

**APLIKASI METODE *TAGUCHI* UNTUK MEREDUKSI JUMLAH PRODUK
CACAT LILIN STANDAR HAN 17**
(Studi kasus : CV. Dwi Pelita Mas)

**THE APPLICATION OF *TAGUCHI* METHOD TO DECREASE THE NUMBER OF
DEFECT PRODUCT STANDARD CANDLE HAN 17**
(Case study : CV. Dwi Pelita Mas)

Dwight Marchel Kastanja¹⁾, Nasir Widha S., ST., MT.²⁾, Remba Yanuar E., ST., MT.³⁾,

Jurusan Teknik Industri, Universitas Brawijaya
Jl. Mayjen Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: kastanjadwight@gmail.com¹⁾, Nazzyr_lin@ub.ac.id²⁾, remba@ub.ac.id³⁾

Abstrak

Perkembangan industri penghasil lilin di Indonesia dewasa ini semakin berkembang pesat, hal ini dikarenakan semakin banyaknya permintaan akan produk lilin yang lebih fungsional, tidak hanya memiliki fungsi penerang saja melainkan juga sebagai penghias ruangan, media peribadatan, dll. Pada CV. Dwi Pelita Mas, Surabaya yang merupakan salah satu perusahaan penghasil lilin ditemukan bahwa jumlah cacat produk yang dihasilkan masih diatas dari standar perusahaan yaitu 9%. Oleh karena itu, dilakukan suatu bentuk 'improvement' dengan menggunakan metode Taghuci. Dengan penerapan metode Taguchi, didapatkan hasil setting level optimal dari 4 faktor yang ada, yaitu komposisi bahan baku, suhu pemasakan, lama pemasakan dan lama pengeringan. Perhitungan nilai Defect per Million Opportunities (DPMO) dan level sigma juga dilakukan sebagai parameter berhasilnya eksperimen ini.

Kata kunci: lilin HAN 17, cacat produk, taguchi, DPMO

1. Pendahuluan

Ketatnya persaingan di dunia industri manufaktur membuat setiap perusahaan yang berkecimpung didalamnya wajib untuk selalu memberikan yang terbaik bagi para konsumennya. Kualitas merupakan segala sesuatu yang dapat memuaskan keinginan pelanggan atau sesuai dengan persyaratan dan kebutuhan pelanggan (Soejanto, 2008). Kualitas produk juga merupakan hal yang harus diperhatikan oleh perusahaan karena kualitas produk merupakan salah satu kriteria yang menjadi pertimbangan konsumen dalam membeli produk. Pengendalian kualitas merupakan aktivitas teknik dan manajemen, dimana kita mengukur karakteristik kualitas (Gazperz, 2002).

Perkembangan industri penghasil lilin di Indonesia dewasa ini semakin berkembang pesat, hal ini dikarenakan semakin banyaknya permintaan akan produk lilin yang lebih fungsional, tidak hanya memiliki fungsi penerang saja melainkan juga sebagai penghias ruangan, media peribadatan, dll. Oleh karena semakin banyaknya permintaan yang harus dipenuhi, maka perusahaan harus meningkatkan skala produksinya. Dalam

peningkatan skala produksi, seringkali perusahaan terkendala dengan semakin besarnya jumlah *defect* produk yang dihasilkan.

Salah satu perusahaan penghasil lilin di Indonesia adalah CV. Dwi Pelita Mas. Pada perusahaan lilin ini dilakukan proses produksi yang meliputi pencampuran bahan, pemasakan, pencetakan, pemasangan sumbu, *finishing* hingga *packaging*. Dari serangkaian proses yang panjang tersebut sangat memungkinkan untuk terjadinya cacat produk, hal ini dikarenakan CV. Dwi Pelita Mas belum memiliki standar proses yang pasti.

Jenis lilin yang diamati pada penelitian ini adalah lilin HAN 17. Lilin HAN 17 dipilih karena paling banyak diproduksi dan sejauh ini paling banyak menghasilkan cacat atau *defect*.

Tabel 1. Data Jumlah Produk Lilin HAN 17 dan Jumlah Produk Lilin yang *defect* per bulan Juni 2014

Bulan	Minggu ke-	Jumlah Produk Lilin (batang)	Jumlah Produk Lilin yang Defect (batang)	Persen Defect (%)
Juni	1	65500	6400	10.23

Lanjutan Tabel 1. Data Jumlah Produk Lilin HAN 17 dan Jumlah Produk Lilin yang *defect* per bulan Juni 2014

	2	62700	6340	9.89
	3	71000	8670	8.19
	4	72800	7210	10.10
Juli	1	50200	4700	10.68
	2	54300	6110	8.89
	3	56000	5230	10.71
	4	47500	3100	15.32
Agustus	1	73400	4300	17.07
	2	74000	7100	10.42
	3	81200	8530	9.52
	4	75400	8610	8.76
Septembe r	1	91600	8580	10.68
	2	93000	9100	10.22
	3	97200	9780	9.94
	4	86200	8950	9.63
JUMLAH		1152000	112710	
RATA- RATA		72000	7045	10.22

Standar cacat produk yang ditetapkan CV. Dwi Pelita Mas adalah tidak lebih dari 9%. Berdasarkan data historis yang dimiliki oleh perusahaan pada Tabel 1, dapat ditarik kesimpulan yang menyatakan bahwa jumlah persentase produk cacat di CV. Dwi Pelita Mas masih cukup tinggi. Persentase cacat produk lilin HAN 17 yang masih tinggi ini dikarenakan belum adanya standar proses dalam pembuatan lilin tersebut, misalnya masalah takaran bahan baku, suhu pemasakan, dll. Dengan jumlah cacat produk yang masih cukup banyak akan membuat perusahaan mengalami kerugian misalnya untuk masalah pengiriman produk akhir yang cenderung terlambat sehingga perusahaan tidak bisa memenuhi permintaan pelanggan tepat waktu. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dilakukan penghitungan *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) awal dan penentuan level sigma awal dari perusahaan. Setelah itu akan dilakukan suatu bentuk *improvement* dengan menggunakan metode *Taguchi*, dimana dengan menggunakan metode *Taguchi* nantinya dapat diketahui faktor-faktor apa saja yang berpengaruh terhadap proses pembuatan lilin serta dapat diperoleh setting level optimalnya juga.

Penggunaan metode *Taguchi* sebagai media *improvement* dikarenakan metode *Taguchi* merupakan *Robust Design* sehingga rancangan eksperimen yang dilakukan tidak terlalu sensitif dengan variasi yang ada (Ariani, 2004). Selain itu, jumlah eksperimen yang

harus dilakukan dengan metode *Taguchi* cenderung lebih sedikit daripada bentuk desain eksperimen lainnya sehingga dapat lebih menghemat waktu dan biaya. Faktor-faktor yang nantinya akan diamati diantara lain adalah bahan baku, suhu pemanasan, lama pemanasan, jenis sumbu yang dipakai, kecepatan potong, dll. Dengan penerapan metode *Taguchi* nantinya dapat dihasilkan *setting* level optimal untuk proses produksi lilin di CV. Dwi Pelita Mas, sehingga nantinya juga dapat diperoleh nilai DPMO akhir serta level sigma akhir. Penerapan metode *Taguchi* ini diharapkan dapat membantu untuk mereduksi jumlah cacat produk lilin HAN 17 pada CV. Dwi Pelita Mas.

