

Standarisasi Berat Kalung Emas *Hollow* dengan Metode PDCA di PT. X

Annabela Michaela Prasetyo, Jani Rahardjo

Abstract: To control the production quality in terms of product weight, PT. X needs a standardization in production process. The weight standardization will help ease stocking process for both the company and the distributor. This research is used on the hollow product with chain type A with gold levels of 70%. Some of the products weight are not constant due to the variation of shrinkage percentage in every production process. The solution for this problem is to reduce the variation of shrinkage percentage levels in every production process using PDCA method. The improvement results obtained from PDCA method is shown on hammering, hollowing, and bombing process. On hammering process, a decrease in the shrinkage percentage variation is done by controlling the wire's thick shrinkage percentage 15%-20% for a 5% shrinkage percentage. The percentage of necklace on hollowing process can't be controlled, as a result an improvement is needed by giving an accurate range percentage standard, 49%-52% for chain A with gold levels of 70%. The weight shrinkage percentage in bombing process is depending on the size of small, medium, and large chain respectively 4%-5%, 5%-6%, 6%-7%.

Keywords: Quality, PDCA Method, Fishbone Diagram, Experiment Design, Research and Development.

Pendahuluan

PT. X merupakan perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur perhiasan emas di Jawa Timur. Emas hollow merupakan perhiasan emas yang bagian dalamnya kosong (hollow). Bagian dalam yang kosong ini membuat emas yang dihasilkan memiliki berat yang ringan tetapi dengan ukuran yang besar. Berat yang lebih ringan tersebut membuat harga jualnya menjadi lebih murah namun tetap terlihat besar. Standar utama PT. X dalam menghasilkan produk adalah kadar emas yang sesuai dengan permintaan. Seiring berjalannya waktu, distributor atau konsumen langsung dari PT. X tidak hanya menginginkan produk dengan kadar emas yang sesuai melainkan menginginkan produk dengan berat yang konstan. Berat konstan yang dimaksudkan adalah berat produk yang sama dalam setiap kali produksi untuk setiap jenisnya. Hal ini dilakukan untuk memudahkan proses stok barang untuk distributor maupun perusahaann. Perusahaan dituntut untuk melakukan standarisasi berat produk agar berat produk yang dihasilkan menjadi konstan dalam setiap kali produksi. Ada faktor yang dapat mempengaruhi berat produk yang dihasilkan dalam proses produksi. Hasil penelitian ini diharapkan mampu mengurangi tingkat variabilitas dan memberikan solusi dari penyebab tidak standarnya berat produk kalung emas hollow.

^{1,2} Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: m25411021@john.petra.ac.id, jani@petra.ac.id

Metode Penelitian

PDCA (*Plan, Do, Check, dan Act*)

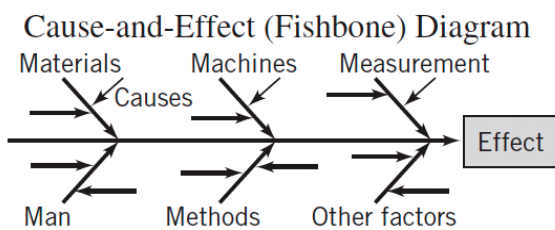
PDCA (*Plan, Do, Check, dan Act*) merupakan siklus perbaikan atau peningkatan proses yang berkesinambungan. Konsep siklus PDCA diperkenalkan oleh Dr. William Edward Deming, seorang pakar manajemen kualitas dari Amerika Serikat. Menurut Don Tapping [1], siklus PDCA dilakukan secara terus menerus seperti lingkaran yang tidak ada akhirnya.

Kualitas

Definisi kualitas adalah segala sesuatu yang mampu memenuhi keinginan atau kebutuhan pelanggan (*meeting the needs of customer*). Kualitas merupakan suatu pandangan tentang produk atau jasa yang harus disesuaikan penggunaannya menurut Montgomery [2]. David Garvin [3] menyebutkan pendefinisian kualitas dilakukan berdasarkan delapan dimensi kualitas.

