

# Rancangan Alat Bantu Semprot Untuk Meminimasi *Defect* Pada Proses *Knitting* Produksi Kelambu Di Pt.XYZ Dengan Menggunakan Metode *Quality Function Deployment*

## *Design of a Spray Tool to Minimize Defects In the Knitting Process of Netting Production at PT. XYZ Using Quality Function Deployment Method*

1<sup>st</sup> Anastasya Mahendra Putri  
Fakultas Rekayasa Industri  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia  
anastasyamahendra@student.telkomuni  
versity.ac.id

2<sup>nd</sup> Heriyono Lalu  
Fakultas Rekayasa Industri  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia  
heriyonolalu@telkomuniversity.ac.id

3<sup>rd</sup> Sri Widaningrum  
Fakultas Rekayasa Industri  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia  
swidaningrum@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak**— PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang tekstil. Perusahaan tersebut memproduksi produk kelambu. Dari hasil penelitian saat proses produksi kelambu terdapat cacat yang teridentifikasi di setiap proses nya yaitu proses *knitting*, *setting*, dan *printing*. Dari data yang didapat bahwa cacat tertinggi terdapat paad proses *knitting* dengan jenis cacat yatu cacat berlubang dengan presentase sebesar 43% yang melebihi batas toleransi cacat perusahaan yaitu 2%. Untuk mengetahui penyebab utama permasalahan tersebut bahwa dari beberapa akar masalah terpilihlah faktor manusia. Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk membuat rancangan alat bantu semprot lem otomatis dengan menggunakan metode perancangan yaitu *Quality Function Deployment*. Metode *Quality Function Deployment* untuk membantu perusahaan agar dapat mencegah terjadinya ketelatan yang disebabkan oleh operator dan dapat meminimasi jenis cacat tertinggi yang terjadi pada proses *knitting*. Hasil rancangan konsep alat bantu usulan berdasarkan permasalahan yang sudah dianalisis serta kebutuhan dan keinginan perusahaan pada area proses *knitting* berdasarkan *requirement* untuk menentukan desain spesifikasi rancangan konsep alat bantu. Hasil rancangan ini adalah rancangan alat bantu semprot otomatis yang dilengkapi dengan beberapa fitur seperti sistem waktu penyemprotan, sehingga dapat membantu operator dalam proses pemberian lem saat proses produksi dan alarm suara untuk memngingatkan operator untuk melakukan pengawasan dan dilengkapi spesifikasi lainnya.

**Kata Kunci** — Kelambu, Proses *knitting*, *Quality Function Deployment*.

### I. PENDAHULUAN

Kualitas adalah segala sesuatu yang mampu memenuhi kebutuhan pelanggan (Gasperz, 2011). Kualitas dapat menghasilkan kepuasan konsumen, baik dalam penggunaan produk atau pelayanannya. Salah satu dari elemen-elemen daya saing adalah kualitas yang dapat diterima oleh pelanggan (Yulianto, Zaqi and Faritsy, 2016). PT. XYZ merupakan perusahaan yang terletak di Majalaya, Kabupaten Bandung yang bergerak di bidang tekstile. Perusahaan tersebut memproduksi salah satunya adalah produk kelambu. Dalam memproduksi produk kelambu, terdapat CTQ yang ditetapkan oleh perusahaan. CTQ merupakan kunci karakteristik yang dapat diukur dari sebuah produk atau proses dengan mencapai standar sehingga dapat memuaskan keinginan dan kebutuhan pelanggan. Berikut merupakan Tabel CTQ produk.

TABEL I. 1  
CTQ PRODUK

| Nomor CTQ | Need   | Critical To Quality   |
|-----------|--|---|
| 1         | Kesesuaian Fisik Produk (Permukaan kain tidak ada kerusakan)   | Kain memiliki hasil rajutan yang rapi dan sesuai dengan pola. |
| 2         |  | Tidak terdapat lubang pada permukaan kain.                    |
| 3         | Kesesuaian Visual Produk (Warna dan hasil seluruh kain merata) | Tidak terdapat noda pada permukaan kain.                      |

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| 4 | Tidak terdapat warna yang luntur. |
|---|-----------------------------------|

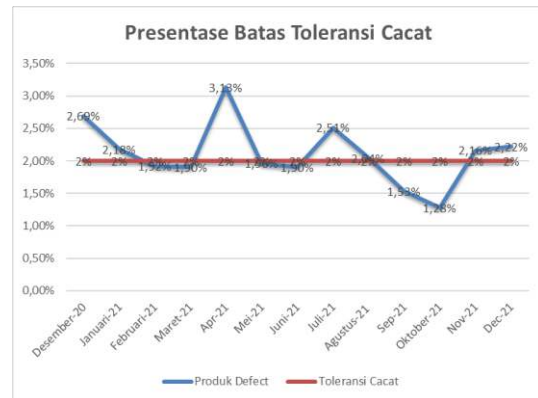
Berdasarkan tabel I.1, terdapat CTQ produk yang harus dipenuhi agar perusahaan dapat menghasilkan produk sesuai dengan spesifikasi pelanggan. Jika CTQ produk tersebut tidak dipenuhi, maka produk tersebut dikatakan sebagai produk cacat. Permintaan produk kelambu pada perusahaan tersebut dengan system *make to order* dimana system produksi yang dilakukan berdasarkan pesanan konsumen yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan seperti kondisi pada produk kelambu, warna dan motif kelambu. Berikut merupakan data jumlah produksi dan jumlah cacat pada produk kelambu pada periode Desember 2020 - Desember 2021.

