



## Pengembangan Produk Kawat Baja Lunak Menggunakan Pendekatan *Green Design for Six Sigma*

M. Hasan Abdullah<sup>1</sup>, Onny Purnamayudhia<sup>2</sup>, Nanang Ma'ruf<sup>3</sup>,  
M. Bayu Setiawan<sup>4</sup>

Teknik Industri, Universitas Wijaya Putra

Email: mhasanabdullah@uwp.ac.id<sup>1</sup>, onnypurnamayudhia@uwp.ac.id<sup>2</sup>,  
nanangdaffa778@gmail.com<sup>3</sup>, bayu.milanistis@gmail.com<sup>4</sup>

### Abstrak

DFSS (*Design for Six Sigma*) dengan berbagai *tools* seperti QFD, FMEA, dan CPI memungkinkan diintegrasikan untuk keberlanjutan bisnis. Dalam perkembangannya konsep DFSS menghadapi tantangan yaitu adanya perubahan bisnis yang sangat cepat dan fleksibilitas terhadap kebutuhan serta dampak terhadap lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan *Green DFSS* dalam pengembangan produk kawat baja lunak. Proses pengembangan produk menggunakan pendekatan *Green DFSS* yang berbeda, yakni dengan mengadopsi prinsip *green design* pada setiap tahapan DMAODV (*Define, Measure, Analyse, Optimize, Design, Verify*). QFD digunakan untuk identifikasi dan prioritas fitur produk. PFMEA digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan pada proses dan desain. Selanjutnya pemilihan konsep produk menggunakan CPI (*Composite Performance Index*). Hasilnya, diperoleh produk kawat baja lunak dengan bentuk dan kemasan baru yang memenuhi kriteria *quality, cost, dan green design*.

**Kata Kunci:** Kawat Lunak; *Green Design*; DFSS; DMAODV; CPI

### ABSTRACT

DFSS (*Design for Six Sigma*) with various *tools* such as QFD, FMEA, and CPI allows for integration for business sustainability. In its development, the DFSS concept faces the challenge of rapid business changes and flexibility to the needs and impact on the

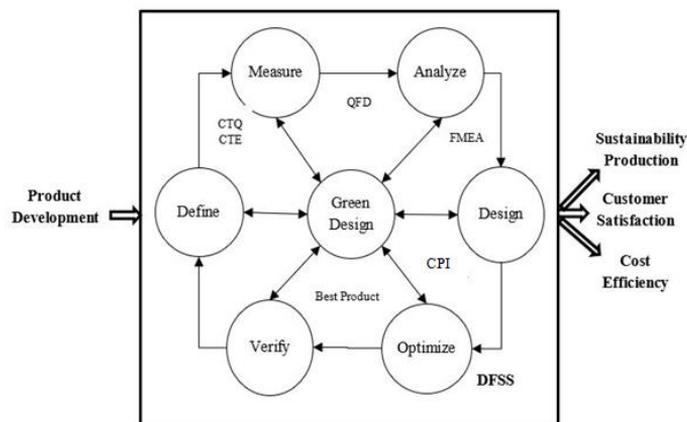
*environment. This research aims to implement Green DFSS in the development of annealed steel wire products. Its process uses a different Green DFSS approach, namely by adopting green design principles at each stage of DMAODV (Define, Measure, Analyse, Optimize, Design, Verify). QFD is used for identification and prioritization of product features. PFMEA is used to identify potential failures in the process and design. Furthermore, product concept selection uses CPI (Composite Performance Index). As a result, a soft steel wire product with a new shape and packaging that meets the criteria of quality, cost, and green design is obtained.*