Setelah mendapatkan *setting* level optimal, selanjutnya akan dilakukan analisa biaya kualitas dari produk lilin HAN 17. Analisa biaya kualitas ini digunakan untuk membandingkan jumlah biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan ketika perusahaan menggunakan proporsi komposisi bahan baku sebelum dilakukan perbaikan dengan metode *Taguchi* dan ketika sesudah dilakukan perbaikan dengan metode *Taguchi*.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Hal ini dikarenakan peneliti akan melakukan percobaan langsung terhadap objek penelitian. Objek penelitian ini yaitu produk lilin dengan tipe HAN 17. Penelitian ini dilakukan di salah satu perusahaan penghasil lilin di Surabaya yaitu CV. Dwi Pelita Mas, pada bulan Januari 2015.

2.1 Langkah-Langkah Penelitian

Metodologi penelitian digambarkan dalam bentuk langkah-langkah yang akan dilakukan peneliti menurut (Sugiyono, 2009) yaitu :

1. Penelitian Pendahuluan

Pada penelitian pendahuluan meliputi studi pustaka, studi lapangan, identifikasi masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian. Berikut ini tahap penelitian pendahuluan :

1. Metode studi kepustakaan (*Library Research*)
2. Metode studi lapangan (*Field Research*)
3. Identifikasi Masalah
4. Perumusan Masalah
5. Tujuan Penelitian

2. Pengumpulan Data

Jenis data yang dikumpulkan terdiri atas dua jenis dengan metode pengumpulan data sebagai berikut :

1. Data Primer

Data primer adalah sumber data penelitian yaitu data yang diperoleh secara langsung dari sumber. Data primer yang diambil adalah data komposisi pembuatan lilin HAN 17, data produk cacat lilin HAN 17 dari hasil desain eksperimen dengan menggunakan Metode *Taguchi*, dan data lainnya yang mendukung dalam penelitian ini.

2. Data Sekunder

Data sekunder didapatkan melalui hasil wawancara dan diskusi yang dilakukan kepada pihak pembuat lilin HAN 17 yang dapat memberikan informasi yang berhubungan dengan penelitian. Data sekunder yang dikumpulkan antara lain kriteria *defect* atribut pada lilin HAN 17 dan data proses produksi lilin HAN 17.

3. Pengolahan Data

Pada penelitian ini menggunakan metode Six Sigma dan pendekatan *Taguchi*. Pada tahap awal akan dilakukan perhitungan nilai *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) dan level sigma awal dari produk lilin HAN 17 berdasarkan data *defect* yang dimiliki oleh CV. Dwi Pelita Mas, kemudian akan dilakukan bentuk *improvement* dengan pendekatan metode *Taguchi* untuk menentukan setting level optimal dalam pembuatan lilin HAN 17. Setelah itu, dilakukan percobaan konfirmasi dan akan dilakukan perhitungan *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) dan level sigma akhir setelah dilakukan *improvement*. Bagian terakhir adalah melakukan perbandingan analisa biaya kualitas dari produk lilin HAN 17 sebelum dan setelah penerapan metode *Taguchi*.

4. Analisa dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisa dan pembahasan terhadap hasil penelitian yang telah dilakukan pada subbab sebelumnya sehingga dapat diketahui apakah hasil penelitian sesuai dengan tujuan penelitian.

5. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil pengolahan data, analisa dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan dari penelitian ini. Hal ini mengacu pada tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya.

3. Hasil dan Pembahasan

Proses produksi yang diterapkan pada CV. Dwi Pelita Mas dalam memproduksi lilin HAN 17 adalah sebanyak 6 tahap proses. Pertama-tama, operator harus melakukan pengecekan mesin terlebih dahulu, proses ini harus dilakukan setiap mengawali *shift* kerja disetiap harinya. Proses ini berguna untuk memastikan bahwa setiap mesin yang akan digunakan dalam proses produksi telah benar-benar dalam kondisi yang baik dan siap digunakan. Tahap selanjutnya adalah pencampuran bahan baku, tahap ini dilakukan dengan cara mencampurkan ketiga bahan baku (SAW 6880 ; Stearic Acid 1806 ; Gold Parawax) pada suatu wadah yang telah disiapkan. Tahap ketiga adalah pemasakan bahan baku, bahan baku dimasak pada rentang suhu 60°-70°C dalam rentang waktu tertentu. Setelah itu, dilakukan tahap terpenting yaitu pencetakan lilin. Pencetakan lilin dilakukan pada mesin pencetak lilin dengan cara menuang cairan bahan baku yang sudah dimasak sebelumnya, kemudian operator menunggu hingga lilin dingin dan mengeras. Setelah lilin mengeras maka dilakukan proses selanjutnya, yaitu pemasangan sumbu dengan cara memasukkan sumbu dari bagian bawah lilin, menariknya keatas, melakukan pemotongan dan diakhiri dengan pemasangan kancing atau sumbat lubang. Setelah pemasangan sumbu selesai maka lilin dibawa ke stasiun pengepakan dan siap untuk dipasarkan.

3.1 Penerapan Critical to Quality (CTQ)

CTQ merupakan karakteristik – karakteristik kunci yang dapat menyebabkan cacat pada lilin HAN 17 sehingga tidak memenuhi harapan pelanggan atau konsumen. CTQ pada penelitian ini ditetapkan berdasarkan jenis cacat kritis pada produk lilin tipe HAN 17 yang mempengaruhi karakteristik kualitas pada produk lilin CV. Dwi Pelita Mas sehingga tidak memenuhi harapan pelanggan. Setelah dilakukan penelitian langsung dan wawancara dengan pihak terkait (pihak manajemen dan operator pabrik), diketahui variabel respon yang merupakan *critical to quality* (CTQ) antara lain:

1. Lilin Retak
2. Lilin Patah
3. Lilin *Groove*

Setelah mengetahui ketiga macam CTQ yang nantinya akan diteliti, maka dilakukan pengambilan data awal. Berikut data hasil

pemeriksaan pada proses produksi lilin HAN 17 yang dilakukan sebanyak 12 kali produksi pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Proses Produksi lilin HAN 17

Obs.	Jumlah Produk i (Batang)	Jumlah Cacat Atribut (Batang)			Total Defect (Batang)	Propors i Defect
		Reta k	Pata h	Groov e		
1	250	18	10	9	37	14.8%
2	250	11	9	7	27	10.8%
3	250	14	7	9	30	12%
4	250	11	13	7	31	12.24%
5	250	18	8	9	35	14%
6	250	9	5	7	21	8.4%
7	250	8	10	11	29	11.6%
8	250	15	9	4	28	11.2%
9	250	14	11	8	33	13.2%
10	250	7	10	7	24	9.6%
11	250	10	11	11	32	12.8%
12	250	15	12	5	32	12.8%
Jml	3000	150	115	92	359	143.6%
Rata 2	250				30	11.97%

Pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa terdapat tiga karakteristik kualitas (CTQ) kunci dalam proses produksi lilin HAN 17 serta rata-rata proporsi cacat produk lilin HAN 17 masih 11,97% dimana masih diatas jumlah proporsi maksimal yang ditetapkan oleh perusahaan, yaitu 9%.