TABEL I. 2  
DATA JUMLAH PRODUKSI DAN DEFECTIVE PRODUK KELAMBU

| Bulan  | Jumlah Produksi (kg) | Jumlah Produk Cacat (kg) | Presentase Produk Cacat | Presentase Toleransi Produk Cacat |
|--------|----------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Dec-20 | 23997                | 646                      | 2,69%                   | 2%                                |
| Jan-21 | 20938                | 456                      | 2,18%                   | 2%                                |
| Feb-21 | 18567                | 357                      | 1,92%                   | 2%                                |
| Mar-21 | 17694                | 336                      | 1,90%                   | 2%                                |
| Apr-21 | 17754                | 556                      | 3,13%                   | 2%                                |
| May-21 | 17034                | 334                      | 1,96%                   | 2%                                |
| Jun-21 | 19201                | 365                      | 1,90%                   | 2%                                |
| Jul-21 | 17322                | 434                      | 2,51%                   | 2%                                |
| Aug-21 | 17576                | 359                      | 2,04%                   | 2%                                |
| Sep-21 | 19774                | 303                      | 1,53%                   | 2%                                |
| Oct-21 | 18957                | 243                      | 1,28%                   | 2%                                |
| Nov-21 | 16368                | 354                      | 2,16%                   | 2%                                |
| Dec-21 | 14064                | 312                      | 2,22%                   | 2%                                |
| Jumlah | 239246               | 5055                     | 2,11%                   | 2%                                |

Pada Tabel I.2 menunjukkan bahwa dapat diketahui terdapat rata-rata jumlah produk cacat yaitu sebesar 2,11% yang terjadi pada periode Desember 2020 - Desember 2021. Pada gambar I.1 merupakan grafik presentase produk cacat

yang melebihi batas toleransi yang ditetapkan oleh perusahaan sebesar 2%.



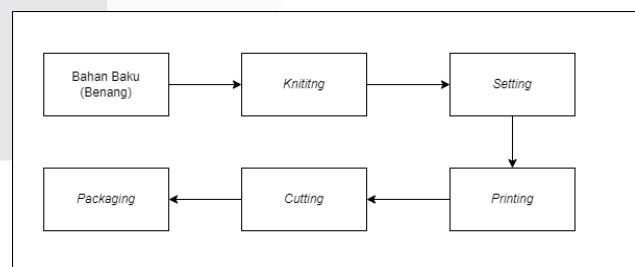
GAMBAR I. 1  
PRESENTASE TOLERANSI CACAT

Adapun jenis cacat yang teridentifikasi selama proses produksi.

TABEL I. 3  
JENIS CACAT

| Jenis Cacat        | Deskripsi   | Nomor CTQ yang tidak terpenuhi |
|--------------------|---|--------------------------------|
| Berlubang          | Terdapat lubang pada kain   | 1,2                            |
| Kurang ply         | Terdapat benang yang tidak terisi atau tidak sesuai dengan pola rajut     | 1,2                            |
| Bernoda            | Terdapat kotoran pada kain  | 3                              |
| Berlubang (Hangus) | Terdapat lubang akibat terlalu panas                                      | 2                              |
| Luntur             | Adanya luntur pada saat <i>printing</i> akibat penempatan kain tidak rata | 4                              |

Untuk memproduksi produk kelambu terdapat beberapa proses produksi. Berikut ini merupakan proses produksi pada kelambu yang diproduksi PT. XYZ.



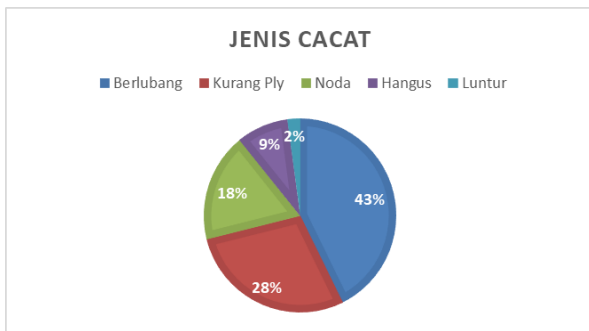
GAMBAR I. 2  
ALIRAN PROSES PRODUKSI KELAMBU

Pada Gambar I.2 merupakan alur proses produksi kelambu. Pada tahap proses awal yaitu beberapa benang dirajut dengan mesin *knitting*. Setelah itu hasil rajutan dari mesin *knitting* akan menghasilkan bahan yang bernama gray, setelah menjadi gray hasil rajut tersebut selanjutnya dimasukan ke mesin *setting* yang panas. Di dalam mesin

setting yang sangat panas itu terdapat obat anti nyamuk. Setelah keluar dari mesin *setting*, bahan tersebut menjadi sedikit lebih keras dan masuk ke mesin *printing* untuk proses pencetakan. Pada saat masuk ke mesin *printing* akan dicetak sesuai model yang di inginkan oleh pelanggan. Setelah itu bahan di potong sesuai dengan ukuran yang diminta oleh pelanggan. Dan proses terakhir ke tahap pengemasan. Tabel I.4 merupakan informasi mengenai cacat yang terjadi pada setiap proses produksi kelambu, sebagai berikut.

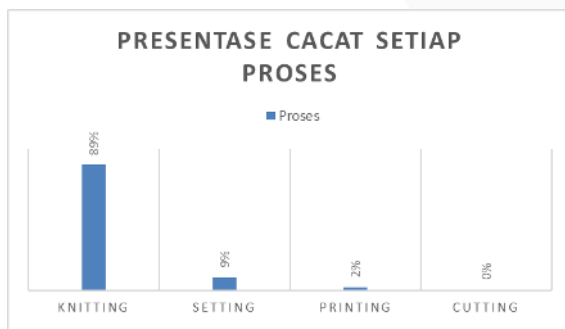
TABEL I. 4  
CACAT PRODUKSI SETIAP PROSES

| Proses   | Jenis Cacat yang Terjadi | Jumlah Cacat | Presentase Cacat |
|----------|--------------------------|--------------|------------------|
| Knitting | Berlubang                | 2095         | 43%              |
|          | Kurang Ply               | 1392         | 28%              |
|          | Noda                     | 888          | 18%              |
| Setting  | Hangus                   | 425          | 9%               |
| Printing | Luntur                   | 103          | 2%               |



GAMBAR I. 3  
GRAFIK JENIS CACAT

Gambar I.3 merupakan grafik jenis cacat yang teridentifikasi pada saat proses produksi kelambu berdasarkan frekuensi jenis cacat yaitu berlubang, kurang *ply*, bernoda, hangus, dan luntur.