**Keywords:** *Annealed Wire; Green Design; DFSS; DMAODV; CPI*

## **A. PENDAHULUAN**

PT. S merupakan salah satu produsen kawat baja. Kawat Bendrat merupakan jenis kawat lunak yang terbuat dari kawat baja karbon rendah yang biasanya dikemas dalam bentuk gulungan. Pada praktiknya, kawat ini dilepas dari gulungan dan dipotong-potong memanjang sebelum digunakan untuk mengikat batang besi pada rangka bangunan. Karena itu pekerja bangunan mengalami kesulitan dan membutuhkan tambahan waktu. Penulis tertarik untuk melakukan analisis dan merancang kawat Bendrat sesuai dengan kebutuhan konsumen dengan pendekatan *Green Design for Six Sigma*. Produsen perlu untuk merancang produk yang lebih efektif, efisien, menarik, terjangkau, dan diterima oleh konsumen (Ginting, Ishak, & Malik, 2020). *Design for Six Sigma* (DFSS) merupakan bagian dari metodologi *Six Sigma*. Metode ini membantu perusahaan dalam merancang produk yang sesuai dengan model dan teknologi moderen (Liverani, Caligiana, Frizziero, Francia, & Donnici, 2019). Penggunaan DFSS dari berbagai bidang telah diteliti oleh (Nurcahyanie, Singgih, & Dewi, 2020). Salah satu isu penting dan menjadi tantangan DFSS adalah produk yang akan dirancang harus dapat didaur ulang, dapat digunakan kembali, atau dapat dikurangi dari perusakan lingkungan. Hal ini sesuai dengan misi dari

konsep *Green Design* atau *Green Manufacturing*. Berdasarkan kondisi tersebut, maka dapat diidentifikasi permasalahan dalam pengembangan konsep DFSS. Pertama, bagaimana mengintegrasikan konsep *Green Manufacturing* pada DFSS (*Green DFSS*) untuk menghadapi tantangan atau *trend* terkait isu lingkungan saat ini. Kedua, bagaimana implementasi konsep *Green DFSS* tersebut pada proses pengembangan produk di industri kawat untuk mencapai *sustainability production*, *customer satisfaction* dan *cost efficiency*.

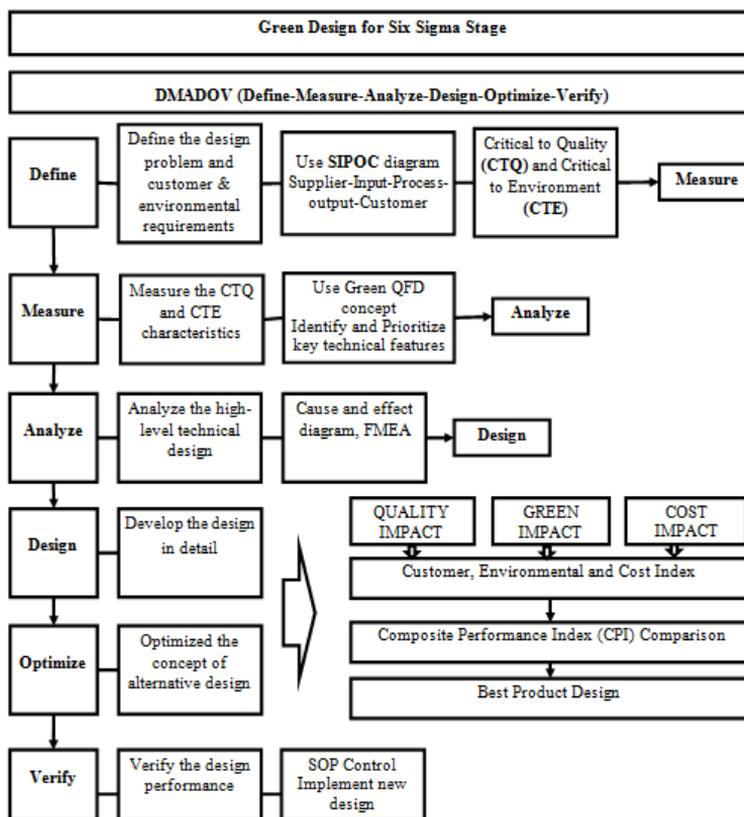


**Gambar 1.** Struktur keterkaitan konsep *Green Design* pada *Design For Six Sigma*

Gambar 1 diatas merupakan kerangka dasar yang dikembangkan peneliti untuk memberikan ilustrasi bagaimana konsep *green design* memberikan *output* dan *feedback* pada tahapan DMADOV dalam kerangka DFSS. DFSS dapat diintegrasikan dengan metode QFD, FMEA, TRIZ (Purushothaman & Ahmad, 2022), Kano dan QFD (Hammad & Khan, 2017). *Six Sigma* juga dapat dipadukan dengan konsep *Lean* dan PFMEA untuk peningkatan kualitas (Ma'ruf, Abdullah, & Riyanto, 2023). *Green Design for Six Sigma* ini merupakan pengembangan dari DFSS yang diintegrasikan dengan konsep *Green Manufacturing*.