Fishbone Diagram

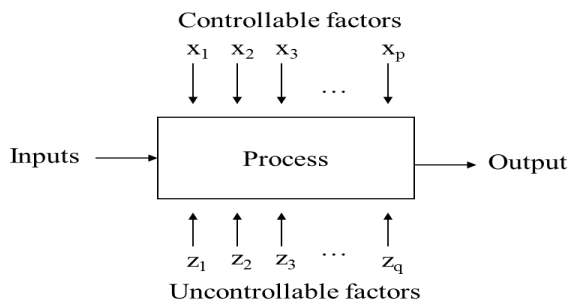
Fishbone diagram atau dapat disebut juga sebagai *cause and effect diagram* atau diagram ishikawa. *Fishbone diagram* merupakan *tools* yang digunakan untuk mencari akar penyebab dari suatu permasalahan. Diagram ini terdiri dari sebuah panah horisontal yang panjang dan memiliki sebuah ujung. Ujung tersebut merupakan deskripsi dair masalah yang ditemukan. Panah horisontal tersebut memiliki cabang-cabang yang bentuknya menyerupai tulang ikan seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1 Cabang tersebut merupaaak akar dari permasalahan yang ada. Akar-akar permasalahan tersebut dapat dianalisa berdasarkan beberapa faktor, yaitu: *man, machine, method, material, environment*.



Gambar 1. Contoh *Fishbone Diagram*

Desain eksperimen

Desain eksperimen didefinisikan sebagai suatu pengujian yang bertujuan untuk melakukan perubahan terhadap variabel-variabel *input* dari proses atau sistem sehingga dapat diteliti dan diidentifikasi perubahan dari *output*. Tujuan dari desain eksperimen adalah memodelkan sebuah sistem yang dilakukan untuk mengetahui apa saja *input*, proses, *output*, faktor yang dapat dikendalikan, dan faktor yang tidak dapat dikendalikan. Model dari sebuah sistem secara umum dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. Model dari Sistem

Gambar 2. menunjukkan *input*, proses, dan *output* dari model sebuah sistem. *Input* merupakan bahan-bahan yang akan digunakan dalam proses produksi. *Output* merupakan hasil akhir yang diharapkan dari proses yang berlangsung. Proses produksi sebuah produk

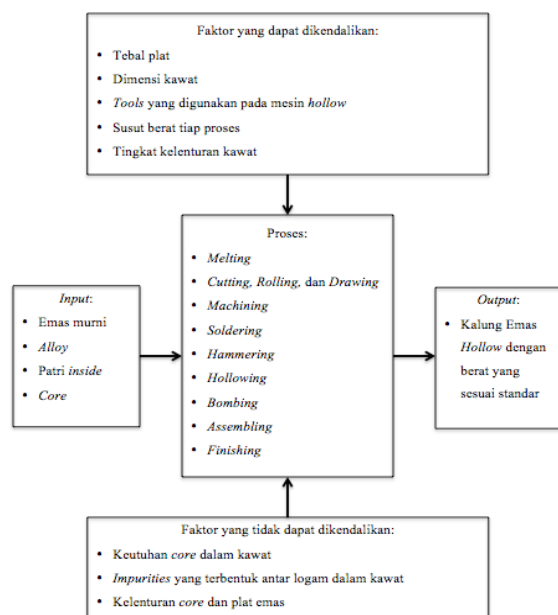
dipengaruhi oleh faktor-faktor yang dapat dikontrol (*controllable factor*) maupun tidak dapat dikontrol (*uncontrollable factor*).