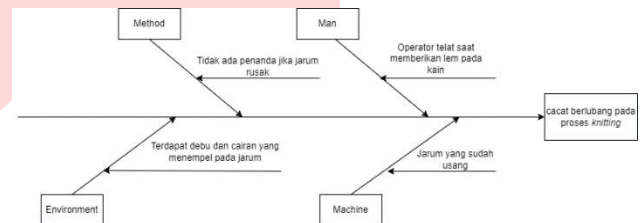


GAMBAR I. 4  
DIAGRAM CACAT PROSES

Pada gambar I.4 merupakan diagram cacat setiap proses produksi kelambu. Setiap tahapan proses produksi kelambu, terdapat CTQ proses yang harus dipenuhi agar CTQ produk

dapat tercapai seperti pada proses *knitting* adalah proses yang memiliki frekuensi cacat tertinggi pada saat produksi kelambu, jika produk yang dihasilkan pada setiap proses tidak sesuai dengan persyaratan yang telah ditentukan, maka produk tersebut dapat dikatakan cacat.

Permasalahan utama yang paling diperhatikan pada PT.XYZ berdasarkan hasil analisis CTQ proses dan data historis PT.XYZ adalah proses *knitting* dengan jenis cacat yang terjadi adalah kain menjadi longgar dan timbul cacat berlubang, dimana cacat berlubang adalah jenis cacat tertinggi pada proses *knitting* saat produksi kelambu yang disebabkan oleh beberapa faktor. Untuk mengetahui akar penyebab masalah tersebut yaitu dengan menggunakan metode 5 *why's* pada lampiran D dan juga didukung dengan hasil wawancara bersama operator mesin *knitting* di PT XYZ selama penelitian yang dapat dilihat pada lampiran E dengan menggunakan *tools* yaitu *fishbone diagram*. Berikut merupakan *fishbone diagram* cacat berlubang pada saat proses *knitting* produksi kelambu:



GAMBAR I. 5  
FISHBONE DIAGRAM

Adanya cacat tersebut mengakibatkan kerugian bagi PT.XYZ dikarenakan perlu adanya waktu penambahan dan juga biaya dalam melakukan proses *rework* atau perbaikan, maka dari itu perlu dilakukannya potensi solusi agar dapat meminimasi cacat dan meningkatkan kualitas dari produk kelambu, sehingga produk kelambu sesuai dengan keinginan konsumen. Berikut merupakan tabel daftar alternatif solusi.

TABEL I. 5  
DAFTAR ALTERNATIF SOLUSI

| No | Faktor      | Akar Masalah   | Potensi Solusi   |
|----|-------------|--|--|
| 1  | Man         | Operator telat saat memberikan lem pada kain                               | Rancangan alat bantu semprot lem otomatis agar dapat membantu mencegah terjadinya <i>human error</i> |
| 2  | Machine     | Jarum yang sudah usang   | Perancangan sistem pemeliharaan dan perawatan pada mesin <i>knitting</i>                             |
| 3  | Method      | Tidak adanya tanda saat jarum rusak pada mesin <i>knitting</i>             | Perancangan usulan <i>alarm</i> penanda jarum rusak  |
| 4  | Environment | Terdapat debu dan cairan yang menempel di jarum pada mesin <i>knitting</i> | Perancangan sistem pemeliharaan dan perawatan  |

| No | Faktor | Akar Masalah | Potensi Solusi      |
|----|--------|--------------|---------------------|
|    |        |              | pada mesin knitting |

Maka terpilihlah factor manusia yaitu dengan perancangan konsep alat bantu semprot lem agar mencegah terjadinya *human error* sehingga kain tidak longgar dan tidak menimbulkan cacat berlubang berdasarkan pertimbangan dan diskusi bersama PT.XYZ.

## II. KAJIAN TEORI

### A. Ergonomi

Menurut Sitalaksana (2006), ergonomi dapat dikatakan pula sebagai suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga manusia dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu dengan mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu dengan efektif, nyaman dan aman.

### B. Antropometri

Anthropometri adalah data numerik yang berhubungan dengan karakteristik tubuh manusia seperti ukuran, bentuk, dan kekuatan, sehingga data tersebut digunakan untuk penanganan masalah desain (Nurmanto,2008). Pada perancangan produk perlu pengukuran yang tepat agar hasil dari rancangan tersebut sesuai dengan dimensi tubuh pengguna atau manusia (Panero dan Zelnik,2003)

### C. Faktor-faktor Antropometri

#### 1. Usia

Dimensi tubuh manusia terus mengalami pertumbuhan dari balita hingga dewasa. Namun saat usia lanjut mulai terdapat beberapa penurunan fungsi antropometri tubuh.

#### 2. Jenis Kelamin

Jenis kelamin juga ikut menentukan seperti dapat kita lihat bahwa rata-rata di usia dewasa, laki-laki pada umumnya lebih tinggi dan lebih besar daripada wanita.

#### 3. Ras dan Etnis

Ukuran dan proporsi tubuh sangat beragam antar ras dan etnis yang berbeda, misalnya tinggi rata-rata orang Asia akan kalah dengan tinggi rata-rata orang Eropa.

#### 4. Pekerjaan dan Aktivitas

Perbedaan pekerjaan dalam ukuran dan dimensi fisik dapat dengan mudah kita temukan pada kumpulan orang yang mempunyai aktivitas yang berbeda, misalnya petani di desa yang terbiasa melakukan kerja fisik berat akan memiliki antropometri yang berbeda dengan pegawai di kota yang terbiasa hanya duduk di depan komputer

#### 5. Kondisi Sosio-Ekonomi

Faktor kondisi sosio-ekonomi berdampak pada pemberian nutrisi dan berpengaruh pada tingkat pertumbuhan badan. Selain itu, faktor ini juga berhubungan dengan kemampuan untuk mendapatkan pendidikan yang lebih tinggi.

