dalam pengecekan yaitu CFTV (*Certificated Factory Technician Virtual*).
5. SPV supaya melakukan pengajuan untuk 3D *technician* dapat ikut serta dalam kegiatan PPM (*Pre-Production Meeting*)
6. 3D *technician* supaya melakukan pengecekan internal sebelum diserahkan/ sebelum upload ke CFTV
7. SPV supaya memberikan semangat kepada bawahannya untuk meningkatkan semangat kerja.

### **Analisis Six Sigma Control**

Berikut analisa control sebagai bentuk tindakan untuk mengurangi *defect* pada 3D VR garmen:

1. SPV memberikan *training internal style basic* hingga *complicated* kepada 3D *technician junior* agar meningkatkan *skill* pembuatan 3D VR.
2. SPV memberikan pengajuan untuk 3D *technician* dapat mengikuti training *external/upskilling* dari *trainer software* 3D.
3. SPV memberikan pengajuan untuk pengadaan *training VQS (Virtual Quality Standart)* agar pembuatan 3D VR dapat sesuai dengan standar permintaan *buyer*.
4. 3D *technician* mengisi *form* pengecekan material digital yang dilakukan setiap awal *season* untuk mengetahui material yang tersedia dan tidak agar material yang tidak ada bisa segera di-*request* ke *asset digital library*.
5. QC membuat tim CFTV yang bertugas untuk mengecek 3D VR garmen sebelum proses upload. Dalam proses pengecekan menggunakan *form* pengecekan yang berisi ringkasan VQS *buyer*.

6. SPV membuat *form report* pengecekan internal sebelum 3D VR dicek oleh CFTV.
7. 3D *technician* mengikuti proses PPM (*Pre-Production Meeting*) agar dapat mengetahui *update* BOM, material dan konstruksi pada garmen.

## 5. PENUTUP

### Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penerapan metode *six sigma* DMAIC untuk mengurangi cacat produk 3D VR garmen berdasarkan pada penelitian ini diidentifikasi dan ditemukan 12 macam jenis *defect* pada proses pembuatan produk 3D VR garmen. Berdasarkan perhitungan nilai DPMO ditemukan 6 jenis *defect* yang nilai *sigma* rendah yaitu dibawah 3,4.
2. Berdasarkan analisa faktor penyebabnya yaitu faktor *man, machine, material, metode, dan environment*. Dari faktor penyebab tersebut kemudian diberikan usulan perbaikan untuk mengurangi *defect* pada *product* 3D VR garmen yaitu dengan mengadakan *training internal, upskilling*, membuat *form-form report* pengecekan, penambahan tim pada divisi QC, serta penambahan SOP proses pembuatan 3D VR.

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan, agar produk 3D VR garmen dapat mengurangi *defect* dan meningkatkan kualitas pembuatan produk 3D VR garmen maka dapat dikemukakan beberapa saran yang dapat dipertimbangkan oleh perusahaan berdasarkan sebagai berikut:

1. Menindaklanjuti usulan perbaikan pada faktor *machine* diharapkan *supervisor* agar selalu memberikan arahan dan tekanan dalam masalah penyimpanan file 3D VR garmen sehingga ketika terjadi *error* atau komputer *down file* masih tersimpan dan tidak mengulang pekerjaan dari awal.
2. Menindaklanjuti usulan perbaikan pada faktor *environment* diharapkan agar *supervisor* untuk memberikan kesengangan untuk memberikan motivasi atau semangat kerja seperti memutar lagu agar bawahannya tidak merasa bosan dan mengantuk yang dapat mengakibatkan kurangnya konsentrasi saat bekerja.
3. *Supervisor* supaya selalu bertanggung jawab memberikan arahan dan konsistensi agar *training* atau *upskilling* dapat berjalan dengan lancar dan kontinue.
4. Pada penelitian selanjutnya supaya dilakukan perhitungan ulang terhadap *defect* yang nilai *sigmanya* rendah setelah dilakukan dan diterapkannya usulan perbaikan.