Penelitian dan pengembangan

Penelitian dan pengembangan (*research and development*) merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk menghasilkan produk tertentu. Hal ini dilakukan untuk menguji keefektifan atau keberhasilan produk tersebut. Kegiatan penelitian dan pengembangan diharapkan dapat menjembatani kesenjangan penelitian yang lebih banyak menguji teori ke arah menghasilkan produk-produk yang dapat digunakan langsung oleh para pengguna menurut Sugiyono [4]. Prosedur penelitian dengan menggunakan teknik penelitian dengan pengembangan yang merujuk kepada teori Borg & Gall [5], mengemukakan langkah-langkah yang harus ditempuh dalam penelitian dan pengembangan, diantaranya: penelitian dan pengumpulan informasi, perencanaan, desain produk, uji coba pendahuluan, revisi produk, uji coba utama, revisi produk akhir, diseminasi dan distribusi.

Hasil dan Pembahasan

Model dari sistem pembuatan kalung meas dibuat untuk mengetahui keseluruhan *input*, proses, faktor-faktor yang mempengaruhi produk, dan *output* produk yang diinginkan. Faktor-faktor yang mempengaruhi produk selama proses ada yang dapat dikendalikan maupun tidak dapat dikendalikan. Berikut gambaran model dari sistem pembuatan kalung emas *hollow* yang sesuai dengan berat standar.



Gambar 3. Model dari sistem pembuatan kalung emas *hollow*

Gambar 3. Menunjukkan bahwa *input* dari proses pembuatan rantai kalung emas adalah emas murni, *alloy*, patri *inside*, dan *core*. Proses produksi yang ada di PT. X akan berbeda-beda setiap jenis dan model produknya. Proses *melting* merupakan proses peleburan bahan baku dan mencetaknya sesuai bentuk yang diminta untuk pembuatan produk. Pada proses *machining*, kawat yang dihasilkan oleh proses sebelumnya akan dibuat menjadi kolong-kolong dan dirangkai menjadi rantai menggunakan mesin. Proses *soldering* merupakan proses yang dilakukan untuk menggabungkan tiap kolong emas. Proses *hammering* dilakukan untuk memberikan bentuk ataupun motif pada kalung emas yang dibuat. Pada proses *hollowing*, kalung emas yang telah dihammer akan mengalami proses asam untuk menghilangkan *core*. Proses *assaying* merupakan proses pemeriksaan kadar emas dalam suatu rantai. Proses *bombing* dilakukan untuk membuat produk emas menjadi lebih bersih dan kilap. Pada proses ini, kalung emas yang telah selesai dari proses *bombing* dipotong-potong sesuai ukuran yang telah ditentukan. Proses *finishing* sepuhan dilakukan untuk pemberian warna pada emas. Pada proses pembuatan emas, terdapat faktor ataupun variabel yang dapat dikendalikan dan tidak dapat dikendalikan. Faktor-faktor yang dapat dikendalikan tersebut disesuaikan dan distandarkan agar didapatkan hasil yang sesuai dengan keinginan. Hasil yang diharapkan dari proses ini adalah berat kalung emas yang sesuai dengan yang diharapkan. Tebal plat yang digunakan dapat mempengaruhi berat emas yang dihasilkan. Semakin tebal plat yang digunakan, semakin berat pula kalung emas yang terbentuk. Tebal plat