### D. Pengembangan Produk

Produk adalah segala sesuatu yang dapat ditawarkan untuk diperhatikan, diminta, dibeli, digunakan, dicari atau dikonsumsi pasar sebagai pemenuhan kebutuhan atau keinginan pasar yang bersangkutan. Dari definisi diatas bahwa produk adalah segala sesuatu baik dalam bentuk barang ataupun jasa yang ditawarkan kepada konsumen yang memiliki daya tarik untuk memuaskan keinginan atau kebutuhan pelanggan (Fandy Tjiptono,2008)

### E. Programmable Logic Controller (PLC)

Menurut (OMRON Industrial Automation Global) PLC adalah suatu controller atau pengendali yang bekerja berdasarkan logika atau logic tertentu yang dapat di program. PLC merupakan perangkat cerdas yang diprogram untuk system automasi pada industry yang digunakan untuk mengendalikan mesin yang dapat bekerja secara otomatis sehingga dapat meningkatkan efisiensi produksi.

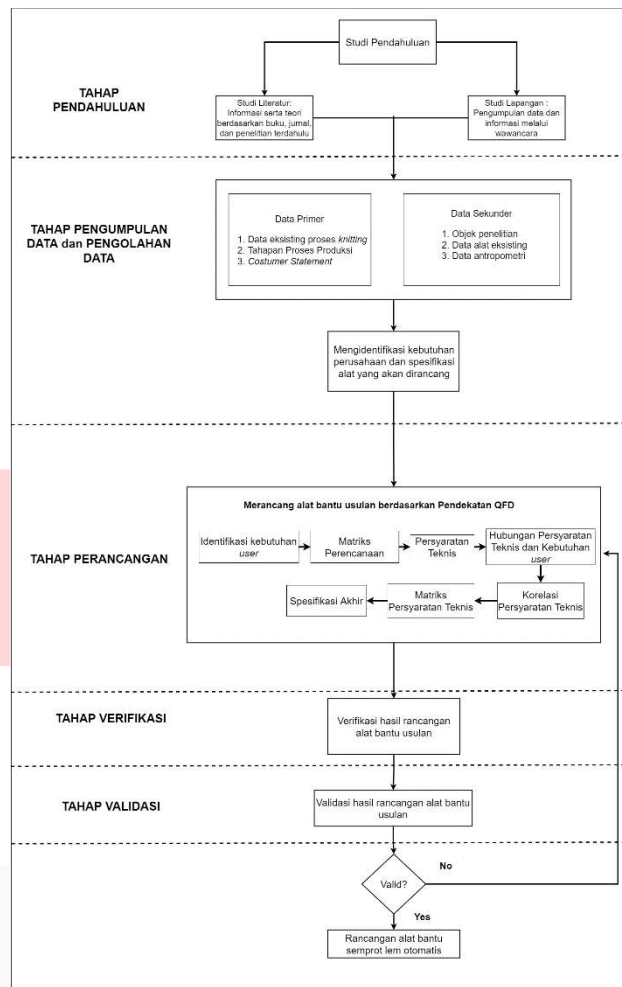
### F. Quality Function Deployment (QFD)

Quality Function Deployment (QFD) adalah metode perencanaan dan pengembangan produk/jasa secara terstruktur yang memungkinkan tim pengembang mendefinisikan secara jelas kebutuhan dan harapan tersebut dan mengevaluasi kemampuan produk atau jasa secara sistematis untuk memenuhi kebutuhan dan harapan tersebut (Wahyu,2003).

## III. METODE

### A. Sistematika Perancangan

Sistematika perancangan menggambarkan tahapan yang dilakukan dalam mencapai tujuan tugas akhir. Dalam tugas akhir ini, sistematika perancangan alat bantu semprot lem terdiri tahap pendahuluan, tahap pengumpulan, tahap pengolahan data, tahap perancangan, dan tahap verifikasi serta validasi.



GAMBAR III. 1  
SISTEMATIKA PERANCANGAN

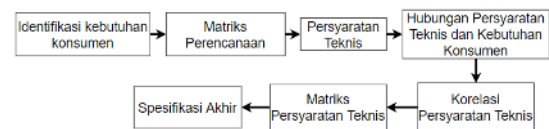
B. Data dan Jenis Data

TABEL III. 1  
MEKANISME PENGUMPULAN DATA

| NO | Data                                  | Jenis Data | Mekanisme Pengumpulan                    |
|----|---------------------------------------|------------|--|
| 1. | Data eksisting proses <i>knitting</i> | Primer     | Wawancara dan observasi                  |
| 2. | Tahapan proses produksi               |            | Wawancara, observasi, dokumen perusahaan |
| 3. | <i>Costumer Statement</i>             |            | Wawancara                                |
| 4. | Objek penelitian                      | Sekunder   | Dokumen perusahaan, observasi            |
| 5. | Data alat eksisting                   |            | Observasi, dokumen perusahaan            |
| 6. | Data Antropometri                     |            | Observasi dan Studi Literatur            |

C. Tahap Perancangan

Tahap perancangan yaitu tahap dilakukan perancangan konsep usulan alat bantu produk berdasarkan metode *Quality Function Deployment (QFD)*. Pada gambar III.2 merupakan tahapan dari *Quality Function Deployment (QFD)* berdasarkan *House of Quality*.



