

RESEARCH ARTICLE

## Usulan Rancangan Alat Bantu *Sensor Alarm* Untuk Meminimasi *Defect* Pada Proses *Sanding Plywood* Di Pt.Xyz Dengan Menggunakan Metode *Quality Function Deployment (Qfd)*

Amanullah Irsyad, Marina Yustiana Lubis\* and Yunita Nugrahaini

Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom, Bandung, 40257, Jawa Barat, Indonesia

\* Corresponding author: [marinayustianalubis@telkomuniversity.ac.id](mailto:marinayustianalubis@telkomuniversity.ac.id)

Received on 06 August 2023; accepted on 08 September 2023

### Abstrak

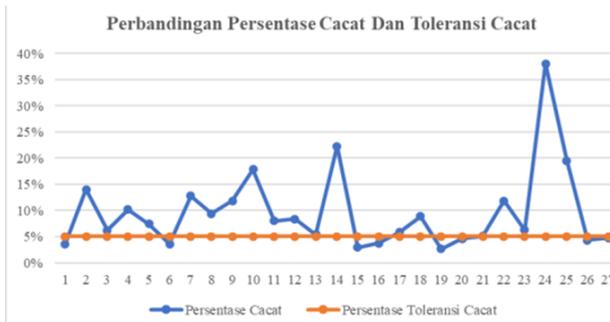
Berdasarkan data produksi *plywood* 11.6mm periode Februari 2022 – April 2022, didapatkan produk cacat melebihi angka batas toleransi *defect* yang ditetapkan oleh perusahaan yaitu sebesar 5%. Proses *sanding*, merupakan tahapan proses pada produksi *plywood* dengan jumlah *defect* yang cukup tinggi. Berdasarkan CTQ proses, terdapat persyaratan proses yang tidak terpenuhi pada tahap proses *sanding* yaitu penggunaan amplas tidak sesuai dan melewati batas pemakaian. Analisis permasalahan dilakukan menggunakan metode 5 *Why's* dan FMEA, dan didapatkan bahwa terjadi masalah operator tidak mengetahui kapan waktu penggantian amplas. Berdasarkan permasalahan tersebut dilakukan perancangan alat bantu *sensor alarm* untuk meminimasi *defect* yang terjadi pada proses *sanding*. Metode yang digunakan untuk merancangan alat bantu *sensor alarm* adalah metode *quality function deployment (QFD)*. Spesifikasi alat bantu *sensor alarm* berdasarkan alternatif konsep yang terpilih adalah Arduino Uno R3, pilot lamp, *alarm* 95 db, *press button*, LCD 16 x 2, dan *sensor proximity infrared Arduino*. Alat tersebut diharapkan dapat membantu operator dalam mengetahui waktu penggantian amplas pada mesin *sander*, sehingga dapat meminimasi atau menghilangkan *defect* cacat *sander* dan *core* kasar pada proses *sanding* produk *plywood* 11.6 mm.

**Key words:** *Plywood, Sanding, Quality, Sensor, Alarm, Quality Function Deployment.*

### Pendahuluan

PT. XYZ, berdiri sejak 1989, dengan awal sederhana sebagai produsen subkontrak furnitur. Salah satu produk yang diproduksinya adalah *plywood* yang diproduksi dengan menempatkan lembaran kayu (*veneer*) setidaknya 3 lapisan yang disusun secara melintang dan ditempelkan menggunakan perekat (SNI, 1992). PT XYZ, menggunakan sistem produksi *make-to-order* yaitu dengan melakukan produksi hanya berdasarkan permintaan pelanggan. Dalam memproduksi produk *plywood* perusahaan menetapkan *Critical to Quality (CTQ)* sebagai standar yang harus dipenuhi oleh produk. Tabel 1 menunjukkan CTQ produk *plywood*.

Berdasarkan Tabel 1 terdapat *Critical to Quality* PT. XYZ, jika salah satu dari CTQ diatas tidak terpenuhi, maka dinyatakan *defect*. Gambar 1 menyajikan data berupa jumlah produksi, jumlah *defect*, dan *presentase defect* dari produksi *plywood* selama periode Februari - April 2022, dapat dilihat bahwa presentase rata-rata *defect* sebesar 10% dimana angka tersebut melewati batas toleransi yang ditetapkan oleh perusahaan sebesar 5% sehingga dapat dikatakan bahwa proses produksi *plywood* 11.6mm belum berjalan dengan baik.



Gambar 1. Perbandingan Presentase dan Toleransi Cacat

Perusahaan melakukan *rework* atau *repair* dalam menangani *defect* pada produk *plywood*. Terdapat sembilan jenis *defect* berdasarkan data *quality control* yang terjadi selama periode Februari 2022 sampai dengan April 2022, berikut merupakan jenis *defect* pada produk