ditetapkan 0.45mm untuk rantai A kadar 70%. Dimensi kawat dilihat dari bentuk dan ukurannya. Dimensi kawat ini menentukan jenis produk apa yang dihasilkan. Bentuk kawat kotak digunakan untuk rantai A. Semakin besar ukuran kawat, semakin besar dan berat kolong yang terbentuk. Dimensi kawat menentukan ukuran spiral dan mesin yang digunakan. Pengaturan *tools* yang digunakan pada setiap mesin juga dapat menentukan dimensi ataupun bentuk kolong yang dihasilkan. Susut berat terjadi pada proses *hammering*, *hollowing*, dan *bombing*. Susut berat tiap proses tidak sepenuhnya dapat dikendalikan, tetap ada *range* atau toleransi yang diberikan karena susut berat yang terjadi tidak dapat tepat sesuai yang diharapkan. Tingkat kelenturan kawat mempengaruhi kolong yang dihasilkan. Kawat yang terlalu kaku dapat menghasilkan cacat sirip, pecah, ataupun cacat lainnya. Kawat yang sudah diketahui dari awal terlalu kaku, haruslah di oven ulang agar dapat diproses pada proses penarikan kawat ataupun proses mesin. Ketidaklenturan *core* pada saat proses lipat juga dapat membuat *core* pada kawat emas tidak utuh. Hal ini menyebabkan *core* pada kawat emas tidak utuh. *Impurities* dapat terbentuk antar logam terjadi pada proses oven maupun proses *drawing*. *Impurities* merupakan unsur-unsur pengotor yang terbentuk antar logam berlainan jenis. Unsur-unsur pengotor tersebut dapat mengandung emas dan dapat larut dalam proses *hollowing*. Hal ini menyebabkan perbedaan persentase kalung yang terbentuk karena ada *impurities* yang larut. Tingkat kelenturan *core* dan plat emas yang berbeda dapat menyebabkan pemakaian *core* dan plat emas berbeda dari jumlah yang diinginkan. Perbedaan pemakaian tersebut dapat menyebabkan berubahnya persentase kalung tiap produk yang sangat mempengaruhi hasil berat tiap produk setelah proses *hollowing*.

PDCA (*Plan, Do, Check, dan Act*)

PDCA digunakan untuk mendapatkan standar berat kalung emas yang dieksperimenkan. PDCA ini dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi berat dari produk. Pengaruh faktor tersebut untuk selanjutnya dianalisa dan dilakukan perbaikan sehingga didapatkan kalung dengan berat yang sesuai standar dan konstan dalam setiap kali produksi. Eksperimen dilakukan pada jenis rantai A dengan kadar 70%.

PDCA Pertama

Eksperimen pertama dilakukan menggunakan standar berat awal yang dibuat. Standar tersebut dibuat untuk memberikan batasan-batasan pada setiap proses. Batasan-batasan tersebut diberikan

berdasarkan persentase susut berat tiap prosesnya. Data persentase susut berat setiap proses didapatkan dari data masa lalu. Data tersebut bersifat rahasia sehingga tidak dapat dilampirkan. Persentase yang diberikan perusahaan adalah 5% untuk persentase susut proses *hammering* dan *bombing*, sedangkan 47%-49% untuk proses *hollowing*. Tabel 1. menunjukkan berat standar awal untuk rantai A dengan kadar 70%

Tabel 1. Standar berat untuk eksperimen pertama

Rantai A (gr)	Tonal 4K1M (gr)	Panjang Potong (cm)	Our Machining	% Susut Soldering	Our Soldering	% Susut Hammering	Our Hammering	% Kalang	Our Hollowing	%Susut Bombing	Our Bombing			
2	0.56	40.5	3.80	- 3.96	0%	3.80	- 3.96	-5%	3.62	- 3.77	47%-49%	1.77	-5%	1.68
3	0.56	42	6.09	- 6.36	0%	6.09	- 6.36	-5%	5.81	- 6.05	47%-49%	2.85	-5%	2.71
4	0.85	42	7.92	- 8.25	0%	7.92	- 8.25	-5%	7.54	- 7.87	47%-49%	3.70	-5%	3.51
5	0.85	42	10.35	- 10.79	0%	10.35	- 10.79	-5%	9.86	- 10.27	47%-49%	4.83	-5%	4.59
6	0.89	42	12.69	- 13.23	0%	12.69	- 13.23	-5%	12.09	- 12.60	47%-49%	5.92	-5%	5.62
7	0.89	43	14.77	- 15.40	0%	14.77	- 15.40	-5%	14.07	- 14.66	47%-49%	6.90	-5%	6.55
8	0.89	43	17.15	- 17.88	0%	17.15	- 17.88	-5%	16.34	- 17.03	47%-49%	8.01	-5%	7.60
10	1.05	43.5	21.33	- 22.24	0%	21.33	- 22.24	-5%	20.32	- 21.19	47%-49%	9.96	-5%	9.46
12	1.39	44.5	24.76	- 25.81	0%	24.76	- 25.81	-5%	23.57	- 24.59	47%-49%	11.55	-5%	10.98