GAMBAR III. 2  
TAHAPAN QFD (*QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT*)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

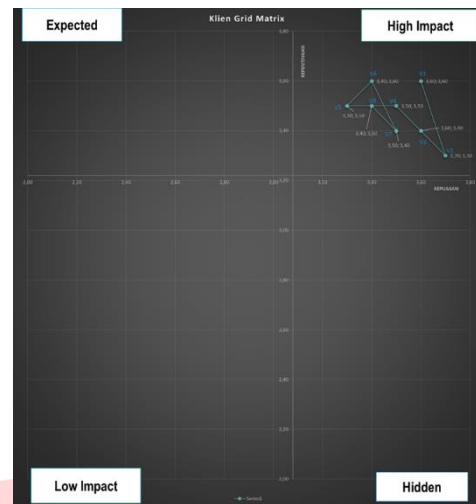
A. Identifikasi Kebutuhan Konsumen

Pada tahap awal tahapan *quality function deployment* adalah mengidentifikasi kebutuhan konsumen berdasarkan hasil kebutuhan konsumen berdasarkan hasil *customer statement* yang diinterpretasikan berupa *need statement* yang dikelompokkan pada dimensi kualitas perancangan produk alat bantu semprot yang akan dibuat.

Berikut merupakan pengelompokan *need statement* pada masing-masing dimensi kualitas produk.

TABEL IV. 1  
NEED STATEMENT

| No | Product Quality Dimension | Need Statement   |
|----|---------------------------|--|
| 1  | Performance               | Produk memiliki fitur otomatis menyemprot setiap waktu yang ditetapkan |
|    |                           | Produk memiliki ukuran yang ideal                                      |
| 2  | Features                  | Produk memiliki fitur alarm suara                                      |
| 3  | Conformance               | Produk mudah digunakan   |
| 4  | Reliability               | Produk memiliki fitur on dan off                                       |
| 5  | Durability                | Produk memiliki bahan yang tahan lama                                  |
| 6  | Aesthetics                | Produk memiliki warna kombinasi yang netral dan bening                 |
| 7  | Serviceability            | Produk mudah untuk diperbaiki  |



GAMBAR IV. 1  
KLIEN GRID MATRIX

Untuk mendefinisikan *Matriks Klein Grid* langkah pertama adalah dengan mempersiapkan nilai *Weight Average Performance* yang sudah dihitung baik *customer satisfaction* dan *customer importance WAP*, dari nilai tersebut kemudian akan dijadikan garis tengah sumbu x dan sumbu y. Garis tengah sumbu x didefinisikan sebagai rata-rata dari *customer satisfaction WAP*. Berikut merupakan hasil *Klein Grid Matrix*.

Dari gambar diatas diketahui bahwa persebaran WAP didominasi pada kuadran *high impact* dimana kebutuhan tersebut menyebabkan tingkat kepuasan pelanggan menjadi semakin puas atau sangat puas jika terpenuhi dan sebaliknya jika tidak terpenuhi makan pelanggan tidak puas atau tidak sangat puas.

B. Matriks Perencanaan

Pata tahap ini adalah menyusun matriks perencanaan dengan merekap ulang *need statement*. Berikut merupakan hasil perhitungan matriks perencanaan

TABEL IV. 2  
PLANNING MATRIKS

| NO | Needs Statement  | Matriks Klein Grid | Customer Satisfaction Performance | Importance to Customer | Goal | Improvement ratio | Sales point | Raw weight | Normalized raw weight |
|----|--|--------------------|-----------------------------------|------------------------|------|-------------------|-------------|------------|-----------------------|
| 1  | Produk memiliki fitur otomatis menyemprot setiap waktu yang ditetapkan | HIM                | 3,60                              | 3,60                   | 3,60 | 1,00              | 1,5         | 5,40       | 0,13                  |
| 2  | Produk memiliki ukuran yang ideal                                      | HIM                | 3,70                              | 3,30                   | 3,50 | 0,95              | 1,5         | 4,68       | 0,11                  |
| 3  | Produk memiliki fitur baterai  | HIM                | 3,60                              | 3,40                   | 3,55 | 0,99              | 1,5         | 5,03       | 0,12                  |
| 4  | Produk mudah digunakan   | HIM                | 3,50                              | 3,50                   | 3,50 | 1,00              | 1,5         | 5,25       | 0,13                  |
| 5  | Produk memiliki fitur on dan off                                       | HIM                | 3,30                              | 3,50                   | 3,40 | 1,03              | 1,5         | 5,41       | 0,13                  |

|       |  |     |      |      |      |      |     |       |      |
|-------|--|-----|------|------|------|------|-----|-------|------|
| 6     | Produk memiliki bahan yang tahan lama                  | HIM | 3,40 | 3,60 | 3,50 | 1,03 | 1,5 | 5,56  | 0,13 |
| 7     | Produk memiliki warna kombinasi yang netral dan bening | HIM | 3,50 | 3,40 | 3,45 | 0,99 | 1,5 | 5,03  | 0,12 |
| 8     | Produk mudah untuk diperbaiki                          | HIM | 3,40 | 3,50 | 3,50 | 1,03 | 1,5 | 5,40  | 0,13 |
| TOTAL |  |     |      |      |      |      |     | 41,76 | 1,00 |

C. Persyaratan Teknis

Pada tahap ini bertujuan untuk mengubah atribut kebutuhan konsumen menjadi data yang bersifat teknis. Berikut merupakan hasil persyaratan teknis.