Table 1. CTQ Produk

No	CTQ	Keterangan
1	Dimensi sesuai dengan standar	Memiliki Panjang 8 feet atau setara dengan 2440 mm dengan toleransi $\pm 1$ mm
		Memiliki lebar 4 feet atau setara dengan 1220 mm dengan toleransi $\pm 1$ mm
		Memiliki Tebal minimal 11.6 mm dan maksimal 12.4 mm dengan toleransi tebal $\pm 0.4$ mm
		Kelurusan tepi di kedua sisi panjang ( <i>crook</i> ) dengan toleransi maksimal 1 mm
		Diagonal memiliki ukuran sebesar 2728 mm dengan toleransi antar diagonal 2 mm
2	Visual Permukaan sesuai dengan standar	Permukaan tidak terdapat kotoran seperti minyak, lem, bekas <i>press</i> pada permukaan, dan tidak terdapat bekas <i>sander</i>
		Permukaan halus dan tingkat kekasaran yang rendah
3	Komposisi bahan sesuai dengan standar	Terdapat 7 lapisan penyusun yaitu 1 <i>veneer face</i> , 1 <i>veneer back</i> , 3 <i>shortcore</i> , dan 2 <i>longcore</i> dengan masing- masing ketebalan yaitu: Face = 0,5mm Shortcore = 3,0mm Longcore = 1,7mm Back = 0,5 mm
4	Ketepatan bentuk produk	Ketentuan bentuk <i>plywood</i> meliputi: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Plywood</i> berbentuk persegi panjang persegi panjang dengan dimensi yang telah ditentukan pada CTQ produk No.</li> <li>2. Tidak terdapat <i>veneer</i> kurang meliputi <i>face</i> and <i>back</i>, <i>shortcore</i>, dan <i>longcore</i></li> <li>3. Tidak ada celah atau rongga antara sambungan <i>veneer</i></li> <li>4. Lapisan antar <i>veneer</i> menempel dengan sempurna</li> </ol>
5	Kadar air sesuai dengan standar	Kadar air maksimal sebesar 12%

*plywood* 11.6mm: Berdasarkan jenis *defect* 2 yang terjadi pada *plywood* 11.6 mm, dapat diketahui bahwa terdapat variasi pada proses produksi. Selanjutnya dijelaskan mengenai alur proses produksi produk *plywood* 11.6mm yang disajikan pada Gambar 2.

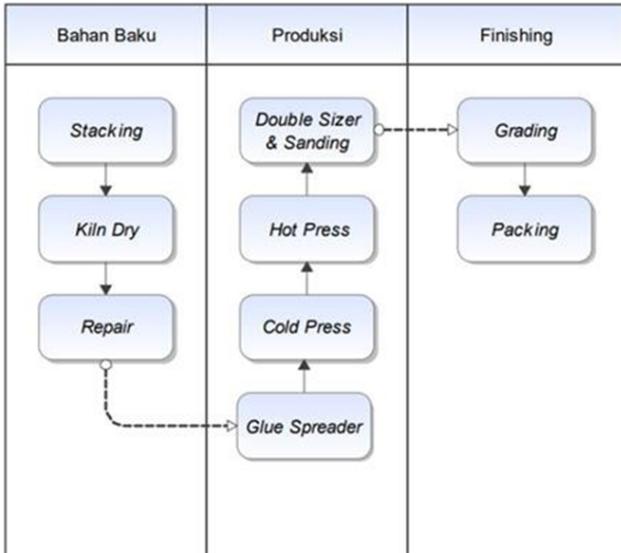
Pada Gambar 2 ditunjukkan mengenai alur proses produksi *plywood* 11.6 mm mulai dari proses *stacking* hingga proses *packing*. Pada setiap tahapan proses produksi terdapat *Critical to Quality* (CTQ) proses yang harus dipenuhi. *Defect* dapat terjadi bila salah satu CTQ pada suatu tahapan proses tidak terpenuhi. Berdasarkan diagram pada Gambar 3, proses dengan *defect* terbesar selama periode Februari 2022 – April 2022 merupakan proses *glue spreader* yaitu 735 *pieces*. Proses dengan *defect* terbesar kedua merupakan proses *double sizer & sanding* dengan total *defect* 338 *pieces*. Lalu dilakukan perhitungan stabilitas dan kapabilitas proses dan dihasilkan rata-rata nilai sigma sebesar 3,70 sigma, dimana setara dengan 13.903 dalam 1.000.000 produksi kemungkinan terjadinya *defect* jika dikonversi kedalam nilai DPMO (*defect per million opportunities*).

Berdasarkan identifikasi persyaratan tahapan produksi, terdapat persyaratan proses yang tidak terpenuhi pada proses *sanding* yaitu penggunaan amplas yang tidak sesuai dan lewat batas pemakaian. Dalam melakukan analisis penyebab akar masalah pada CTQ proses

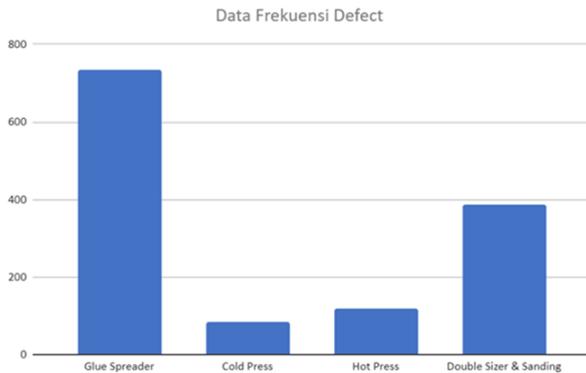
yang tidak terpenuhi tersebut, digunakan *fishbone* diagram. Gambar 4 menunjukkan *fishbone* diagram mengenai akar masalah yang terjadi pada proses *sanding*.