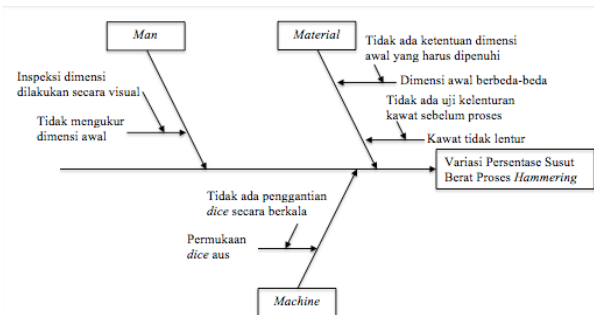
Pada tahap *do*, pengumpulan data dilakukan terhadap hasil eksperimen. Pengumpulan data dilakukan dengan memotong 40 cm rantai yang dibuat pada setiap prosesnya. Data yang telah dikumpulkan akan digunakan pada tahap selanjutnya untuk dianalisa lebih lanjut. Hasil eksperimen pertama rantai A dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil eksperimen pertama rantai A

Rantai A (gr)	Kawat	40 cm Our Machining	Masuk Teoritis?	% Susut Soldering	40 cm Our Soldering	Masuk Teoritis?	% Susut Hammering	40 cm Our Hammering	Masuk Teoritis?	Persentase Kalang	40 cm Our Hollowing	Masuk Teoritis?	% Susut Bombing	40 cm Our Bombing	Teoritis	Selish dalam %	Keterangan Hasil
4	70	8.03	OK	0.00%	8.03	OK	-0.12%	8.02	>	51.87%	4.16	>	-5.29%	3.94	3.51	12.25%	>
5	80	10.56	OK	0.00%	10.56	OK	-7.29%	9.79	<	51.28%	5.02	>	-3.59%	4.84	4.59	5.45%	>
7	95	15.18	OK	0.00%	15.18	OK	-6.98%	14.12	OK	51.56%	7.28	>	-3.57%	7.02	6.55	7.18%	>
10	110	20.24	<	0.00%	20.24	<	-0.20%	20.20	<	52.08%	10.52	>	-5.51%	9.94	9.46	5.07%	>

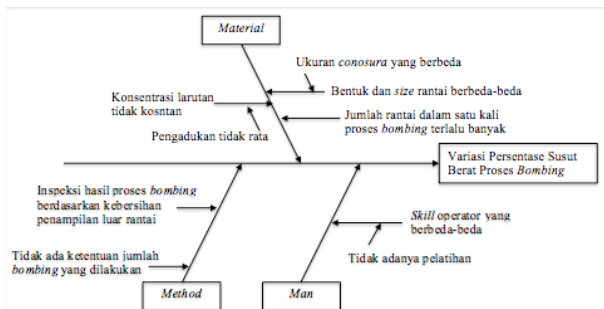
Pada tahap ini analisa dilakukan terhadap hasil eksperimen. Tabel 4.2 menunjukkan bahwa terdapat empat jenis produk rantai A yang dieksperimenkan. Jenis produk merupakan ukuran atau berat akhir yang diinginkan ketika produk tersebut menjadi produk siap jual. Kolom dengan keterangan masuk teoritis menunjukkan status rantai tersebut dibandingkan dengan berat teoritis yang ada pada Tabel 4.1. Keterangan "OK" menandakan bahwa rantai tersebut dengan panjang 40 cm masuk dalam *range* berat teoritis yang ada. Keterangan "<" menandakan bahwa berat rantai tersebut dalam 40 cm lebih rendah atau lebih ringan dari *range* berat teoritis yang ada, sedangkan keterangan ">" menandakan sebaliknya. Proses *machining* sangat mempengaruhi hasil dari berat rantai yang dibuat. Berat awal yang lebih berat dari standar yang ada akan menghasilkan rantai dengan