TABEL IV. 3  
PERSYARATAN TEKNIS

| No. | Needs Statement  | Persyaratan Teknis                                  |
|-----|--|---|
| 1   | Produk memiliki fitur otomatis menyemprot setiap waktu yang ditetapkan | Ketersediaan system waktu penyemprotan              |
| 2   | Produk memiliki ukuran yang ideal                                      | Lebar produk<br>Panjang produk<br>Tinggi produk     |
| 3   | Produk memiliki fitur alarm suara                                      | Ketersediaan alarm                                  |
| 4   | Produk mudah digunakan   | Terdapat lampu indikator<br>Produk memiliki pengait |
| 5   | Produk memiliki fitur on dan off                                       | Ketersediaan tombol on dan off                      |
| 6   | Produk memiliki bahan yang tahan lama                                  | Usia Produk   |
| 7   | Produk memiliki warna kombinasi yang netral dan bening                 | Variasi warna                                       |
| 8   | Produk mudah untuk diperbaiki  | Jenis material yang digunakan                       |

| Needs Statement       | Direction of Goodness |          |          |          |          |          |         |         |         |          |         |
|-----------------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|----------|---------|
|                       | TR                    | TR       | TR       | TR       | TR       | TR       | TR      | TR      | TR      | TR       | TR      |
| 1                     | 1                     | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7       | 8       | 9       | 10       | 11      |
| 2                     | 1                     | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7       | 8       | 9       | 10       | 11      |
| 3                     | 1                     | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7       | 8       | 9       | 10       | 11      |
| 4                     | 1                     | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7       | 8       | 9       | 10       | 11      |
| 5                     | 1                     | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7       | 8       | 9       | 10       | 11      |
| 6                     | 1                     | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7       | 8       | 9       | 10       | 11      |
| 7                     | 1                     | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7       | 8       | 9       | 10       | 11      |
| 8                     | 1                     | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7       | 8       | 9       | 10       | 11      |
| Unit                  | binary                | cm       | cm       | cm       | unit     | binary   | unit    | year    | binary  | binary   | binary  |
| Difficulty Level      | 3                     | 2        | 2        | 2        | 1        | 2        | 2       | 2       | 1       | 1        | 1       |
| Raw Weight            | 2,4156271             | 1,009119 | 1,009119 | 1,009119 | 1,342676 | 1,520011 | 0,23784 | 1,90415 | 0,64917 | 1,083408 | 1,58623 |
| Normalized Raw Weight | 0,175472              | 0,07330  | 0,07330  | 0,07330  | 0,09753  | 0,11041  | 0,01728 | 0,13832 | 0,04736 | 0,07870  | 0,11522 |
| Ranking               | 1                     | 7        | 7        | 7        | 5        | 4        | 11      | 2       | 10      | 6        | 3       |

GAMBAR IV. 2  
Matriks Hubungan Persyaratan Teknis dan Need Statement

Pada gambar IV.2 merupakan hasil hubungan persyaratan teknis dan need statement dalam perancangan konsep alat bantu usulan. Nilai pada hasil tersebut digunakan untuk mengetahui seberapa lemah, sedang, dan kuat hubungan antara persyaratan teknis dengan need statement.

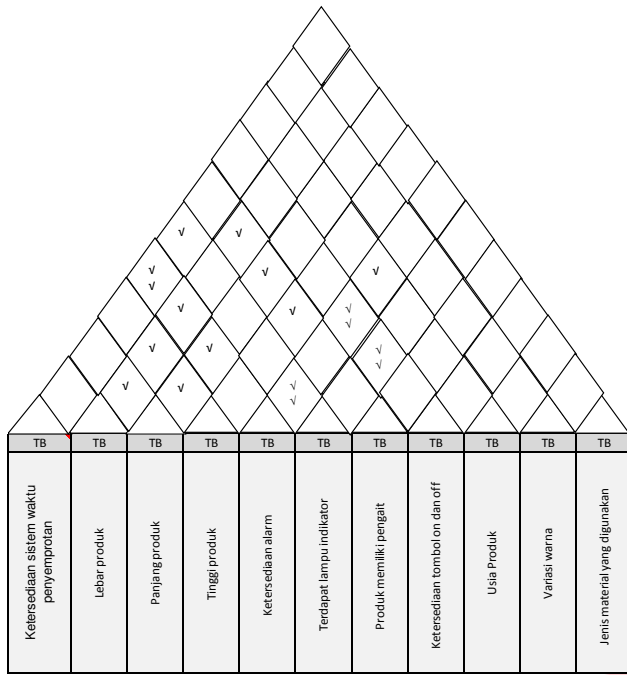
E. Korelasi Persyaratan Teknis

Pada tahap ini yaitu menilai suatu hubungan antara respon persyaratan teknis satu dengan teknis yang lain. Penjelasan tentang tingkat kepentingan hubungan serta keterkaitan antara design requirement dijelaskan dengan symbol berikut.

D. Hubungan Persyaratan Teknis dan Kebutuhan Konsumen

Pada tahap ini semua atribut akan dicari hubungan atau keterkaitan need statement dengan persyaratan teknis. Untuk menentukan hubungan tersebut terdapat 3 penilaian yaitu hubungan lemah, sedang, dan kuat. Berikut beberapa penilaian suatu hubungan.

TABEL IV. 4  
HUBUNGAN PERSYARATAN TEKNIS DAN NEED STATEMENT



GAMBAR IV. 3 KORELASI PERSYARATAN TEKNIS

F. Matriks Persyaratan Teknis

Berikut merupakan hasil dari keputusan/nilai pada HOQ ( House Of Quality).

GAMBAR IV. 6 HOQ

G. Konsep Seleksi

Pada tahap ini adalah tahap melakukan pertimbangan terhadap konsep perancangan yang akan dibuat berdasarkan spesifikasi dan kebutuhan konsumen. Terdapat 3 opsi sebagai pertimbangan perancangan yang dapat dipilih untuk memenuhi need statement.

TABEL IV. 4 KONSEP PERANCANGAN

| Konsep<br>Function                     | Konsep 1            | Konsep 2            | Konsep 3            |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|
| Ketersediaan system waktu penyemprotan | Setiap 5 menit      | Setiap 5 menit      | Setiap 5 menit      |
| Lebar produk                           | 5,6 cm              | 5,6 cm              | 5,6 cm              |
| Panjang produk                         | 21,7 cm             | 21,7 cm             | 21,7 cm             |
| Tinggi produk                          | 19,5 cm             | 19,5 cm             | 19,5 cm             |
| Ketersediaan alarm                     | 95dB                | 90dB                | 85dB                |
| Jumlah lampu indikator                 | 1 buah              | 1 buah              | 1 buah              |
| Jumlah pengait                         | 3 pengait           | 3 pengait           | 3 pengait           |
| Jumlah tombol on dan off               | 1 buah              | 1 buah              | 1 buah              |
| Usia Produk                            | ± 15 tahun          | ± 10 tahun          | ± 10 tahun          |
| Variasi warna                          | Silver putih bening | Hitam silver bening | Silver Putih bening |
| Jenis material yang digunakan          | Plastik ABS         | Plastik PET         | Plastik PP          |

Selection Criteria terdiri dari kebutuhan pelanggan dan kebutuhan pemangku kepentingan. Need statement dikelompokkan berdasarkan kriteria yang diinginkan. Berikut merupakan pengelompokan need statement berdasarkan selection criteria.