Gambar 4 memperlihatkan *fishbone* diagram dengan kepala “penggunaan amplas yang tidak sesuai dan lewat batas pemakaian” serta faktor penyebab yang menyebabkan terjadinya masalah pada proses *sanding*. Selanjutnya akan dilakukan analisis potensi solusi dari setiap akar masalah berdasarkan faktor-faktor pada *fishbone* diagram. Pemilihan akar masalah didasarkan pada analisis FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dengan nilai RPN (*Risk Priority Number*) tertinggi dengan nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebesar 240 yaitu akar masalah “operator tidak mengetahui kapan waktu penggantian amplas” dengan potensi solusi “perancangan *sensor alarm*” sebagai alat bantu untuk mengetahui kondisi amplas dengan cara menghitung barang yang diinput ke mesin *sander* dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD).

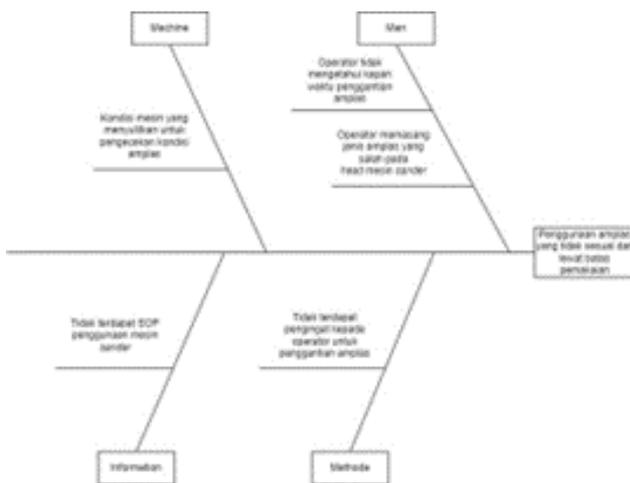
Berdasarkan alternatif solusi yang terpilih, fokus penelitian ini adalah perancangan alat bantu *sensor alarm* pada proses *sanding*. Oleh karena itu tugas akhir ini melakukan penelitian yang berjudul “**USULAN RANCANGAN ALAT BANTU SENSOR ALARM UNTUK MEMINIMASI DEFECT PADA PROSES SANDING PLYWOOD 11.6MM DI**



Gambar 2. Alur Produksi Plywood 11.6 mm



Gambar 3. Data Frekuensi Defect



Gambar 4. Fishbone Diagram

**PT.XYZ DENGAN MENGGUNAKAN METODE QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD)”.**

Table 2. Jenis Cacat Plywood 11.6 mm

Jenis Cacat Deskripsi	Nomor CTQ Produk Yang Tidak Terpenuhi	
Face Dan Back Kurang	Veneer bagian muka (face) dan belakang (back) lebih pendek dari pada ukuran kayu lapis	4
Kotoran Lem	Terdapat kotoran lem yang menembus lapisan paling luar	2
Face Dan Back terkelupas	Veneer bagian muka (face) dan bagian belakang (back) tidak merekat dengan sempurna	4
Face/Back Pressmark	Terdapat bekas press mesin pada lapisan veneer terluar	2
Sampah repair	Terdapat kotoran ataupun kayu ketika menyiapkan bahan baku yaitu <i>shortcore</i> dan <i>longcore</i>	2
Cacat Sander	Ketidak rataan atau kurang halusnya permukaan	2
Core kasar	Ketidakrataan atau tingkat keakasaran yang tinggi pada permukaan	2
Cacat terbentur	Terdapat bekas benturan pada sisi-sisi lembaran kayu lapis	4
Tidak Siku	Ukuran diagonal pada lembaran kayu tidak siku	1

**Tinjauan Pustaka**

**Kualitas Produk**

Kualitas adalah kesesuaian dengan persyaratan atau spesifikasi. Kualitas produk atau jasa adalah kesesuaian produk atau jasa tersebut untuk memenuhi atau melebihi persyaratan pelanggan [1].

**Six Sigma**

*Six sigma* merupakan suatu sistem komprehensif dan fleksibel dalam mencapai proses usaha yang maksimal serta memberi dukungan, yang berfokus pada pemahaman kebutuhan konsumen dengan menggunakan data dan analisis statistik serta secara terus menerus memperhatikan pengaturan, pengkajian ulang proses usaha, dan perbaikan [2].

**DMAIC**

DMAIC merupakan siklus perbaikan yang terbagi dalam lima fase yaitu *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control* [3]. DMAIC merupakan siklus perbaikan yang terbagi dalam lima fase yaitu *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control* [4] yang dijelaskan sebagai berikut:

- Define* Dalam tahapan ini tujuan-tujuan perbaikan suatu proses bisnis ditetapkan dengan cara pengidentifikasian, dan penetapan masalah serta menentukan target yang ingin dicapai [4]. Pada tahap *define* harus didefinisikan *key process*, proses dan interaksinya, dan pelanggan yang terlibat dalam setiap proses [5].
- Measure* Dalam tahapan ini, sistem yang sudah ada (*eksisting*) diukur untuk membantu dalam memonitor perkembangan sesuai

dengan tujuan yang ditetapkan. Tahapan ini berfokus pada karakteristik produk, *mapping*, dan memastikan bahwa pengukuran sistem yang dibutuhkan *valid* [4].

- c. *Analyze* Menganalisa sistem yang ada dengan menemukan cara untuk mengeliminasi celah antar proses dengan tujuan yang ingin dicapai. Tujuan dari tahap ini adalah memahami penyebab terjadinya variasi dan mendapatkan potensi akar penyebab masalah [4].
- d. *Improve* Setelah menemukan celah antar proses dan tujuan yang hendak dicapai, sistem diperbaiki dengan cara-cara baru untuk melakukan hal yang lebih baik, murah, dan cepat [4].
- e. *Control* Setelah semua tahapan diatas telah dilakukan, *control* dilakukan untuk mengevaluasi proses sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan dengan tujuan untuk mempertahankan hasil perbaikan [4].