3.2. Pengukuran Baseline Performa

Peningkatan kualitas *Six Sigma* yang ditetapkan akan berfokus pada upaya – upaya giat dalam peningkatan kualitas menuju kegagalan nol (*zero defect*) sehingga memberikan kepuasan total (100%) kepada pelanggan, maka sebelum suatu proyek *Six Sigma* dimulai, langkah yang harus dilakukan yaitu harus mengetahui tingkat peforma sekarang/ *baseline* peforma. Setelah mengetahui *baseline* peforma, maka kemajuan peningkatan – peningkatan yang dicapai setelah memulai proyek *Six Sigma* dapat diukur sepanjang masa berlangsung proyek *Six Sigma*. *Baseline* peforma dalam *Six sigma* yaitu melakukan penghitungan analisa kapabilitas proses yang ditetapkan menggunakan satuan pengukuran DPMO (*Defect per Million Opportunity*) dan tingkat kapabilitas sigma (*sigma level*) berdasarkan *Six Sigma Motorola*.

Hasil perhitungan DPMO dan level sigma pada setiap CTQ akan ditampilkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Nilai DPMO dan Level Sigma Setiap CTQ

Jenis CTQ	Jumlah Cacat	DPMO	Level Sigma
Retak	150	50000	3,14
Patah	115	40350,88	3,24
Groove	92	33638,03	3,32

Contoh perhitungan untuk CTQ lilin retak :

1. Perhitungan DPMO

$$DPMO = DPO \times 1000000 \dots\dots\dots (\text{pers.1})$$

DPMO

$$= \left(\frac{\text{banyaknya unit yang gagal}}{\text{banyaknya unit yang diperiksa}} \right) \times 1000000$$

$$DPMO = \left(\frac{150}{3000} \right) \times 1000000 = 50000$$

2. Penentuan Level Sigma (Berdasarkan *Six Sigma Motorola*)

Penentuan level sigma dihitung dengan menggunakan program *Microsoft Excel*.

$$\text{Nilai Sigma} = \text{normsinv} \left(\frac{1000000 - DPMO}{1000000} \right) + 1.5 \dots\dots (\text{pers.2})$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai Sigma} &= \text{normsinv} \left(\frac{1000000 - 50000}{1000000} \right) + 1.5 \\ &= 2.45 \text{ sigma} \end{aligned}$$

3.3. Penerapan Metode Taguchi

Pada penelitian ini dilakukan perbaikan proses menggunakan metode *Taguchi* dengan meneliti faktor-faktor yang mungkin mempengaruhi cacat produk lilin HAN 17 untuk mendapatkan *setting* level optimal sehingga diharapkan nantinya dapat mereduksi jumlah cacat produk lilin HAN 17 pada CV. Dwi Pelita Mas. Berikut merupakan langkah-langkah penerapan metode *Taguchi* pada penelitian ini.

3.3.1. Penetapan Karakteristik Kualitas

Untuk penetapan karakteristik kualitas lilin HAN 17 hasil eksperimen yang diharapkan yaitu *Smaller the Better* sehingga karakteristik kualitas yang diamati pada lilin HAN 17 yaitu cacat atau tidak cacat pada produk lilin dengan tujuan untuk meminimasi kategori cacat. Dengan kata lain penetapan karakteristik kualitas yang diinginkan pada lilin hasil

eksperimen yaitu semakin rendah jumlah kategori cacat yang dihasilkan maka akan semakin baik, sehingga pada penelitian ini akan menghasilkan *setting* level optimal.

3.3.2. Penetapan Faktor dan Level Berpengaruh

Penetapan faktor dan level faktor berpengaruh didapatkan dari studi literatur dan wawancara. Berikut merupakan hasil wawancara dan studi literatur :

1. Komposisi Bahan

Berdasarkan hasil studi literatur dan hasil wawancara didapatkan bahwa komposisi bahan penyusun lilin memang sangat berpengaruh terhadap kualitas lilin HAN 17. Ada 3 bahan baku utama yang digunakan dalam proses produksi lilin HAN 17, yaitu SAW 6880, Stearic Acid 1806 dan Gold Parawax. Prosentase dari pencampuran ketiga bahan tersebut-lah yang harus diperhatikan. Untuk penelitian ini rasio SAW 6880 : Stearic Acid 1806 : Gold Parawax menggunakan perbandingan 20% ; 50% ; 30% , 30% ; 40% ; 30% dan 25% ; 50% ; 25%.

2. Ukuran Wadah Pemasakan

Berdasarkan hasil studi literatur dan wawancara dengan pihak CV. Dwi Pelita Mas, ukuran wadah pemasakan bisa menjadi faktor yang berpengaruh terhadap kualitas dari produk lilin HAN 17, hal ini dikarenakan ukuran wadah pemasakan bisa berpengaruh juga terhadap kecepatan kematangan bahan, namun faktor teridentifikasi ini tidak dapat dipakai sebagai faktor berpengaruh dalam pendekatan metode *Taguchi* dikarenakan wadah pemasakan merupakan alat paten perusahaan yang sudah tidak dapat disesuaikan ulang.

3. Suhu Pemasakan

Proses pemasakan bahan baku merupakan salah satu proses yang penting dalam proses produksi lilin HAN 17. Dalam melakukan pemasakan bahan bakunya, CV. Dwi Pelita Mas belum memiliki standar suhu yang tepat untuk digunakan sebagai acuan pemasakan bahan baku. Berdasarkan literatur dan hasil wawancara didapatkan bahwa suhu yang baik untuk memasak bahan baku lilin berada pada rentang 60-70°C. Untuk penelitian ini digunakan suhu pemasakan 60°C, 65°C dan 70°C.

4. Lama Pemasakan

Dalam proses pemasakan bahan baku dalam proses produksi lilin HAN 17, CV. Dwi

Pelita Mas masih belum memiliki lama waktu yang tepat dalam melakukan proses pemasakan tersebut. Selama ini lama proses pemasakan ditentukan hanya berdasarkan subyektivitas dari pekerja yang bertugas untuk memasak bahan baku tersebut, hal ini menyebabkan proses pemasakan bahan baku tidak memiliki standar waktu yang jelas dan dapat berpengaruh terhadap kualitas lilin HAN 17. Untuk penelitian ini digunakan 210 menit, 240 menit dan 270 menit.