TABEL IV. 5 SELECTION CRITERIA

| Need Statement   | Selection Criteria    |
|--|-----------------------|
| Produk mudah untuk diperbaiki  | Ergonomis             |
| Produk memiliki ukuran yang ideal                                      |                       |
| Produk memiliki fitur on dan off                                       | Mudah digunakan       |
| Produk mudah digunakan   |                       |
| Produk memiliki bahan yang tahan lama                                  | Ketahanan material    |
| Produk memiliki fitur alarm suara                                      | Fitur tambahan produk |
| Produk memiliki fitur otomatis menyemprot setiap waktu yang ditetapkan |                       |
| Produk memiliki warna kombinasi yang netral dan bening                 |                       |

H. Concept Screening Matrix

Pada tahap Concept Screening yaitu melakukan penilaian dari setiap selection criteria dan konsep-konsep produk dengan konsep referensi. Berikut merupakan skor relatif dan simbol untuk penilaiannya.

TABEL IV. 6 RELATIVE SCORE

| Relative Score        | Sign |
|-----------------------|------|
| Better than reference | +    |
| Same as reference     | 0    |
| Worse than reference  | -    |

Berikut merupakan hasil concept screening matriks berdasarkan selection criteria dan stakeholder needs.

TABEL IV. 7 CONCEPT SCREENING MATRIKS



| Selection Criteria    | Konsep |    |     |
|-----------------------|--------|----|-----|
|                       | 1      | 2  | 3   |
| Ergonomis             | +      | 0  | 0   |
| Mudah digunakan       | +      | +  | +   |
| Ketahanan Material    | +      | 0  | +   |
| Fitur tambahan produk | +      | +  | +   |
| Produk aesthetic      | +      | +  | +   |
| Biaya produksi        | +      | +  | +   |
| Safety Manufacture    | +      | +  | +   |
| Sum "+"               | 7      | 5  | 6   |
| Sum "0"               | 0      | 2  | 1   |
| Sum "-"               | 0      | 0  | 0   |
| Net Score             | 7      | 5  | 6   |
| Ranking               | 1      | 3  | 2   |
| Melanjutkan?          | YES    | NO | YES |

Setelah didapat semua nilai tersebut lalu menghitung *net score* pada masing masing konsep dengan hasil nilai sebagai berikut: konsep 1 = 7, konsep 2 = 5, dan konsep 3 = 6. dari nilai-nilai tersebut didapat bahwa *ranking* tertinggi dari hasil *matriks concept screening* yaitu konsep 1 dan 3.

I. Concept Scoring Matriks

Pada tahap *concept scoring matriks* adalah menghitung persentase bobot untuk setiap *selection criteria*, kemudian meringkas presentase bobot masing-masing *selection criteria* sesuai dengan *need statement* dengan menentukan nilai rating tertentu pada setiap *Selection Criteria* yaitu dengan skala pada nilai rating adalah 1-5 dan masing - masing skala ditentukan dari *Relative Performance*

TABEL IV. 8  
RATING CONCEPT SCORING MATRIKS

| Relative Performance       | Rating |
|----------------------------|--------|
| Much worse than reference  | 1      |
| Worse than reference       | 2      |
| Same as reference          | 3      |
| Better than reference      | 4      |
| Much better than reference | 5      |

TABEL IV. 9  
CONCEPT SCORING MATRIKS

| Selection Criteria    | Weight | Konsep 1 |                | Konsep 3 |                |
|-----------------------|--------|----------|----------------|----------|----------------|
|                       |        | Rating   | Weighted Score | Rating   | Weighted Score |
| Ergonomis             | 19,57% | 4        | 0,78           | 4        | 0,78           |
| Mudah digunakan       | 20,14% | 4        | 0,81           | 4        | 0,81           |
| Ketahanan Material    | 10,36% | 5        | 0,52           | 4        | 0,41           |
| Fitur tambahan produk | 20,14% | 4        | 0,81           | 3        | 0,60           |
| Produk aesthetic      | 9,78%  | 4        | 0,39           | 4        | 0,39           |
| Biaya produksi        | 15,00% | 4        | 0,60           | 3        | 0,45           |
| Safety Manufacture    | 5,00%  | 3        | 0,15           | 3        | 0,15           |
| Total Score           |        |          | 4,05           |          | 3,60           |
| Ranking               |        | 1        |                | 2        |                |
| Melanjutkan?          |        | YA       |                | TIDAK    |                |

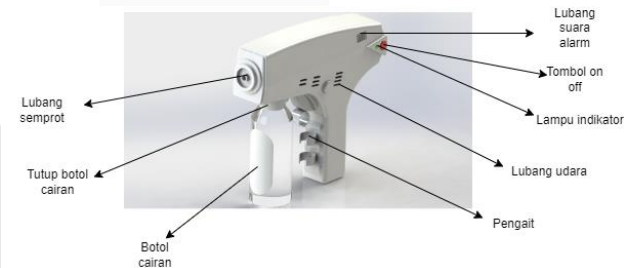
Berdasarkan perbandingan dari konsep yaitu konsep 1 dan 3 didapatkan hasil total skor dari masing-masing konsep dengan menghitung rata-rata dari setiap konsep dari perhitungan *weight score*. Konsep 1 dengan total skor 4,05 , dan konsep 3 dengan total skor 3,60. Maka konsep terpilih yang akan dilakukan perancangan produk yaitu *ranking* yang tertinggi dari hasil *concept scoring matriks* ini yaitu konsep 1 dengan keunggulan yaitu ketahanan material, fitur tambahan produk dan biaya produksi. Berikut merupakan konsep akhir perancangan alat bantu semprot.