### Critical to Quality (CTQ)

Analisis CTQ mempunyai fungsi untuk menentukan karakteristik dari suatu produk atau proses dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan baik secara *internal* maupun *external* [5].

### Peta Kendali-p

Peta kendali merupakan sebuah grafik yang terdiri dari proporsi jumlah kejadian terhadap total jumlah kejadian, peta kendali digunakan dalam pengendalian kualitas untuk melaporkan produk *defect*. Peta kendali terdiri dari tiga garis utama, yaitu *central line* (CL), *upper control limit* (UCL), dan *lower control limit* (LCL) [6].

### Diagram SIPOC

Diagram SIPOC (*Supplier-Inputs-Processes-Output- Customer*) merupakan sebuah diagram yang berguna untuk memvisualisasikan keseluruhan dari suatu proses bisnis dari awal hingga akhir dengan memetakan hubungan antara *supplier*, *input*, langkah proses, *output* dan *customer* [7].

### Analisis 5 Why's

Analisis 5 *Why's* merupakan suatu metode yang digunakan oleh sistem produksi Toyota, metode ini dikembangkan oleh Sakichi Toyoda. Metode ini merupakan teknik yang sederhana dan efektif dalam pemecahan masalah. Tujuan utama dari analisis 5 *Why's* adalah untuk mencari akar penyebab dari sebuah permasalahan dan memecahkan masalah saat melibatkan interaksi manusia dengan bertanya "mengapa" [7].

### Failure Mode Effect Analysis (FMEA)

*Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) merupakan suatu alat untuk mengidentifikasi semua kemungkinan kegagalan. Kegagalan merupakan setiap cacat atau kesalahan terutama yang mempengaruhi pelanggan. Tujuan dari FMEA adalah untuk menghilangkan atau mengurangi kegagalan, dengan menggukan tingkat prioritas [8].

### Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses adalah tingkat kinerja suatu proses dalam keadaan terkendali yang bertujuan untuk mengukur tingkat ketidaksesuaian proses dalam bentuk angka dan melibatkan rasio batas spesifikasi pelanggan [8].

Table 3. *Customer Needs*

No	<i>Customer Stament</i>	<i>Need Statement</i>
1	Amplas suka sobek karena tidak terpantau	Produk dapat mendeteksi ketika amplas sudah lewat masa pakainya
2	Terdapat alat yang dapat membantu operator untuk mengetahui waktu penggantian amplas	Produk dapat membantu operator dalam mengingatkan saat amplas harus diganti
3	Alatnya mudah digunakan, gaperlu ribet setting, kalo bisa otomatis, dan tidak memakan banyak tempat	Produk mudah digunakan Produk dapat secara otomatis mendeteksi barang yang diinput Produk memiliki ukuran yang proporsional

### Fishbone Diagram

*Fishbone diagram* merupakan metode grafis untuk mengalisis akar penyebab dari suatu masalah. Langkah awal pembuatan *fishbone diagram* adalah dengan menentukan permasalahan yang ingin dianalisis lalu mendefinisikan penyebab dari permasalahan yang ada menjadi beberapa kategori [7].

### Quality Function Deployment(QFD)

Proses adalah urutan langkah-langkah yang mengubah *input* menjadi *output*. Proses pengembangan produk adalah urutan langkah-langkah atau aktivitas yang digunakan perusahaan untuk menyusun, merancang, dan mengkomersialkan produk [9].

### House of Quality (HOQ)

*House of Quality* merupakan *tools* pendukung proses identifikasi produk sehingga menjadi sebuah rancangan. HoQ juga mendefinisikan kebutuhan dan harapan *customer* dan bagaimana memenuhinya [10].

### Metodologi Penelitian

Perancangan alat bantu *sensor alarm* dilakukan beberapa tahapan yang digambarkan melalui sistematika perancangan sebagai berikut: 5

### Hasil dan Pembahasan

#### Data Objek Penelitian

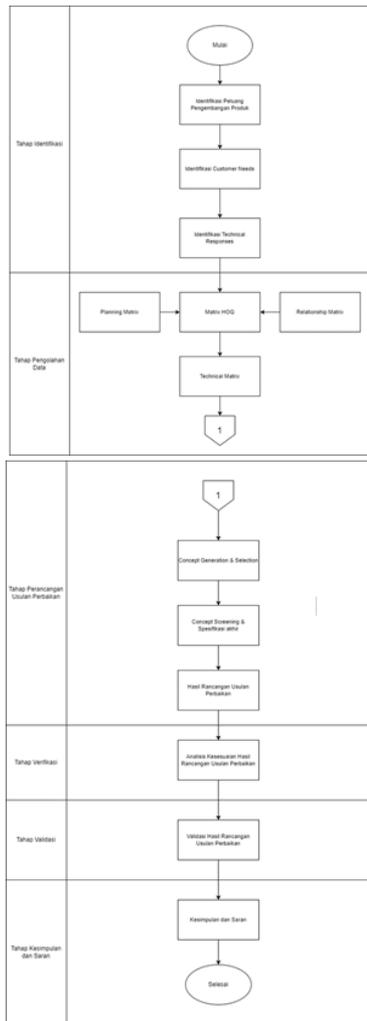
Fokus tugas akhir ini adalah tahapan proses *sanding*, dimana tahapan tersebut mengacu pada hasil analisis CTQ proses yang tidak terpenuhi sehingga terjadinya *defect core* kasar dan cacat *sander*. Gambar 6 menunjukkan mesin *sander* yang dipakai pada proses *sanding* sebagai berikut.