5. Kecepatan Potong Operator

Berdasarkan pengamatan langsung saat proses produksi berlangsung di CV. Dwi Pelita Mas dapat dilihat bahwa kecepatan pemotongan lilin setelah pencetakan yang dilakukan secara manual oleh operator juga berpengaruh terhadap cacat produk lilin HAN 17. Hal ini dikarenakan lilin yang sudah selesai dicetak harus dipotong secara manual terlebih dahulu sebelum dibawa ke *workstation* selanjutnya dan dibutuhkan tingkat kecepatan pemotongan yang baik agar tidak terjadi cacat patah pada lilin. Namun, dalam penelitian ini faktor kecepatan potong operator tidak dijadikan faktor berpengaruh yang akan dianalisa dengan metode *Taguchi* dikarenakan tidak ada alat ukur yang tepat yang dapat mengukur kecepatan pemotongan lilin HAN 17 secara manual.

6. Lama Pengeringan (Pencetakan)

Proses pengeringan saat pencetakan merupakan proses yang penting dalam pembuatan lilin. Lilin yang tidak melewati proses pengeringan yang tepat maka akan mempengaruhi kualitas lilin yaitu lilin akan retak atau bahkan bisa sampai path atau *groove*. Untuk penelitian ini lama waktu proses pengeringan saat pencetakan yang digunakan adalah 20 menit, 30 menit dan 40 menit. Apabila waktu proses pengeringan saat pencetakan terlalu sedikit maka akan menghasilkan lilin yang patah sedangkan apabila waktu pengeringan terlalu lama maka lilin akan semakin sulit untuk dipotong dan dikeluarkan dari cetakkannya.

Setelah dilakukan analisa mengenai faktor-faktor yang nantinya akan dipakai, maka selanjutnya adalah penetapan level faktor untuk eksperimen ini. Level faktor yang digunakan dalam eksperimen akan disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Level Faktor yang Berpengaruh

Faktor Berpengaruh	Level Faktor		
	1	2	3
Rasio SAW 6880 : Stearic Acid 1806 : Gold Parawax	25%; 50%; 25%	30%; 40%; 30%	20%; 50%; 30%
Suhu Pemasakan	60°C	65°C	70°C
Lama Pemasakan	210'	240'	270'
Lama Pengeringan	20'	30'	40'

3.3.3. Penetapan Orthogonal Array

Untuk mendapatkan desain *orthogonal array* yang sesuai maka diperlukan nilai *degree of freedom* dari faktor-faktor yang akan digunakan dalam eksperimen. Setelah *degree of freedom* dari faktor diketahui, maka *degree of freedom orthogonal array* yang digunakan minimal sama dengan *degree of freedom* faktor utama tersebut. Pada Tabel 5 ini adalah perhitungan *degree of freedom* untuk faktor yang terkontrol dalam penelitian ini.

Tabel 5. Perhitungan Degree of Freedom

Faktor		DF
Kode	Penjelasan	
A	Rasio SAW 6880 : Stearic Acid 1806 : Gold Parawax	(3-1)
B	Suhu Pemasakan	(3-1)
C	Lama Pemasakan	(3-1)
D	Lama Pengeringan	(3-1)
Total		8

Pada Tabel 5 diketahui bahwa *degree of freedom* dari faktor pada penelitian ini adalah delapan (8). Untuk mengetahui *degree of freedom orthogonal array* didapatkan dengan cara mengalikan derajat kebebasan per kolom dengan jumlah kolom. Berdasarkan penjabaran pada tabel 4.5 diatas, maka dalam penelitian ini harus dijalankan dengan *orthogonal array* $L_8=3^4$, namun dikarenakan pada eksperimen *Taguchi* tidak mengenal adanya *orthogonal array* $L_8=3^4$, maka untuk kepentingan penelitian ini jumlah *orthogonal array* yang digunakan harus dinaikkan menjadi $L_9=3^4$ agar penelitian ini dapat dilaksanakan sesuai dengan kaidah penelitian dari *Taguchi*.

3.3.4. Pelaksanaan Eksperimen Taguchi

Pada tahapan pelaksanaan eksperimen *taguchi* akan dibuat sampel lilin terdiri dari faktor-faktor terkendali. Untuk mempermudah dalam pembuatan sampel lilin maka jumlah bahan yang ada dihitung dalam berat kilogram (Kg). Begitu pula faktor – faktor berpengaruh lain pada proses produksi sampel genteng akan mengikuti penugasan pada tabel *orthogonal array*. Berikut ini perhitungan faktor komposisi bahan baku pembuatan lilin HAN 17 ditampilkan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan Faktor Komposisi BahanBaku

Level	Bahan Baku	Rasio	Berat Bahan (Kg)	Total Berat (Kg)
1	SAW 6880	20%	9.7	48.5
	Stearic Acid 1806	50%	24.25	
	Gold Parawax	30%	14.55	
2	SAW 6880	30%	14.55	48.5
	Stearic Acid 1806	40%	19.4	
	Gold Parawax	30%	14.55	
3	SAW 6880	25%	12.13	48.5
	Stearic Acid 1806	50%	24.25	
	Gold Parawax	25%	12.13	

Langkah selanjutnya yaitu melakukan pemeriksaan terhadap lilin yang dihasilkan. Kemudian dilakukan pencatatan terhadap jumlah lilin cacat berdasarkan tiga jenis CTQ yaitu lilin retak, patah dan *groove*. Apabila dalam 1 batang lilin HAN 17 yang diproduksi mengandung paling tidak salah satu dari ketiga jenis CTQ maka lilin tersebut akan dihitung sebagai lilin yang cacat. Pada penelitian ini dilakukan 3 kali replikasi untuk masing-masing eksperimen (kombinasi level faktor).

Pada Tabel 7 ditampilkan data hasil eksperimen *Taguchi* yang telah dilakukan.

Tabel 7. Hasil Eksperimen Taguchi

Eksperimen	Faktor Kontrol				Hasil		
	A	B	C	D	I	II	III
1	1	1	1	1	16	18	17

Lanjutan Tabel 7. Hasil Eksperimen *Taguchi*

2	1	2	2	2	15	16	14
3	1	3	3	3	20	19	22
4	2	1	2	3	14	15	14
5	2	2	3	1	16	15	14
6	2	3	1	2	13	15	13
7	3	1	3	2	17	17	19
8	3	2	1	3	19	19	20
9	3	3	2	1	21	20	18

3.3.5. Perhitungan ANOVA

Metode *Taguchi* menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) data atribut bertujuan untuk mencari faktor –faktor yang mempengaruhi nilai respon. *Analysis of Variance* (ANOVA) merupakan metode yang digunakan untuk mencari *setting* level optimal guna meminimalkan penyimpangan variansi. Berikut ini langkah – langkah perhitungan *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk data atribut:

1. Pengolahan data hasil eksperimen dan data rata – rata cacat produk lilin HAN 17

$$\text{Rata – Rata Eksperimen I} = \frac{16+18+17}{3} = 17 \dots\dots\dots (\text{pers.3})$$

Untuk keseluruhan data rata-rata cacat produksi akan ditampilkan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Rata-Rata Cacat

Eks	Faktor Kontrol				Hasil			Rata2
	A	B	C	D	I	II	III	
1	1	1	1	1	16	18	17	17
2	1	2	2	2	15	16	14	15
3	1	3	3	3	20	19	22	20.33333
4	2	1	2	3	14	15	14	14.33333
5	2	2	3	1	16	15	14	15
6	2	3	1	2	13	15	13	13.66667
7	3	1	3	2	17	17	19	17.66667
8	3	2	1	3	19	19	20	19.33333
9	3	3	2	1	21	20	18	19.66667

2. Pembuatan Tabel Respon

Berikut ini adalah contoh perhitungan pada Tabel Respon.