TABEL IV. 10  
KONSEP AKHIR PERANCANGAN ALAT BANTU SEMPROT

| Konsep Akhir                           |                     |
|--|---------------------|
| Ketersediaan system waktu penyemprotan | Setiap 5 menit      |
| Lebar produk                           | 5,6 cm              |
| Panjang produk                         | 21,7 cm             |
| Tinggi produk                          | 19,5 cm             |
| Ketersediaan alarm                     | 95dB                |
| Terdapat lampu indikator               | 1 buah              |
| Produk memiliki pengait                | 3 pengait           |
| Ketersediaan tombol on dan off         | 1 buah              |
| Usia Produk                            | ± 15 tahun          |
| Variasi warna                          | Silver putih bening |
| Jenis material yang digunakan          | Plastik ABS         |

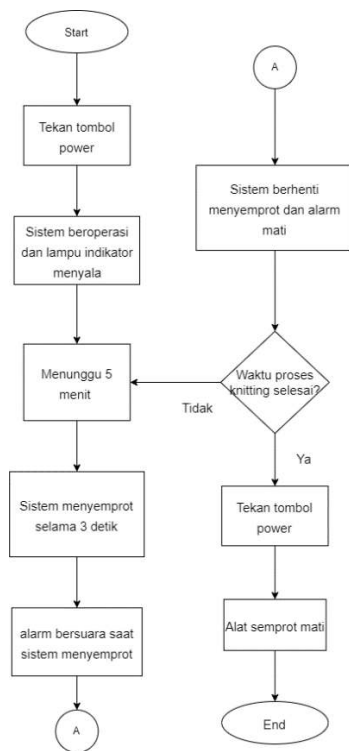
J. Hasil Rancangan

Hasil rancangan dari tugas akhir yaitu hasil desain dan cara kerja sistem rancangan usulan alat bantu semprot lem otomatis pada area proses knitting.



GAMBAR IV. 1  
HASIL RANCANGAN ALAT BANTU SEMPROT OTOMATIS

Berikut merupakan penjelasan cara kerja alat semprot dengan menggunakan sistem otomatisasi menggunakan PLC dengan simulasi CX-Programmer , berikut merupakan *flowchart* sistem kerja alat semprot otomatis.



GAMBAR IV. 2  
FLOWCHART SISTEM KERJA ALAT SEMPROT OTOMATIS

## V. KESIMPULAN

Perancangan alat bantu semprot otomatis untuk membantu operator dalam proses pemberian lem pada kain yang digunakan pada proses knitting sesuai dengan spesifikasi yaitu ketersediaan sistem waktu penyemprotan setiap 5 menit, memiliki ukuran produk yaitu lebar 5,6 cm, panjang 20,33 cm, tinggi 19,5 cm, terdapat lampu indikator serta terdapat pengait pada alat tersebut dengan ketersediaan alarm suara sebesar 95dB. Material yang digunakan pada alat tersebut sesuai dengan konsep yang terpilih yaitu menggunakan plastik ABS berkualitas sehingga alat tersebut tahan lama dan awet. Alat bantu semprot otomatis ini diharapkan dapat membantu operator agar lebih efisien dalam segi waktu dan juga efektif sehingga tidak perlu membawa pengingat waktu dikarenakan alat usulan terdapat system waktu yang membantu operator agar tidak sering telat saat memberikan lem sehingga tidak menimbulkan cacat lubang pada saat proses *knitting* dan alarm suara yang dapat mengingatkan operator bahwa alat tersebut sedang melakukan penyemprotan pada kain, sehingga operator tetap mengontrol dan tidak perlu berulang kali melakukan pemberian lem disetiap waktunya hanya mengoperasikan di awal proses dan melakukan pengawasan jika alat tersebut sedang beroperasi dan terdapat kendala pada alat usulan.

## REFERENSI

A, M. (2016). *Fundamentals Quality Control and Improvement*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Aji, E. R. (2016). Pengembangan Produk Lampu Meja Belajar dengan Metode Kano dan QFD. *Journal of Research and Technology*, Vol 2 No 2.

Antony J, V. S. (2016). *Lean Six Sigma for Small and Medium Sized Enterprises a Practical Guide*. New York: CRC Press.

C, D. M. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control*. United State of America: John Willey & Sons.

dkk, M. (2013). Usulan Rancangan Baby Tafel Portable dengan Menggunakan Metode Ergonomic Function Deployment (EFD). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, Reka Integra- ISSN : 2338-5081.

E, K. K. (2004). *Ergonomics : How to Design for Ease and Efficiency*. New Jersey: Prentice Hall.

Eko, N. (2008). *Ergonomi : Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Surabaya, Indonesia: Edisi kedua Guna Widya.

Gaspersz, V. (2002). In *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Indonesia, A. (2013). *Rekap Data Antropometri Indonesia*. Indonesia.

J, F. M. (2015). *Lean Six Sigma for Engineers and Managers With Applied Case Studies*. New York: CRC Press.

Kurniawan, D. A. (2013). *Simulasi Timer dan Counter PLC Omron Pada Junk Box Paper Mill Control System*. ISBN 978-602-99334-2-0.

L, G. M. (2002). *Lean Six Sigma*. New York: Mc Graw Hill.

Laboratorium, P. (2020). *Product Development*.

Mada, F. U. (2021). *Programmable Logic Control*. *Menara Ilmu*.

Vincent, G. (2011). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries: Waste Elimination Cost Reduction*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Z, S. I. (2006). *Teknik Tata Cara kerja & Ergonomi*. Departemen Teknik Industri ITB, Bandung.