#### Identifikasi *Customer Needs*

Data *customer statement* 3 digunakan untuk mengetahui pernyataan, dan kebutuhan pelanggan, dimana *customer* didalam penelitian ini merupakan operator mesin *sander* dalam melakukan tahapan proses *sanding*.

#### Identifikasi *Technical Response*

*Technical response* terdiri dari karakteristik yang mendeskripsikan produk yang dirancang, karakteristik teknis ini diturunkan dari *need*



Gambar 5. Metodologi Perancangan



Gambar 6. Mesin Sander

statement pada bagian sebelumnya. *Technical responses* dapat dilihat pada Tabel 4.

**House of Quality (HOQ)**

Data yang telah didapatkan pada tahap sebelumnya diolah menggunakan metode *Quality Function Deployment*. Alat yang digunakan pada tahap ini adalah *House of Quality* (HoQ).

Table 4. *Technical Responses*

No	Need Statement	Technical Responses
1	Produk dapat mendeteksi ketika amplas sudah lewat masa pakainya	Terdapat sistem <i>controller</i>
2	Produk dapat membantu operator dalam mengingatkan saat amplas harus diganti	Terdapat lampu indikator Terdapat tampilan layar Terdapat fitur <i>alarm</i>
3	Produk mudah digunakan	Terdapat tombol pengoperasian
4	Produk dapat secara otomatis mendeteksi barang yang diinput	Terdapat <i>sensor</i> pendeteksi barang
5	Produk memiliki ukuran yang proporsional	Dimensi produk yang proporsional

Table 5. Hasil WAP

No	Kode Atribut	WAP Kepuasan	WAP Kepentingan
1	V1	3,50	4,00
2	V2	4,00	4,00
3	V3	3,50	3,50
4	V4	3,00	3,50
5	V5	2,50	2,50

1. **Planning Matrix**

Sebelum dibuat *planning matrix*, perlu diketahui nilai *Weighted Average Performance* (WAP) dari tingkat kepentingan dan kepuasan pelanggan terhadap tiap atribut dari *need statement*. Hasil dari perhitungan WAP dapat dilihat pada Tabel 5.

Keterangan:

- V1: Produk dapat mendeteksi ketika amplas sudah lewat masa pakainya
- V2: Produk dapat membantu operator dalam mengingatkan saat amplas harus diganti
- V3: Produk mudah digunakan
- V4: Produk dapat secara otomatis mendeteksi barang yang diinput
- V5: Produk memiliki ukuran yang proporsional

Selanjutnya dilakukan pengolahan *planning matrix* dengan tujuan untuk menentukan tingkat prioritas dari *customer needs*. Hasil dari pengolahan *planning matrix* dapat dilihat pada Tabel 6.

2. **Relationship Matrix**

Pada tahap ini dilakukan penilaian untuk menunjukkan hubungan antara *customer needs* dengan *technical response*. Nilai yang dipakai berupa 0 (tidak terkait), 1 (mungkin terkait), 3 (cukup terkait), dan 9 (sangat terkait). Penentuan *relationship matrix* dapat dilihat pada Gambar 7.

3. **Penentuan Korelasi Antar Technical Response**

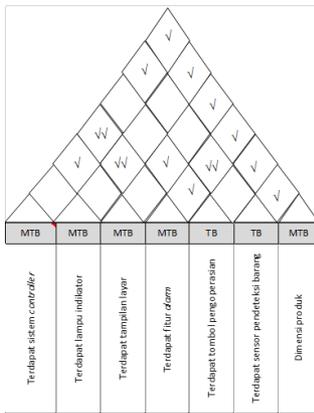
Pada tahap ini ditentukan kolerasi hubungan antar *technical response* dengan diberi simbol-simbol, seperti: (*moderate positive impact*), (*strong negative impact*), dan jika kotak blank memiliki arti

Table 6. Pengolahan *Planning Matrix*

Kode Atribut	Matrix Klein Grid	Importan ce to Custom er	Current satisfact ion perform ance	Goal	Improve ment ratio	Sales point	Raw weight	Normaliz ed raw weight
NS1	HIM	3,50	4,00	3,75	1,07	1,50	6,43	0,25
NS2	HIM	4,00	4,00	4,00	1,00	1,50	6,00	0,23
NS3	HIM	3,50	3,50	3,50	1,00	1,50	5,25	0,20
NS4	HIM	3,00	3,50	3,25	1,08	1,50	5,69	0,22
NS5	LIM	2,50	2,50	2,50	1,00	1,00	2,50	0,10
<b>TOTAL</b>							<b>25,87</b>	<b>1,00</b>

Direction of Goodness		MTB	MTB	MTB	MTB	TB	TB	MTB
Technical Response	Customer Needs	Terdapat sistem controller	Terdapat lampu indikator	Terdapat tampilan layar	Terdapat fitur alarm	Terdapat tombol pengoperasian	Terdapat sensor pendeteksi barang	Dimensi produk
		1	2	3	4	5	6	7
1	Produk dapat mendeteksi ketika ampas sudah lewat masa pakainya	3	0	0	0	0	9	0
		0,745599	0	0	0	0	2,2368	0
2	Produk dapat membantu operator dalam mengingatkan saat ampas harus diganti	3	9	9	9	0	3	0
		0,695932	2,08768	2,08768	2,08768	0	0,69599	0
3	Produk mudah digunakan	1	0	1	0	9	0	1
		0,202949	0	0,20297	0	1,82672	0	0,203
4	Produk dapat secara otomatis mendeteksi barang yang diinput	2	0	0	0	0	9	0
		0,659648	0	0	0	0	1,97994	0
5	Produk memiliki ukuran yang proporsional	0	0	0	0	0	0	9
		0	0	0	0	0	0	0,8699

Gambar 7. Relationship Matrix



Gambar 8. Korelasi Antar *Technical Response*

tidak terjadi kolerasi. Penentuan kolerasi antar *technical response* dapat dilihat pada Gambar 8.