Faktor A dengan level pertama

$$(\bar{A1}) = \frac{\sum \text{rata-rata level 1 pada faktor A}}{3} \dots\dots\dots (\text{pers.4})$$

Faktor A dengan level pertama

$$(\bar{A1}) = \frac{(17+15+20,33333)}{3}$$

Faktor A dengan level pertama

$$(\bar{A1}) = 17,44444$$

Hasil dari perhitungan tabel respon disajikan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Tabel Respon

Faktor	A	B	C	D
1	17.44444	16.33333	16.66667	17.22222
2	14.33333	16.44444	16.33333	15.44444
3	18.88889	17.88889	17.66667	18
Diff	4.555556	1.555556	1.333333	2.555556
Rank	4	2	1	3

Dari perhitungan tabel respon berikut, didapatkan hasil bahwa level faktor yang berpengaruh adalah, Faktor A Level 2 (Komposisi 30% SAW 6880 : 40% Stearic Acid 1806 : 30% Gold Parawax), Faktor B Level 1 (Suhu pemasakan 60°C), Faktor C Level 2 (Lama pemasakan 240menit), dan Faktor D Level 2 (Lama pengeringan 30 menit).

3. Pengolahan data ANOVA

- a. Menghitung Jumlah Kuadrat Total (ST)

$$\begin{aligned} SST &= \sum y^2 \dots\dots\dots (\text{pers.5}) \\ SST &= 16^2 + 18^2 + 17^2 + 15^2 + 16^2 + 15^2 + 14^2 + \dots\dots\dots \\ &\quad + 19^2 + 19^2 + 20^2 + 21^2 + 20^2 + 18^2 \\ SST &= 7874 \end{aligned}$$

- b. Menghitung jumlah rata – rata kuadrat (*SSmean*)

$$\begin{aligned} 1) \text{ Total cacat keseluruhan} &= 16 + 18 + 17 + 16 + \dots + 20 + 21 + 20 + 18 \dots\dots\dots (\text{pers.6}) \\ 2) \text{ Total cacat keseluruhan} &= 456 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata – rata cacat seluruhnya } (\bar{y}) &= \frac{\text{Total cacat}}{27} \\ \text{Rata – rata cacat seluruhnya } (\bar{y}) &= \frac{456}{27} = 16,88889 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan total cacat keseluruhan maka dilakukan Jumlah Kuadrat Rata – rata.

$$3) \text{ } Ssmean = n. \bar{y}^2 \dots\dots\dots (\text{pers.7})$$

$$Ssmean = 27. \left(\frac{456}{27} \right)^2 = 7701,333$$

- c. Menghitung jumlah kuadrat masing – masing faktor (SS_A, SS_B, SS_C, SS_D)

$$\begin{aligned} 1) \text{ } SS_A &= (\bar{A1})^2 \cdot n_1 + (\bar{A2})^2 \cdot n_2 + (\bar{A3})^2 \cdot n_3 - Ssmean \\ SS_A &= (17,44444^2 \cdot 9) + (14,33333^2 \cdot 9) + (18,88889^2 \cdot 9) - 7701,333 = 97,55556 \dots (\text{pers.8}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \text{ } SS_B &= (\bar{B1})^2 \cdot n_1 + (\bar{B2})^2 \cdot n_2 + (\bar{B3})^2 \cdot n_3 - Ssmean \\ SS_B &= (16,66667^2 \cdot 9) + (16,33333^2 \cdot 9) + (17,88889^2 \cdot 9) - 7701,333 = 13,55556 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3) \text{ } SS_C &= (\bar{C1})^2 \cdot n_1 + (\bar{C2})^2 \cdot n_2 + (\bar{C3})^2 \cdot n_3 - Ssmean \\ SS_C &= (16,33333^2 \cdot 9) + (16,44444^2 \cdot 9) + (17,88889^2 \cdot 9) - 7701,333 = 8,66667 \end{aligned}$$

$$4) \text{ } SS_D =$$

$$((\overline{D1})^2 \times n1) + ((\overline{D2})^2 \times n2) + ((\overline{D3})^2 \times n3) -$$

$$SS_{meanSS_D} = (17,22222^2 \times 9) + (15,44444^2 \times 9) +$$

$$(18,^2 \times 9) - 7701,333 = 30,88889$$

- d. Menghitung Jumlah Kuadrat Error (Sse)
 $SS_e = SST - SS_{mean} - SS_A - SS_B - SS_{n.....}$ (pers.9)
 $SS_e = 7874 - 7701,333 - 97,55556 - 13,55556 -$
 $8,66667 - 30,88889 = 22$

- e. Membuat Tabel ANOVA

1) Menghitung Derajat Kebebasan Faktor

$$V_A = (\text{number of levels} - 1) \dots\dots\dots (\text{pers.10})$$

$$V_A = (3 - 1) = 2$$

Demikianpula dengan derajat kebebasan B, C, dan D.

2) Menghitung Derajat Kebebasan Total

$$v_T = (\text{number of eksperiment} - 1) \dots\dots\dots (\text{pers.11})$$

$$v_T = (27 - 1) = 26$$

3) Menghitung Rata-rata Jumlah Kuadrat (MS)

Berikut ini adalah contoh perhitungan Rata - rata Jumlah Kuadrat A

$$MSA = \frac{SSA}{v_A} \dots\dots\dots (\text{pers.12})$$

$$MSA = \frac{97,55556}{2} = 48,77778$$

Demikian pula dengan perhitungan Rata - rata Jumlah Kuadrat pada faktor B, C, D, dan e.

4) Menghitung Rasio (F-Ratio)

Berikut ini adalah contoh perhitungan Rasio (F-Ratio) A.

$$F \text{ ratio } A = \frac{MS_A}{MS_{Error}} \dots\dots\dots (\text{pers.13})$$

$$F \text{ ratio } A = \frac{48,77778}{1,222222} = 39,90909$$

Begitupula dengan perhitungan F-Ratiopada faktor B, C, D, dan e.

5) Mengitung SS' Pada masing-masing faktor

Berikut ini adalah contoh perhitungan SSA'.