berat berlebih meskipun persentase susut proses-proses berikutnya sudah sesuai standar yang ada. Rantai dengan berat awal tidak sesuai standar tidak akan dilanjutkan ke proses berikutnya kecuali mendapat persetujuan dari pihak perusahaan. Proses-proses setelah proses *machining* juga dapat menyebabkan berat produk bervariasi atau tidak konstan. Persentase susut berat proses *hammering* menunjukkan hasil yang sangat bervariasi, yaitu dari 0,14% hingga 7,29%. Tingkat variasi susut berat yang tinggi berpengaruh pula pada tingginya variasi berat yang dihasilkan. Tingginya tingkat variasi persentase susut berat *hammering* membuat diperlukannya analisa lebih lanjut dengan menggunakan *fishbone diagram*. Berikut *fishbone diagram* untuk persentase susut berat proses *hammering*:



Gambar 4. Fishbone Diagram Persentase Susut Berat Proses *Hammering* untuk Eksperimen Pertama

Gambar 4 menunjukkan perbaikan yang dilakukan pada proses *hammering* adalah pada kategori *material* yang digunakan yaitu dimensi awal kolang yang masuk ke proses *hammering* berbeda-beda. Dimensi awal kolang yang masuk ke proses *hammering* berbeda-beda dapat menyebabkan persentase susut berat yang terbentuk berbeda-beda pula. Hal tersebut menyebabkan diperlukannya eksperimen ulang untuk mengetahui dan memastikan dimensi awal kolang yang terbentuk sebelum proses *hammering* seragam. Dimensi awal kolang diharuskan sama pada saat keluar dari proses *machining* dan *soldering* agar persentase susut berat proses *hammering* menjadi konstan atau tingkat variasinya berkurang. Perbaikan pada kategori *man* yaitu pengukuran dimensi awal dilakukan untuk mendukung perbaikan pada kategori *material*. Pengukuran dimensi awal dilakukan menggunakan mikrometer untuk memastikan bahwa dimensi awal kolang yang masuk pada proses *hammering* konstan atau memiliki perbandingan yang sama, tidak lagi dilihat secara visual saja.



Gambar 5. Fishbone diagram persentase susut berat proses bombing untuk eksperimen pertama

Gambar 5. menunjukkan perbaikan yang dilakukan pada proses *bombing* adalah pada kategori *method* dan *man*. Kategori *material* diseragamkan sehingga tidak perlu dilakukan perbaikan. Perbaikan pada kategori *method* yaitu tidak ada ketentuan jumlah *bombing* yang dilakukan. Jumlah proses *bombing* tidak dapat diseragamkan untuk setiap jenisnya tetapi dapat dilakukan kontrol. Kontrol jumlah *bombing* ditentukan berdasarkan susut proses *bombing* yang pertama kali dilakukan. Penyusutan berat dihitung dan perhitungan tersebut yang digunakan sebagai kontrol susut berat dengan menentukan pengulangan jumlah *bombing* yang dilakukan. *Skill* operator yang berbeda-beda dapat menyebabkan susut berat yang terbentuk berbeda-beda pula. Hal ini dikarenakan pengguncangan yang dilakukan mempengaruhi susut berat yang terbentuk. *Skill* operator tidak dapat diukur tetapi cara pengguncangan rantai dapat diseragamkan. Cara pengguncangan rantai diseragamkan dengan dilakukan secara vertikal, bukan secara horizontal. Pelatihan dapat dilakukan untuk menyeragamkan *skill* dan cara pengguncangan rantai. Pelatihan dilakukan oleh kepala regu dari proses *bombing* kepada semua operator *bombing*. Hal ini dilakukan untuk mengurangi tingkat variasi susut berat yang terbentuk. Eksperimen ulang dilakukan dengan menstandarkan persentase susut berat yang terbentuk yaitu sebesar 5%.