## B. METODE

Tahapan pengembangan produk DFSS yaitu DMAODV (*Define, Measure, Analyze, Optimize, Design, Verify*).



Gambar 2. Tahapan Model Terintegrasi Green DFSS

Tahapan *Green DFSS* dimulai dari tahapan *Define*, yaitu menentukan masalah pada produk beserta persyaratan dan kebutuhannya. Tahap *Measure* untuk menentukan karakteristik dan prioritas design (CTQ, CTE). Tahap *Analyze* untuk analisis potensi risiko kegagalan pada proses, penyebab dan tindakan mitigasi metode PFMEA. Tahap *Design* untuk menentukan beberapa konsep desain sebagai alternatif. Masing-masing konsep mempunyai nilai *quality*, *cost* dan *environment impact* yang

berbeda. *Tahap Optimize*, dari beberapa konsep akan diambil keputusan satu konsep yang akan dikembangkan. Pengambilan keputusan dengan menggunakan *CPI (Composite Performance Index)*. *CPI* mampu mentransformasikan nilai menjadi seragam sehingga diperoleh nilai yang efektif (Roseli & Aqibus, 2019). *Tahap Verify*. Pada tahap ini dilakukan verifikasi terhadap hasil pemilihan konsep desain pada tahap sebelumnya.

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Identifikasi kritikal isu pada perusahaan

PT. S telah menjalankan sistem manajemen mutu ISO 9001:2015, dimana manajemen wajib untuk memahami konteks organisasi dan kebutuhan serta harapan pihak berkepentingan. Termasuk isu eksternal dan internal organisasi (BSN, SNI ISO 9001:2015 Quality Management System-Requirements, 2015). Isu eksternal seperti mempertimbangkan hukum, teknologi, persaingan, pasar, budaya, masyarakat dan lingkungan ekonomi baik lokal, regional maupun internasional. Sedangkan isu internal terkait dengan nilai, pengetahuan dan kinerja organisasi. Termasuk pemenuhan terhadap persyaratan atau standar nasional (BSN, SNI 07-0040-2006 Kawat Baja Karbon Rendah, 2006).

Dari isu-isu yang telah diidentifikasi terdapat aspek yang dinilai manajemen paling mempengaruhi terhadap bisnis. Isu-isu tersebut dapat dikelompokkan dalam tiga aspek sebagai pertimbangan dalam penerapan *green design for six sigma*.

**Tabel 1. Aspek yang dipertimbangkan dalam desain produk**

No	Aspek (isu)	pihak berkepentingan dan harapannya
1	<i>Quality design</i>	Pelanggan: kualitas produk. Pemilik: <i>zero complaint</i>
2	<i>Cost design</i>	Pemilik: <i>profitable</i> , efisien

---

3	<i>Green design</i>	Pemerintah: kebijakan lingkungan, pengelolaan limbah (PP No. 101 tahun 2014) Masyarakat: gangguan pencemaran dari proses
---	---------------------	---

---

## 2. Tahap *Define*

Pada tahap ini ditentukan produk yang akan dikembangkan, yaitu kawat lunak. Dimana pada produk ini pengguna mengalami kesulitan dalam penggunaannya. Kawat berbentuk lingkaran tersebut sulit untuk dibawa dan harus dipotong-potong menjadi beberapa bagian sebelum digunakan. Kawat juga harus memenuhi standar SNI seperti kuat tarik dan uji puntir sebagai CTQ serta kebijakan lingkungan sebagai CTE.



(a) Bentuk kawat lunak, dari bentuk lingkaran dan setelah dipotong



(b) Penggunaan kawat pada konstruksi

Gambar 3. Kawat lunak desain lama dan penggunaannya

## 3. Tahap *Measure*

Pada tahap ini dilakukan pengukuran kebutuhan teknis rancangan pengembangan produk baru Bendrat Lurus dengan survei dan observasi di proyek konstruksi. Survei dilakukan pada pekerja bangunan dan mandor proyek. Pengolahan data dengan HOQ (*house of quality*) diperoleh beberapa alternatif target spesifikasi yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan (*CR*) dengan bobot kepentingan (*weight*).