SS' faktor =

$$SS \text{ faktor} - (v \text{ faktor} \times MS_{Error}) \dots\dots (\text{pers.14})$$

$$SSA' = 97,55556 - (2 \times 1,222222) = 95,11111$$

Begitupula dengan perhitungan SS' pada faktor B, C, dan D.

$$SSe' = SST - \text{jumlah semua factor} \dots\dots\dots (\text{pers. 15})$$

$$SSe' = 172,6667 - (95,11111 + 11,11111 + 6,222222 + 28,44444)$$

$$SSe' = 31,77778$$

6) Menghitung Rho% (Persentase Rasio Akhir) pada masing-masing faktor

Berikut ini adalah contoh perhitungan Rho% A.

$$Rho\% A = \frac{SSA'}{SST} \dots\dots\dots (\text{pers.16})$$

$$Rho\% A = \frac{95,11111}{172,6667} = 55,08366 \%$$

4. Pembuatan Tabel *Analysis of Variance* (ANOVA)

Tabel 10. Tabel ANOVA

Sumber	SS	DF	MS	Fratio	SS'	RATIO %
A	97.555	2	48.777	39.909	95.111	55.083
B	13.555	2	6.7778	5.5454	11.111	6.4350
C	8.6666	2	4.3333	3.5454	6.2222	3.6036
D	30.888	2	15.444	12.636	28.444	16.473
e	22	18	1.2222	1	31.777	18.404
SSt	172.66	26	6.6410		172.66	
MEAN	7701.3	1				
SStotal	7874	27				

Dari Tabel 10 diketahui bahwa dari seluruh faktor memiliki nilai $F\text{-ratio} \geq F\text{-tabel}$ ($F_{0,05}(2 ; 18) = 3,55$), hal ini dapat diartikan bahwa seluruh faktor memiliki pengaruh terhadap peningkatan kualitas produk lilin HAN 17.

5. Pooling Up

Pada pengolahan data ANOVA diawal, didapatkan hasil bahwa dari keempat keseluruhan faktor memiliki pengaruh yang signifikan, yaitu Faktor A (Rasio SAW 6880 : Stearic Acid 1806 : Gold Parawax), B (Suhu Pemasakan), C (Lama Waktu pemasakan) dan D (Lama Waktu Pengeringan) terhadap peningkatan kualitas produk lilin HAN 17, dimana memiliki perbandingan $F\text{-ratio} \geq F\text{-tabel}$ ($F_{0,05}(2 ; 18) = 3,55$). Tetapi, untuk faktor B dan C dikarenakan memiliki nilai yang relatif lebih rendah dibandingkan faktor lainnya, maka dilakukan *pooling up* untuk faktor ini. Sistem *Pooling up* yang dilakukan untuk kedua faktor ini adalah secara bersamaan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui faktor mana yang paling signifikan dan berpengaruh paling besar terhadap kualitas produk lilin HAN 17. Berikut ini adalah perhitungan untuk *pooling up* faktor B dan C.

a. $SS (\text{pooled } e) = Se + SSB + SSC \dots\dots\dots (\text{pers.17})$

$$SS (\text{pooled } e) = 22 + 13,55556 + 8,666667 = 44,22222$$

b. $DF (\text{pooled } e) = ve + vB + vC \dots\dots\dots (\text{pers.18})$

$$DF (\text{pooled } e) = 18 + 2 + 2 = 22$$

c. $MS_{\text{pooled } e} = \frac{SS_{\text{pooled } e}}{DF_{\text{pooled } e}} \dots\dots\dots (\text{pers.19})$

$$MS_{\text{pooled } e} = \frac{44,22222}{22} = 2,010101$$

Pada Tabel 11 ditampilkan akhir hasil *pooling up*.

Tabel 11. Tabel Pooling Up

Sumber	SS	D F	MS	Fratio	SS'	RATIO %
A	71.44	2	48.77	24.266	67.424	58.180
D	33.77	2	15.44	7.6834	29.757	25.677
pooling	44.22	22	2.0101	1	18.707	16.142
SSt	115.88	26			115.88	
MEAN	7701.3	1				
SStotal	7874	27				

3.3.6. Perhitungan Signal to Noise Ratio (SNR)

Perhitungan nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor mana saja yang mempengaruhi nilai variansi pada eksperimen ini. SNR yang digunakan pada penelitian ini yaitu SNR – *Smaller the Better* yang memiliki karakteristik semakin kecil semakin baik. Berikut ini adalah langkah – langkah pengujian ANOVA *Signal Noise to Ratio* (SNR).

1. Perhitungan *Signal Noise to Ratio* (SNR)
Masing – masing Eksperimen
Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk eksperimen pertama pada *Signal Noise to Ratio* (SNR).
 $\eta = -10 \log_{10} (MSD)$ (pers.20)
 $\eta = -10 \log_{10} (y_1^2 + y_2^2 + y_3^2)/n$
 $\eta_1 = -10 \log_{10} (16^2 + 18^2 + 17^2)/3 = 34,6189$
Pada Tabel 12 dibawah ini akan ditampilkan hasil perhitungan untuk nilai S/N ratio dari masing-masing replikasi eksperimen.

Tabel 12. Hasil Perhitungan SNR

Eks	Faktor Kontrol				Hasil			MSD	S/N
	A	B	C	D	I	II	III		
1	1	1	1	1	16	8	17	289.6666667	34.6189
2	1	2	2	2	15	16	14	225.66666667	33.5346
3	1	3	3	3	20	9	22	415	36.1804
4	2	1	2	3	14	5	14	205.66666667	33.1316
5	2	2	3	1	16	5	14	225.66666667	33.5346
6	2	3	1	2	13	5	13	187.66666667	32.7338
7	3	1	3	2	17	7	19	313	34.9554
8	3	2	1	3	9	9	20	374	35.7287
9	3	3	2	1	11	2	18	388.33333333	35.892

2. Pembuatan Tabel Respon *Signal Noise Ratio* (SNR)

Faktor A dengan level pertama ($\bar{A1}$) = $\frac{\sum \text{rata-rata level 1 pada faktor A}}{3}$ (Pers.21)

Faktor A dengan level pertama ($\bar{A1}$) = $\frac{(34,6189+33,5346+36,1804)}{3}$

Faktor A dengan level pertama ($\bar{A1}$) = 34,77797

Hasil dari perhitungan tabel respon disajikan dalam Tabel 13.

Tabel 13. Tabel Respon Untuk SNR

Faktor	A	B	C	D
1	34.77797	34.2353	34.36047	34.68183
2	33.13333	34.26597	34.18607	33.74127
3	35.52537	34.9354	34.89013	35.01357
Diff	2.392033	0.7001	0.704067	1.2723
Rank	4	1	2	3

Dari hasil Tabel Respon *Signal Noise to Ratio* tersebut, dipilihlah nilai level faktor paling kecil pada setiap faktor, hal ini digunakan sebagai penerapan *Signal Noise Ratio* (SNR) pada *Smaller The Better*. Maka level faktor yang berpengaruh adalah, Faktor A Level 2 (Komposisi 30% SAW 6880 : 40% Stearic Acid 1806 : 30% Gold Parawax), Faktor B Level 1 (Suhu pemasakan 60°C), Faktor C Level 2 (Lama pemasakan 240 menit), dan Faktor D Level 2 (Lama pengeringan 30 menit).

3.3.7. Penentuan Setting Level Optimal

Pada dasarnya, upaya dalam meningkatkan karakteristik kualitas menggunakan dua cara yaitu mengurangi variansi dan mengatur target sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Pada Tabel 14 berikut adalah tabel perbandingan pengaruh faktor-faktor dalam eksperimen *Taguchi* terhadap karakteristik kualitas yang diamati.