4. **Penentuan *Ranking Technical Response***

*Ranking* setiap *technical response* berdasarkan nilai normalisasi kontribusi dari terbesar ke terkecil. Nilai kontribusi didapatkan dengan mengalikan nilai *relationship matrix* dengan *normalized raw weight*. Kemudian nilai kontribusi tersebut dibagi dengan total nilai kontribusi yang menghasilkan nilai normalisasi kontribusi. Hasil penentuan *ranking technical response* dapat dilihat pada Tabel 7.

5. **Target Spesifikasi Produk**

Target spesifikasi produk merupakan parameter yang ingin dicapai dalam perancangan produk usulan *sensor alarm*. Parameter tersebut berdasarkan dari karakteristik teknis yang telah

Table 7. *Ranking Technical Response*

<i>Technical Response</i>	Kontribusi	Normalisasi Kontribusi	Rank
Terdapat sistem controller	2,304	0,139	2
Terdapat lampu indikator	2,088	0,126	4
Terdapat tampilan layar	2,291	0,138	3
Terdapat fitur <i>alarm</i>	2,088	0,126	4
Terdapat tombol pengoperasian	1,827	0,110	6
Terdapat <i>sensor</i> pendeteksi barang	4,912	0,296	1
Dimensi produk	1,073	0,065	7

Table 8. Target Spesifikasi Produk

Karakteristik Teknis	Metric	Value	Satuan
Terdapat sistem controller	Fungsional	1	Buah
Terdapat lampu indikator	Fungsional	1	Buah
Terdapat tampilan layar	Fungsional	1	Buah
Terdapat fitur <i>alarm</i>	Fungsional	60 - 95	Db
Terdapat tombol pengoperasian	Fungsional	n	Buah
Terdapat <i>sensor</i> pendeteksi barang	Fungsional	1	Buah
Dimensi produk	Panjang, lebar, tinggi	150 x 100 x 55	mm

ditentukan sebelumnya. Target spesifikasi produk dapat dilihat pada Tabel 8.

6. **Concept Generation & Concept Selection**

Setelah mengetahui *customer needs* dan target spesifikasi produk, selanjutnya dibuat beberapa opsi konsep dari produk *sensor alarm*. Tabel 9 merupakan *morphological chart* yang memuat beberapa opsi alternatif komponen.

Table 9. Alternatif Komponen

Fungsi	Komponen Alternatif		
Sistem Controller	 Arduino Uno R3		
Lampu Indikator	 Pilot lamp		
Tampilan Layar	 LCD 16 x 2		
Fitur Alarm	 Alarm 60 db	 Alarm 85 db	 Alarm 95 db
Tombol Pengoperasian	 Tombol tekan		
Sensor Pendeteksi Barang	 Arduino IR Infrared Sensor	 E18- D80NK infrared sensor	
Dimensi Produk	150 mm x 100 mm x 55 mm		

Berdasarkan pilihan alternatif komponen pada *concept generation*, didapatkan 6 alternatif konsep untuk alat bantu *sensor alarm*.

#### 7. Concept Screening

Pada tahap ini dilakukan pemilihan konsep berdasarkan enam alternatif yang telah ditentukan sebelumnya. Penentuan konsep terbaik dilakukan dengan memberikan *symbol* “+” jika alternatif lebih baik, “0” jika alternatif sama aja, dan “-” jika alternatif lebih buruk. Hasil dari *concept screening* dapat dilihat pada Tabel 10.

Berdasarkan *concept screening* pada Tabel 10 dapat diketahui bahwa alternatif konsep yang terpilih yaitu alternatif 1,3, dan 5.

#### 8. Concept Scoring

Pada tahap *concept scoring*, akan dilakukan analisis lebih dalam terhadap alternatif konsep yang terpilih, sehingga tersisa satu konsep terbaik sebagai rancangan alat bantu *sensor alarm*. Selanjutnya dilakukan *concept scoring* dengan mengalikan *weight score* dengan rating dari masing-masing *selection criteria*. Hasil dari *concept scoring* dapat dilihat seperti pada Tabel 12.

#### 9. Spesifikasi Akhir Rancangan

Berdasarkan pemilihan konsep pada tahap sebelumnya, terpilih alternatif konsep 5 yang akan dibuat menjadi alat bantu *sensor alarm*. Berikut merupakan spesifikasi akhir rancangan yang dapat dilihat pada Tabel 13.

#### 10. Gambar Rancangan Sensor Alarm

Berdasarkan alternatif konsep terpilih dan spesifikasi akhir rancangan, berikut merupakan tampilan luar rancangan dari alat *sensor alarm* dapat dilihat pada Gambar 9. Pada Gambar 10. dibawah ditampilkan rangkaian dalam alat *sensor alarm* yang terdiri *microcontroller Arduino Uno R3* sebagai sistem utama yang menyambungkan komponen layar LCD, tiga tombol pengoperasian yang berfungsi sebagai *on/off* dan *reset*, *alarm*, lampu indikator, dan juga *sensor infrared*. *Breadboard* digunakan sebagai media konduktor listrik.