## **REFERENSI**

- Yusuf, M., & Supriyadi, E. (2020). Minimasi penurunan defect pada produk mebel berbasis polypropylene untuk meningkatkan kualitas: Studi kasus PT. Polymindo Permata. *Jurnal Ekobisman*, 4(3), 244–255.
- Wisnubroto, P., Anggoro, T., Kalisahak, J., & Balapan, K. (2012). Prosiding seminar nasional aplikasi sains & teknologi (SNAST) periode III: Analisis kualitas pelayanan jasa dengan metode Six Sigma pada Hotel Malioboro Inn Yogyakarta. <http://jurnal-sdm.blogspot.com>
- Sulistiyowati, W., & Khamim, M. (2009). Buku ajar teknik pengendalian kualitas. *Teknik Industri*, 186.
- Siska, Ela, D. (2019). Manajemen mutu terpadu (Teguh Sriwidadi) manajemen mutu terpadu. *Journal The WINNERS*, 2, 107–115. <https://osf.io/ukvgm/download>
- Riyadi, F. S., Sumarudin, A., & Bunga, M. S. (2017). Aplikasi 3D virtual reality sebagai media pengenalan kampus Politeknik Negeri Indramayu berbasis mobile. *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, 2(2), 75. <https://doi.org/10.26798/jiko.2017.v2i2.76>
- Putro, H. T. (2015). Kajian virtual reality. January, 1–37.
- Papachristou, E., & Anastassiou, H. T. (2022). Application of 3D virtual prototyping technology to the integration of wearable antennas into fashion garments. *Technologies*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/technologies10030062>
- Muti, A. A., Sari, T. N., & Ahmad, N. H. (2022). Determinasi patokan waktu fabrikasi dengan stopwatch time study (Studi kasus cemilan Sbr). *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 8(1), 36–40. <https://doi.org/10.33884/jrsi.v8i1.6370>
- Kurniawan, D. (2019). Penurunan produk cacat dengan metode Six Sigma dan continuous improvement di PT. Cakra Guna Cipta. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri*, 5(1), 8–14. <https://doi.org/10.36040/jtmi.v5i1.253>
- Jevšnik, S., Pilar, T., Stjepanovic, Z., & Rudolf, A. (2012). Virtual prototyping of garments and their fit to the body. *DAAAM International Scientific Book 2012*, October. <https://doi.org/10.2507/daaam.scibook.2012.50>
- Jevšnik, S. (2017). 3D virtual prototyping of garments: Approaches, developments and challenges. *Journal of Fiber Bioengineering and Informatics*, 10(1), 51–63. <https://doi.org/10.3993/jfbim00253>
- Jaya, B. A., & Mulyono, M. (2022). Analisa produk cacat menggunakan metode Six Sigma pada perusahaan garmen. *Ultima Management: Jurnal Ilmu Manajemen*, 14(1), 143–155. <https://doi.org/10.31937/manajemen.v14i1.2590>
- Janah, M. (2017). Analisis produk cacat dan produk rusak (Studi pada CV. Aneka Karya Glass Pabelan). In *IAIN Surakarta (Vol. 4, Issue 1)*.
- Izzah, N., & Rozi, M. F. (2019). Analisis pengendalian kualitas dengan metode Six Sigma-DMAIC dalam upaya mengurangi kecacatan produk rebana pada UKM Alfiya Rebana

Gresik. *Jurnal Ilmiah Soulmath: Jurnal Edukasi Pendidikan Matematika*, 7(1), 13–26.  
<https://doi.org/10.25139/smj.v7i1.1234>

Helmi, Y. (2016). Pengaruh biaya mutu terhadap produk cacat pada CV. Reva Jaya Pratama Pekanbaru. 1–5.

Heizer, J., & Render, B. (2015). *Manajemen operasi* (D. A. Halim, Ed.; 11th ed.). Salemba Empat.

Hanifah, P. S. K., & Iftadi, I. (2022). Penerapan metode Six Sigma dan Failure Mode Effect Analysis untuk perbaikan pengendalian kualitas produksi gula. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 8(2), 90–98. <https://doi.org/10.30656/intech.v8i2.4655>

Gazpersz, V. (2002). Pedoman implementasi program Six Sigma. In *Gramedia* (Vol. 4, Issue 1).

Fitrihana, N. (2020). Penerapan teknologi virtual 3D untuk pengembangan. 3–7.

Choirunnisa, F., & W, T. N. (2020). Implementasi Lean Six Sigma dalam upaya mengurangi produk cacat pada bagian New Nabire Chair kursi rotan. *Prosiding Seminar Edusainstech FMIPA UNIMUS*, 334–343.  
<https://prosiding.unimus.ac.id/index.php/edusaintek/issue/view/7>