Tabel 14. Tabel Perbandingan Pengaruh Faktor

Faktor	Pengaruh	Setting Level yang digunakan
A	Signifikan dan Kontribusi besar	A2
B	Signifikan dan Kontribusi kecil	B1
C	Signifikan dan Kontribusi kecil	C2
D	Signifikan dan Kontribusi besar	D2

Berdasarkan Tabel 14 dapat diketahui bahwa kombinasi level yang optimal yaitu Faktor A Level 2 (Komposisi 30% SAW 6880 : 40% Stearic Acid 1806 : 30% Gold Parawax),

Faktor B Level 1 (Suhu pemasakan 60°C), Faktor C Level 2 (Lama pemasakan 240 menit), dan Faktor D Level 2 (Lama pengeringan 30 menit).

3.3.8. *Perkiraan Kondisi dan Selang Kepercayaan*

Berdasarkan hasil dari ANOVA, faktor yang berpengaruh dan mempunyai kontribusi besar untuk meminimalkan kelompok cacat yaitu faktor A2 dan D2.

Berikut ini perhitungan perkiraan kondisi optimal dan selang kepercayaan.

1. Perkiraan kondisi optimal dan selang kepercayaan untuk nilai rata – rata
 Nilai rata – rata untuk seluruh data
 Rata – rata cacat seluruhnya *Signal Noise Ratio (SNR) ($\bar{y}$)* = 34,4788

2. Perhitungan selang kepercayaan nilai prediksi rata – rata ($\bar{y}$)

$$\mu_{prediksi} = \bar{y} + (\bar{A2} - \bar{y}) + (\bar{D2} - \bar{y}) \dots \dots \dots (\text{pers.22})$$

$$\mu_{prediksi} = 34,4788 + (33,1333 - 34,4788) + (33,74127 - 34,4788)$$

$$\mu_{prediksi} = 32,39577$$

3. Berikut ini merupakan perhitungan selang kepercayaan nilai rata – rata

$$Cl\ mean = \pm \sqrt{\left(F_{\alpha, v1, v2} \times MSEe \left| \frac{1}{n_{eff}} \right| \right)} \dots (\text{pers.23})$$

Keterangan neff :

$$neff = \frac{9 \times 3}{DF\mu + DFA + DFD} \dots \dots \dots (\text{Pers.24})$$

$$neff = \frac{27}{1 + 2 + 2} = 5,4$$

Maka perhitungan selang kepercayaan sebagai berikut :

$$Clmean = \pm \sqrt{\left(F_{\alpha, v1, v2} \times MSEe \left| \frac{1}{n_{eff}} \right| \right)} \dots \dots \dots (\text{Pers.25})$$

$$Clmean = \pm \sqrt{\left(F_{0,05,2,22} \times 2,010101 \times \left| \frac{1}{5,4} \right| \right)}$$

$$Clmean = \pm \sqrt{\left(3,44 \times 2,010101 \times \left| \frac{1}{5,4} \right| \right)}$$

$$Clmean = \pm 1,131595681$$

Maka selang kepercayaan untuk proses optimal :

$$\mu_{prediksi} - Cl \leq \mu_{prediksi} \leq \mu_{prediksi} + Cl$$

$$32,39577 - 1,131595681 \leq \mu_{prediksi} \leq 32,39577 + 1,131595681$$

$$31,26417432 \leq \mu_{prediksi} \leq 33,52736568$$

Hasil perhitungan selang kepercayaan ini nantinya akan digunakan untuk membuktikan apakah hasil eksperimen ini dapat diterima atau ditolak dengan cara membandingkannya dengan hasil perhitungan selang kepercayaan untuk eksperimen konfirmasi.

3.3.9. *Eksperimen Konfirmasi*

Hasil dari percobaan atau eksperimen konfirmasi menggunakan *setting* level optimal disajikan dalam Tabel 15.

Tabel 15. Hasil Eksperimen Konfirmasi

Eks	Jumlah Produksi	Cacat	Persentase Cacat	SNR
1	250	19	7.6	35.5751
2	250	15	6	33.5218
3	250	12	4.8	31.5836
4	250	14	5.6	32.9225
5	250	10	4	30
6	250	14	5.6	32.9225
7	250	16	6.4	34.0823
8	250	20	8	36.0205
9	250	12	4.8	31.5836
10	250	13	5.2	32.2788
11	250	17	6.8	34.6089
12	250	14	5.6	32.9225
Jumlah	3000	176	70.4	
Rata-rata	250	19	5.866666667	

Berikut ini merupakan contoh perhitungan *SNR- Smaller the Better* rata-rata dari 12 observasi.

$$\eta_1 = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right) \dots \dots \dots (\text{Pers.26})$$

$$\eta_1 = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{12} \times (19^2 + 15^2 + 12^2 + 14^2 + \dots + 13^2 + 17^2 + 14^2) \right)$$

$$\eta_1 = 33,4830$$

Maka, nilai rata-rata untuk *SNR- Smaller the Better* adalah sebesar 33,4830. Setelah mendapatkan data diatas maka langkah selanjutnya yaitu melakukan analisis hingga mendapatkan nilai selang kepercayaan untuk dibandingkan dengan selang kepercayaan pada kondisi optimal, hal itu merupakan syarat dari eksperimen konfirmasi guna validasi diterima atau tidaknya percobaan ini.

3.3.10. *Selang Kepercayaan Eksperimen Konfirmasi*

Seperti pada kondisi optimal, tujuan selang kepercayaan eksperimen konfirmasi yaitu untuk membuat suatu perkiraan dari level-level faktor. Untuk selang kepercayaan sendiri akan dibandingkan antara selang kepercayaan optimal dengan selang kepercayaan eksperimen konfirmasi, ini akan menggambarkan apakah percobaan ini diterima atau ditolak kevalidannya dengan cara membandingkan dalam bentuk grafik. Berikut ini merupakan perhitungan selang kepercayaan eksperimen konfirmasi.

Rata – rata *SNR- Smaller the Better* ($\mu_{konfirmasi}$) = 33,4830.

$$Cl_{mean} = \sqrt{\left(F_{0,05,2,22} \times MS_{pooled} \times \left[\frac{1}{n_{eff}} + \frac{1}{r}\right]\right)} \dots \dots \dots (\text{Pers.27})$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(F_{0,05,2,22} \times 2,010101 \times \left[\frac{1}{5,4} + \frac{1}{12}\right]\right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(3,44 \times 2,010101 \times \left[\frac{1}{5,4} + 0,08\right]\right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm 1,354137578$$

Maka selang kepercayaan untuk proses optimal

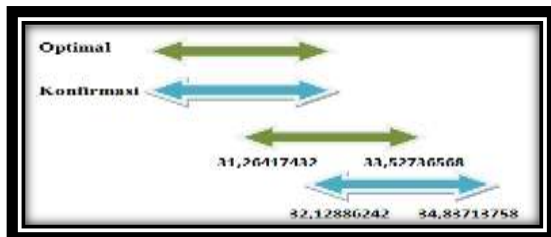
$$\mu_{konfirmasi} - Cl \leq \mu_{konfirmasi} \leq \mu_{konfirmasi} + Cl$$

$$33,4830 - 1,354137578 \leq \mu_{konfirmasi}$$

$$\leq 33,4830 + 1,354137578$$

$$32,12886242 \leq \mu_{konfirmasi} \leq 34,83713758$$

Setelah menghitung selang kepercayaan eksperimen konfirmasi, maka tahap selanjutnya yaitu membandingkan selang kepercayaan optimal dan eksperimen konfirmasi yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan Interval Kepercayaan

3.4. Perhitungan DPMO dan Level Sigma Akhir

Setelah dilakukan eksperimen konfirmasi, maka langkah terakhir adalah dilakukan penghitungan DPMO dan level sigma dari produk lilin HAN 17 setelah dilakukan eksperimen menggunakan setting level optimal. Berikut akan ditampilkan nilai DPMO dan level sigma pada Tabel 16.