**Gambar 4. Hasil survei data kebutuhan pelanggan dengan QFD**

Relation CR-DR: strong=9, medium=3, weak=1

		CHARACTERISTIC DESIGN (CD)		
		annealed process	cutting process	packing process
CUSTOMER REQUIREMENTS (CR)	Weight			
Kawat mudah ditekuk (lunak)	0.51	9	3	1
Kawat berbentuk lurus (potongan)	0.33	1	9	3
Kemasan mudah dibawa	0.16	1	3	9
Technical importance (DR)		5.10	4.97	2.93
Normalized Technical importance		0.39	0.38	0.23
		TARGET SPECIFICATION		
		annealed level low	annealed level medium	annealed level high
		cutting level 45 cm	cutting level 30 cm	cutting level 20 cm
		packing model wrap	packing model box	packing combined

Setiap alternatif kemudian dilakukan pengukuran dengan menggunakan kuesiner untuk para ahli secara kualitatif dengan skala 1 (sangat tidak baik) sampai 5 (sangat baik). Pengukuran dampak (*impact*) setiap alternatif spesifikasi dilakukan terhadap *quality*, *cost*, dan *environment*. Hasil penilaian alternatif dan dampaknya sebagai berikut.

**Tabel 2. Hasil penilaian alternatif desain dan dampaknya**

Kode (faktor, level)	Alternatif proses	Penilaian dampak terhadap		
		Quality	Cost	Environment
A1	Tingkat kelunakan Low	1	3	2
A2	Tingkat kelunakan Medium	3	4	3
A3	Tingkat kelunakan High	5	5	4
C1	Panjang cutting level 45 cm	2	3	3
C2	Panjang cutting level 30 cm	3	4	4
C3	Panjang cutting level 20 cm	4	5	5
P1	Packing Model Wrap Plastik	3	1	1
P2	Packing Model Box	2	3	3
P3	Packing Model Kombinasi	4	5	5

#### 4. Tahap Analyze

Pada tahap ini dilakukan analisis terkait potensi risiko pada proses produksi kawat dengan menggunakan metode PFMEA. Data diperoleh dari hasil wawancara dengan supervisor produksi dan teknisi. Nilai *Failure* terbesar ada pada proses penimbangan, kelunakan, dan kemasan.

**Tabel 3. Hasil analisis PFMEA**

Process	Failure	Consequence	S	Causes	O	D	RPN (S.O.D)
Drawing	Diameter kawat terlalu besar	Kawat reject, customer complaint	9	Dies rusak, aus	3	1	27
Weighing	Berat tidak standard	customer complaint	10	lack calibration and adjusment of weighing	7	5	<b>350</b>
Annealing	Kawat Bindrat Kaku / Keras	Kawat reject, customer complain	9	Suhu pada mesin Annealing tidak sesuai	5	3	<b>135</b>
Cutting	Panjang kawat tidak sesuai	Kawat reject, customer complain	7	Setting cutting, Dies aus	3	1	21
Packing	Packing tidak kuat, rusak	customer complain	7	Seal rusak	5	3	<b>105</b>

#### 5. Tahap Design

Pada tahap ini dilakukan pemilihan terhadap konsep desain yang mungkin bisa dikembangkan. Setiap konsep akan memiliki karakteristik dan nilai yang berbeda. Dari tabel 2 dapat dikembangkan beberapa konsep desain produk Bendrat lurus. Terdapat 3 faktor dan 3 level maka ada 27 kombinasi konsep produk Bendrat lurus. Untuk memilih konsep terbaik maka perlu dilakukan optimasi pada tahap selanjutnya.

## 6. Tahap *Optimize*

Dari 27 konsep akan diambil satu konsep terbaik yang akan dikembangkan. Pengambilan keputusan dengan menggunakan CPI (*Composite Performance Index*). Metode CPI disebut juga sebagai pendekatan indeks gabungan, dimana pendekatan ini dapat melakukan penilaian serta menyusun ranking alternatif dari beberapa alternatif (Rumandan, 2022). Tahapan optimasi dapat dilakukan sebagai berikut:

- a) Mengidentifikasi sifat kriteria.
- b) Mentransformasikan nilai tren positif dan negatif.
- c) Mencari nilai indeks alternatif.
- d) Mencari nilai indeks gabungan.