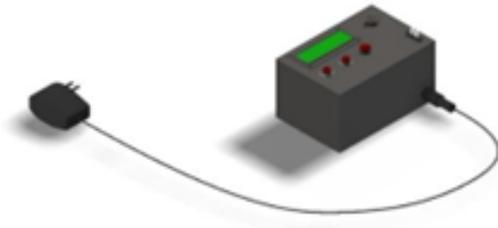
Table 10. Concept Screening

Kriteria Seleksi	Alternatif Konsep					
	1	2	3	4	5	6
Produk dapat mendeteksi ketika ampas sudah lewat masa pakainya	+	+	+	+	+	+
Produk dapat membantu operator dalam mengingatkan saat ampas harus diganti	+	+	+	+	+	+
Produk mudah digunakan	0	0	0	0	0	0
Produk dapat secara otomatis mendeteksi barang yang diinput	0	0	0	0	0	0
Produk memiliki ukuran yang proporsional	+	-	+	-	+	-
Total +	3	2	3	2	3	2
Toal 0	2	2	2	2	2	2
Total -	0	1	0	1	0	1
Net Score	3	1	3	1	3	1
Rank	1	4	2	5	3	6
Continue	YES	NO	YES	NO	YES	NO

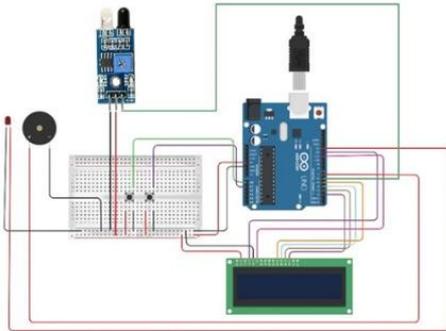
Pada Gambar 10 ditunjukkan sistem rangkaian dari alat bantu *sensor alarm*. Pada sistem yang dirancang menggunakan *mikrocontroller arduino uno* yang terintegrasi dengan masing-masing

Table 11. Nilai Relatif

Nilai Relatif	Rating
Jauh lebih buruk dari referensi	1
Lebih buruk dari referensi	2
Sama dengan referensi	3
Lebih baik dari referensi	4
Jauh lebih baik dari referensi	5



Gambar 9. Korelasi Antar *Technical Response*



Gambar 10. Sistem *Sensor Alarm*



Gambar 11. Posisi Peletakan Alat *Sensor Alarm*

sensor, aktuator (*Alarm*) dan *display* (LCD) dengan menggunakan kabel *jumper*. Gambar 11 diatas menunjukkan dimana alat bantu *sensor alarm* akan diletakkan. Alat bantu akan diletakkan pada meja dibawah *conveyor*. Meja digunakan untuk mendekatkan alat bantu pada *conveyor* sehingga *sensor* yang terletak pada bagian atas alat dapat membaca barang yang melewati *conveyor*. Pada Gambar 12 menunjukkan proses kerja dari alat bantu *sensor alarm* yang terintegrasi dengan mesin *sanding* untuk menghitung jumlah barang yang *diinput*. Proses dimulai dengan menyalakan sistem, *sensor* pendeteksi barang aktif. *Sensor infrared* akan mendeteksi barang yang lewat melalui *conveyor*. Selanjutnya, *sensor*



Gambar 12. Flowchart Penggunaan Alat

akan mengirimkan sinyal kepada sistem *controller Arduino* "Read n = jumlah barang". Data tersebut akan ditampilkan di layar LCD "jumlah barang = n". Proses tersebut akan terus berulang hingga jumlah barang yang terbaca mencapai 5000 pcs. Setelah jumlah barang mencapai 5000 pcs, maka sistem *controller* akan menginisiasi *alarm* untuk berbunyi dan lampu indikator untuk menyala. *Alarm* dan lampu indikator akan terus menyala hingga tombol reset ditekan. Tombol reset akan mereset jumlah barang yang sudah terbaca menjadi nol kembali.

11. **Verifikasi Level Sigma Baru** Verifikasi *level sigma* baru dilakukan untuk mengetahui bagaimana perbedaan antara kapabilitas proses *sanding* sebelum dilakukan perbaikan dan sesudah dilakukan perbaikan. Dikarenakan keterbatasan penelitian yang tidak sampai pada tahap *control*, maka dari itu perhitungan *level sigma* baru dilakukan dengan asumsi jenis *defect* yang terjadi pada proses *sanding* berkurang sebesar 100%. Perhitungan *level sigma* baru terlampir pada Lampiran H. Rata-rata *level sigma* baru yaitu 3,78 dimana terdapat peningkatan dari nilai *level sigma* eksisting yaitu 3,70, nilai DPMO turun dari 13.903 menjadi 11.304. Meningkatnya *level sigma* menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kualitas proses produksi *plywood* 11.6 mm setelah dilakukan usulan perbaikan.
12. **Evaluasi Hasil Rancangan** Evaluasi dilakukan terhadap hasil rancangan terkait dengan kelebihan dan kekurangan alat *sensor alarm*. Tabel 14 menunjukkan hasil analisis kelebihan dan kekurangan hasil rancangan.
13. **Analisa dan Rencana Implementasi Hasil Rancangan**  
Setelah dilakukan perancangan usulan perbaikan, langkah selanjutnya adalah membuat rencana implementasi dari hasil