Tabel 16. DPMO dan Level Sigma Akhir

Jenis CTQ	Jumlah Cacat	DPMO	Level Sigma
Retak	69	23000	3.49
Patah	55	18764,93	3.57
Groove	52	18080,66	3.59

Contoh perhitungan untuk CTQ lilin retak :

1. Perhitungan DPMO

$$DPMO = DPO \times 1000000 \dots \dots \dots (\text{Pers.28})$$

$$DPMO$$

$$= \left(\frac{\text{banyaknya unit yang gagal}}{\text{banyaknya unit yang diperiksa}} \right) \times 1000000$$

$$DPMO = \left(\frac{69}{3000} \right) \times 1000000 = 23000$$

2. Penentuan Level Sigma (Berdasarkan Six Sigma Motorola)

Penentuan level sigma dihitung dengan

menggunakan program *Microsoft Excel*.

$$\text{nilai sigma} = \text{normsinv} \left(\frac{1000000 - DPMO}{1000000} \right) + 1.5 \dots \dots \dots (\text{pers.29})$$

$$\text{nilai sigma} = \text{normsinv} \left(\frac{1000000 - 23000}{1000000} \right) + 1.5$$

$$= 3.49 \text{ sigma}$$

Dari hasil perhitungan pada Tabel 16, dapat diketahui bahwa proses produksi lilin HAN 17 mengalami peningkatan kapabilitas proses dibandingkan pada kondisi aktual setelah dilakukan eksperimen dengan menggunakan setting level optimal eksperimen Taguchi. Nilai DPMO juga mengalami penurunan dari kondisi aktual yang awalnya sebesar 50.000 (CTQ Retak) menjadi 23.000 pada kondisi optimal yang dapat diinterpretasikan bahwa dari satu juta kesempatan yang ada akan terdapat 23.000 kemungkinan bahwa proses produksililin HAN 17 akan menghasilkan lilin yang retak. Nilai level sigma juga mengalami peningkatan dari 3,14 (CTQ Retak) menjadi 3,49.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pengolahan data dengan metode *Six Sigma* dan pendekatan metode *Taguchi* dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Analisa kapabilitas proses dihitung berdasarkan nilai *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) dan nilai level sigma pada masing - masing CTQ dari proses produksi lilin HAN 17. Berdasarkan hasil penelitian, nilai DPMO dan nilai level *sigma* pada kondisi aktual yaitu sebesar 50.000 (3,14*sigma*) untuk CTQ retak, 40.350,88 (3,24*sigma*) untuk CTQ Patah dan 33638,03 (3,32*sigma*) untuk CTQ groove.
2. Melalui hasil wawancara dan pengamatan langsung di CV. Dwi Pelita Mas maka didapatkan 6 faktor yang teridentifikasi yaitu komposisi bahan, ukuran wadah pemasakan, suhu pemasakan, lama pemasakan, kecepatan potong operator dan lama pengeringan. Dari 6 faktor teridentifikasi yang ada, terpilih 4 faktor yang paling berpengaruh dan dapat dikendalikan sehingga mempengaruhi persentase cacat produk, yaitu komposisi bahan, suhu pemasakan, lama pemasakan dan lama pengeringan.
3. Berdasarkan hasil dari tabel respon dan ANOVA untuk data atribut didapatkan setting level optimal dari faktor – faktor terkontrol, faktor yang memiliki tingkat

signifikan tinggi dan kontribusi besar terhadap penurunan persentase cacat pada eksperimen ini yaitu komposisi SAW 6880 ; Stearic Acid 1806 ; Gold Parawax (30% ; 40% ; 30%) dengan kontribusi 58,18% dan lama waktu pengeringan (30 menit) dengan kontribusi 25,67%. Untuk persentase cacat yang didapatkan yaitu sebesar 5,86% yang telah mencapai target yang ditetapkan oleh CV. Dwi Pelita Mas yaitu $\leq 9\%$.

4. Setelah dilakukan perbaikan dengan eksperimen *Taguchi* terjadi peningkatan kapabilitas proses, antara lain nilai DPMO dan level sigma untuk CTQ retak sebesar 23.000 (3,49sigma), CTQ patah sebesar 18.764,93 (3,57sigma) dan CTQ groove sebesar 18.080,66 (3,59sigma).

Daftar Pustaka

- Ariani, Dorothea Wahyu. (2004). *Pengendalian Kualitas Statistik : Pendekatan Kuantitatif dalam Manajemen Kualitas*. Yogyakarta : ANDI.
- Belavendram, Nicolo. (1995). *Quality By Design :Taguchi Techniques for Industrial Experimental*. London : Prentice Hall International.
- Gaspersz, Vincent. (2002). *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA & HACCP*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Montgomery, Douglas, C. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control, Sixth Edition*. United States of America : John Wiley & Sons, Inc.
- Kumar. R. (2011). "Implementation Of Taguchi Methodology For Defect Reduction In Manufacturing Industry - A Case Study". *International Journal of Industrial Engineering Research and Development (IJIERD)*, ISSN 0976 – 6979(Print) ISSN 0976 – 6987(Online) Volume 2 Issue 1, May – October (2011), pp. 01-14.
- Kumar. S. (2011). "Six Sigma an Excellent Tool for Process Improvement – A Case Study". *International Journal of Scientific & Engineering Research Volume 2, Issue 9, September-2011*.
- Permatasari, Shabrina Rahma.Setyanto, Nasir Widha (Pembimbing 1), Wijaya, L. Tri (Pembimbing 2) (2014). "Penerapan Metode Six Sigma Dengan Pendekatan Metode Taguchi Untuk Menurunkan Produk Cacat". *Tugas Akhir Program Sarjana Universitas Brawijaya*
- Sanjaya, A. I. P. (2009). "Pengaruh Jumlah Penggilingan Tanah Liat Sebagai Bahan Pembuat Genteng Terhadap Karakteristik Genteng Keramik Darmasaba". *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Universitas Udayana Vol. 13, No 1, Januari 2009*.
- Soejanto, Irwan. (2008). *Rekayasa Kualitas: Eksperimen dengan Teknik Taguchi*. Surabaya : Yayasan Humaniora.
- Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung : Alfabeta.