Berdasarkan tahapan-tahapan diatas, rumus atau persamaan untuk perhitungan yang ada pada metode *Composite performance Index* (CPI) dapat menggunakan persamaan-persamaan (1), (2), (3) dan (4) berikut ini.

$$A_{ij} = (x(\min)/x_{ij}(\min)) \times 100 \quad (1)$$

$${}_{(i+1,j)} = ({}_{(i+1,j)}(\min)/x_{ij}(\min)) \times 100 \quad (2)$$

$$I_{ij} = A_{ij} \times P_j \quad (3)$$

$$I_i = \sum_{i=1}^n I_{ij} \quad (4)$$

Dimana:

$A_{ij}$  :Nilai alternatif ke-i pada kriteria ke-j

$x(min)$  :Nilai alternatif ke-i pada kriteria awal minimum ke-j

$(i+1,j)$  :Nilai alternatif ke-i+1 pada kriteria ke-j

$(i+1,j)$  :Nilai alternatif ke-i+1 pada kriteria awal ke-j

$P_j$  :Bobot pada setiap kriteria

$I_{ij}$  :Nilai indeks alternatif yang dihasilkan

$I_i$  :Nilai indeks gabungan yang dihasilkan

Tahapan pertama yakni melakukan identifikasi sifat kriteria. Kriteria bersifat tren positif jika nilai semakin tinggi akan semakin baik, sebaliknya kriteria tersebut bersifat tren negatif apabila nilai semakin rendah akan semakin baik. Pada pengembangan produk kawat Bindrat, terdapat tiga kriteria penilaian yaitu *quality* tren positif dengan bobot (**0.4**), *cost* tren negatif dengan bobot (**0.35**), dan *environment* tren negatif dengan bobot (**0.25**). Setelah kriteria dan bobot telah ditentukan selanjutnya dilakukan transformasi nilai tren positif dan negatif. Untuk kriteria dengan tren positif, nilai yang paling rendah akan digunakan untuk membagi nilai yang lainnya dari setiap kriteria, dan dikalikan dengan 100. Sedangkan, untuk kriteria dengan tren negatif, nilai yang paling rendah akan dibagi dengan nilai yang lain di setiap kriteria dan dikalikan dengan 100. Sebelum dilakukan transformasi, nilai *quality*, *cost* dan *environment* pada tiap alternatif konsep desain dilakukan penjumlahan.

**Tabel 4. Hasil penjumlahan kriteria pemilihan konsep**

Alternatif Konsep Desain	Kombinasi Desain			Jumlah Penilaian Kriteria		
	A	C	P	<i>Quality</i>	<i>Cost</i>	<i>Environment</i>
1	1	1	1	$(1+2+3) = 6$	$(3+3+1) = 7$	$(2+3+1) = 6$
2	1	1	2	5	9	8
3	1	1	3	7	11	10
4	1	2	1	7	8	7
5	1	2	2	6	10	9
6	1	2	3	8	12	11
7	1	3	1	8	9	8
8	1	3	2	7	11	10
9	1	3	3	9	13	12
10	2	1	1	8	8	7
11	2	1	2	7	10	9
12	2	1	3	9	12	11
13	2	2	1	9	9	8
14	2	2	2	8	11	10
15	2	2	3	10	13	12
16	2	3	1	10	10	9
17	2	3	2	9	12	11
18	2	3	3	13	15	14
19	3	1	1	10	9	8
20	3	1	2	9	11	10
21	3	1	3	11	13	12
22	3	2	1	11	10	9
23	3	2	2	10	12	11
24	3	2	3	12	14	13
25	3	3	1	12	11	10
26	3	3	2	11	13	12
27	3	3	3	13	15	14

Selanjutnya nilai pada Tabel 3 dilakukan transformasi dengan menggunakan persamaan (1). Contoh perhitungan transformasi nilai *quality*, *cost* dan *environment* untuk konsep desain1. Nilai minimum Tabel

3 untuk kriteria *quality* adalah 5, kriteria *cost* adalah 7 dan kriteria *environment* adalah 6. Maka nilai transformasi:

- *Quality (Q)* adalah  $6/5 \times 100 = 120$ .
- *Cost (C)* adalah  $7/7 \times 100 = 100$ .
- *Environment (E)* adalah  $6/6 \times 100 = 100$ .