Table 12. Concept Scoring

Kriteria Seleksi	Weight	Alternatif Konsep					
		1		3		5	
		Rating	Weight Score	Rating	Weight Score	Rating	Weight Score
Produk dapat mendeteksi ketika amplas sudah lewat masa pakainya	0,25	5	1,25	5	1,25	5	1,25
Produk dapat membantu operator dalam mengingatkan saat amplas harus diganti	0,23	3	0,69	4	1	5	1,25
Produk mudah digunakan	0,2	3	0,6	3	0,75	3	0,75
Produk dapat secara otomatis mendeteksi barang yang diinput	0,22	3	0,66	3	0,75	3	0,75
Produk memiliki ukuran yang proporsional	0,1	4	0,4	4	1	4	1
<i>Total Rank Score</i>		3,6		4,75		5	
<i>Rank</i>		3		2		1	
<b>Continue</b>		<b>NO</b>		<b>NO</b>		<b>YES</b>	

Table 13. Spesifikasi Akhir Rancangan

No	Spesifikasi	Komponen	Value	Satuan
1	Sistem Controller	Arduino Uno R3	1	Buah
2	Lampu indikator	Pilot Lamp	1	Buah
3	Tampilan layar	LCD 16X2	1	Buah
4	Fitur <i>alarm</i>	Alarm	95	Db
5	Tombol Pengoperasian	Tombol Tekan	2	Buah
6	<i>Sensor</i> Pendeteksi Barang	Arduino IR <i>Infrared Sensor</i>	1	Buah
7	Dimensi Produk	PxLxT	150 x 100 x 55	mm

Table 14. Kelebihan dan Kekurangan Hasil Rancangan

No	Kelebihan	Kekurangan
1	Membantu operator dalam mengingatkan saat amplas harus diganti	Alat membutuhkan penyangga tambahan agar <i>sensor</i> dapat mendeteksi barang yang lewat pada <i>conveyor</i>
2	Alat dapat bekerja secara otomatis	Alat membutuhkan sumber listrik karena menggunakan adaptor
3	Hanya terdapat 2 tombol, sehingga membuat penggunaan alat yang mudah	

rancangan ke PT.XYZ sehingga alat *sensor alarm* dapat meminimasi *defect* yang terjadi pada proses *sanding*. Tabel 15 merupakan rencana implementasi yang meliputi elemen *man*, *machince*, *method*, dan *information*.

Table 15. Analisa Rencana Implementasi

Elemen	Persiapan Implementasi
<i>Man</i>	Pelatihan kepada operator mengenai cara kerja, penggunaan, dan <i>troubleshoot</i> dari alat <i>sensor alarm</i>
<i>Machine</i>	Menyediakan semacam penyangga atau meja untuk tempat meletakkan alat <i>sensor alarm</i> Menyediakan sumber listrik didekat alat <i>sensor alarm</i>
<i>Method</i>	Metode penggantian amplas pada mesin <i>sander</i> mengikuti jumlah barang yang terbaca pada alat
<i>Information</i>	Pembuatan instruksi kerja penggunaan alat <i>sensor alarm</i> agar operator memahami cara penggunaan sesuai dengan prosedur

## Kesimpulan

Berdasarkan identifikasi masalah, pengolahan data, dan perancangan usulan perbaikan yang dilakukan pada proses *sanding* proses produksi *plywood* 11.6 mm, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Perancangan menggunakan metode *Quality Function Deployment* dengan konsep alternatif 5 sebagai konsep pilihan dengan susunan komponen yaitu, Arduino Uno R3, pilot *lamp*, tombol tekan, layar LCD 16 x 2, *alarm* 95 db, dan *sensor proximity infrared* Arduino, dan kabel adaptor.
- Alat bantu *sensor alarm* merupakan usulan perbaikan dalam mengurangi atau mengeliminasi *defect* yang terjadi pada proses *sanding* dengan asumsi peningkatan nilai sigma eksisting yaitu 3,70 menjadi nilai sigma baru sebesar 3,78.

## Daftar Pustaka

1. Mitra A. Fundamentals of Quality Control System using Simple Implementation of Seven Tools for Batik Textile Manufacturing. John Wiley & Sons, Inc.; 2016. N.d.
2. Miranda, Amin W. Six Sigma. Harvarindo; 2006.
3. Duckworth HA, Hoffmeier A. A Six Sigma Approach to Sustainability. CRC Press; 2016.
4. Thomas P. The Six Sigma Handbook. McGraw-Hill; 2000.
5. Gasperz, Vincent. Pedoman Implementasi Six Sigma Terintegrasi Dengan ISO 900:2000. CV. Gramedia Pustaka Utama; 2002.
6. Antony J, Vinodh S, Gijo EV. Lean Six Sigma for Small and Medium Sized Enterprise. CRC Press; 2016.
7. Wei Z, Ding X. Engineering Management Collection: Lean Six Sigma and Statistical Tools for Engineers and Engineering Managers. Momentum Press, New York; 2016.
8. Franchetti MJ. Lean Six Sigma for Engineers and Managers: with Applied Case Studies. CRC Press; 2015.
9. Ulrich K, Eppinger S. Product Design and Development. McGraw-Hill; 2015.
10. Kurniasih D. Analisis Perancangan Skatebord Dengan Quality Function Deployment. House of Quality; 2013.