**Tabel 5. Hasil transformasi kriteria pemilihan konsep**

Konsep Desain	Nilai Transformasi			Konsep Desain	Nilai Transformasi			Konsep Desain	Nilai Transformasi		
	Q	C	E		Q	C	E		Q	C	E
1	120.0	100.0	100.0	10	160.0	87.5	85.7	19	200.0	77.8	75.0
2	100.0	77.8	75.0	11	140.0	70.0	66.7	20	180.0	63.6	60.0
3	140.0	63.6	60.0	12	180.0	58.3	54.5	21	220.0	53.8	50.0
4	140.0	87.5	85.7	13	180.0	77.8	75.0	22	220.0	70.0	66.7
5	120.0	70.0	66.7	14	160.0	63.6	60.0	23	200.0	58.3	54.5
6	160.0	58.3	54.5	15	200.0	53.8	50.0	24	240.0	50.0	46.2
7	160.0	77.8	75.0	16	200.0	70.0	66.7	25	240.0	63.6	60.0
8	140.0	63.6	60.0	17	180.0	58.3	54.5	26	220.0	53.8	50.0
9	180.0	53.8	50.0	18	260.0	46.7	42.9	27	260.0	46.7	42.9

Selanjutnya, nilai pada transformasi kriteria Tabel 4 akan dikalikan dengan bobot kriteria (*quality* (0.4), *cost* (0.35), *environment* (0.25)) agar didapatkan nilai indeks alternatif (persamaan 3). Contoh pada konsep desain 1, nilai indeks alternatif *quality* adalah  $120 \times 0.4 = 48$ , nilai indeks alternatif *cost* adalah  $100 \times 0.35 = 35$ , nilai indeks alternatif *environment* adalah  $100 \times 0.25 = 25$ . Kemudian tahap berikutnya adalah mencari nilai indeks gabungan. Untuk mendapatkan nilai indeks gabungan, seluruh nilai indeks alternatif yang telah didapatkan akan dijumlahkan pada setiap konsep desain. Total nilai merupakan penjumlahan nilai indeks *quality*, *cost* dan *environment*. Total nilai dari setiap konsep desain tersebut akan dilakukan peringkat (*ranking*).

Tabel 6. Nilai indeks alternatif dan total

Konsep Desain	Nilai Indeks Alternatif			Total Nilai	Ran k	Konsep Desain	Nilai Indeks Alternatif			Total Nilai	Rank
	Q	C	E				Q	C	E		
1	48.0	35.0	25.0	108.00	17	15	80.0	18.8	12.5	111.35	13
2	40.0	27.2	18.8	85.97	27	16	80.0	24.5	16.7	121.17	7
3	56.0	22.3	15.0	93.27	24	17	72.0	20.4	13.6	106.05	19
4	56.0	30.6	21.4	108.05	16	18	104.0	16.3	10.7	131.05	2
5	48.0	24.5	16.7	89.17	26	19	80.0	27.2	18.8	125.97	5
6	64.0	20.4	13.6	98.05	22	20	72.0	22.3	15.0	109.27	15
7	64.0	27.2	18.8	109.97	14	21	88.0	18.8	12.5	119.35	8
8	56.0	22.3	15.0	93.27	25	22	88.0	24.5	16.7	129.17	4
9	72.0	18.8	12.5	103.35	20	23	80.0	20.4	13.6	114.05	12
10	64.0	30.6	21.4	116.05	11	24	96.0	17.5	11.5	125.04	6
11	56.0	24.5	16.7	97.17	23	<b>25</b>	<b>96.0</b>	<b>22.3</b>	<b>15.0</b>	<b>133.27</b>	<b>1</b>
12	72.0	20.4	13.6	106.05	18	26	88.0	18.8	12.5	119.35	9
13	72.0	27.2	18.8	117.97	10	27	104.0	16.3	10.7	131.05	3
14	64.0	22.3	15.0	101.27	21						

Dari Tabel 6 dapat diketahui bahwa konsep desain ke-**25** mempunyai total nilai tertinggi yaitu **133.27**. Konsep dengan nilai tertinggi akan dipilih sebagai konsep dalam pengembangan produk selanjutnya.

## 7. Tahap *Verify*

Pada tahap ini dilakukan verifikasi terhadap hasil pemilihan konsep desain pada tahap sebelumnya. Hasil pemilihan konsep desain adalah konsep **ke-25** dengan karakteristik desain tingkat kelunakan tinggi, suhu (650–700°C). Panjang potongan 20 cm dan *Packing* model *wrap* plastik. Konsep desain ini kemudian diimplementasikan pada produksi. Gambar 5 berikut merupakan produk hasil pengembangan produk kawat lunak berbentuk lurus yang akan menggantikan produk kawat dengan dengan bentuk kemasan lingkaran (*coil*).



Gambar 5. Produk baru kawat Bendrat hasil pengembangan

## D. PENUTUP

### Simpulan dan Saran

Hasil identifikasi isu-isu eksternal dan internal pada pengembangan produk kawat baja lunak dapat dikelompokkan menjadi 3 aspek yaitu *quality*, *cost* dan *environment*. Ada tiga kriteria utama pada produk tersebut beserta bobotnya, yaitu Kelunakan (0.51), Panjang Potongan (0.33) dan Kemasan (0.16). Terdapat tiga proses kritis pada produk Bendrat yaitu *annealing*, *cutting* dan *packing* yang akan mempengaruhi *quality*, *cost* dan *environment* dengan bobot masing-masing (0.4), (0.35) dan (0.25). Metode *Green Design for Six Sigma (Green DFSS)* dapat menentukan konsep desain produk terbaik melalui pendekatan CPI (*Composite performance Index*), yang dapat mengakomodasi kriteria *quality*, *cost* dan *environment*. Penelitian ini menghasilkan desain kawat berbentuk lurus, dengan panjang potongan 20 cm dan menggunakan kemasan plastik *wrapping*. Kualitas kawat dapat diproses dengan tingkat suhu (650–700°C). Saran, untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengukuran tingkat kepuasan konsumen pada produk baru yang dikembangkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- BSN. (2006). *SNI 07-0040-2006 Kawat Baja Karbon Rendah*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- BSN. (2015). *SNI ISO 9001:2015 Quality Management System-Requirements*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Ginting, R., Ishak, A., & Malik, A. F. (2020). Product Development and Design with a Combination of Design for Manufacturing or Assembly and Quality Function Deployment: A Literature Review. *AIP Conference Proceedings*. doi.org/10.1063/5.0000739.
- Hammad, M., & Khan, A. K. (2017). An Integration of Kano Model, QFD and Six Sigma to Present a New Description of DFSS. *European Journal of Business and Management*, 9 (6). ISSN 2222-1905 (Paper) ISSN 2222-2839 (Online).
- Liverani, A., Caligiana, G., Frizziero, L., Francia, D., & Donnici, G. (2019). Design for Six Sigma (DFSS) for additive manufacturing applied to an innovative multifunctional fan. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 309-330.
- Ma'ruf, N., Abdullah, M. H., & Riyanto, O. A. (2023). Analisis Peningkatan Kualitas Proses Taper Pada Industri Pegas Dengan Pendekatan Lean Six Sigma dan PFMEA. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI)* (pp. 314-323). Jogjakarta: Universitas Atma Jaya.
- Nurchahyanie, Y. D., Singgih, M. L., & Dewi, D. S. (2020). Conceptualizing DFSS an Analysis of 107 Studies. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* (pp. doi:10.1088/1757-899X/722/1/012055).
- Purushothaman, K., & Ahmad, R. (2022). Integration of Six Sigma methodology of DMADV steps with QFD, DFMEA and TRIZ applications for image-based automated inspection system development: a case study. *International Journal of Lean Six Sigma*, DOI 10.1108/IJLSS-05-2021-0088.
- Roseli, S., & Aqibus, A. (2019). Metode Composite Performance Index (CPI) untuk Seleksi Karyawan Baru di Batik Salma Cirebon. *International Journal of Social Technology*, 25-31.
- Rumandan, R. J. (2022). Implementasi Composite Performance Index (CPI) Pada Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Mitra Pengiriman Barang. *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, 17-25.