PDCA Kedua

Pada PDCA kedua, terjadi penambahan akar masalah pada proses *hammering*. Penambahan akar penyebab permasalahan terjadi pada kategori *man* dan *method*. Hal ini didapatkan dari hasil pengamatan selama proses eksperimen kedua. Kesalahan pengukuran dimensi dapat terjadi ketika operator mengukur dimensi awal sebelum proses *hammering*. Hal ini dapat terjadi dikarenakan adanya kesalahan cara penggunaan mikrometer. Operator diberikan pengajaran cara penggunaan mikrometer dengan benar. Penambahan akar masalah pada kategori *method* yaitu tidak adanya ketentuan susut tebal diduga menyebabkan

bervariasinya susut berat proses *hammering*. Penentuan susut tebal dilakukan secara subjektid dan berdasarkan pengalaman operator tersebut. Penekanan yang berlebih terhadap kolong dapat menyebabkan kolong menjadi lebih tipis dan susut berat yang terbentuk semakin besar. Pengukuran dimensi awal dan akhir kolong diperlukan untuk mengkontrol susut tebal pada proses *hammering*. Persentase susut berat *hammering* yang bervariasi membuat diperlukannya adanya batasan atau standar *hammering* yang dilakukan. Perbaikan pada kategori *method* dilakukan dengan mengkontrol standar tebal *hammering* yang akan dieksperimenkan dengan susut sebanyak 5%, 10%, 15%, dan 20%. Standar susut tebal *hammering* yang dilakukan untuk mengetahui dampak susut tebal dengan susut berat yang ada. Pada eksperimen selanjutnya, tidak hanya dimensi sebelum, dimensi setelah proses *hammering* juga dicatat. Pencatatan dimensi dilakukan untuk mengkontrol susut tebal pada proses *hammering*. Hasil persentase kalung yang tidak sesuai dengan standar awal yang ditetapkan membuat diperlukannya revisi ulang pada standar yang telah dibuat. Standar awal menggunakan persentase kalung 50% hingga 52%. Standar baru yang dibuat menggunakan persentase sebesar 48% hingga 52%. Eksperimen ulang untuk proses *bombing* dilakukan dengan penyesuaian dengan keadaan fisik rantai. Pada eksperimen tersebut tidak diharuskan susut berat proses *bombing* sebanyak 5% tetapi proses *bombing* dilakukan sampai rantai bersih, kilap, dan tidak rusak. Bersih yang diinginkan adalah bersih luar dan dalam kolong. Bersih bagian dalam kolong dapat dilihat dengan membuka bagian dalam kolong, apabila masih terdapat kotoran atau warna hitam dalam kolong, maka proses *bombing* harus diulang sampai bagian dalam kolong benar-benar bersih. Tidak ada alat ukur untuk menentukan rantai tersebut sudah kilap atau tidak, kilap atau tidaknya rantai ditentukan dari pengalaman operator dan *staff* terkait. Hasil eksperimen yang masuk dalam standar akan diberikan kepada divisi marketing dan digunakan sebagai stok produk jadi untuk dijual kepada konsumen, sedangkan yang tidak masuk dalam standar akan dilebur kembali.

PDCA Ketiga

Pada eksperimen ketiga ini, persentase kalung yang digunakan sebagai standar adalah 48% hingga 52%. Pengambilan data dimensi sebelum dan setelah proses *hammering* dilakukan untuk mengkontrol persentase susut berat pada proses tersebut. Proses *bombing* dilakukan sampai rantai benar-benar bersih luar dan dalam. Penyesuaian persentase susut proses *bombing* didapatkan dari hasil eksperimen ketiga. Penyesuaian ini dilakukan

karena tidak semua rantai dapat menerima perlakuan *bombing* yang sama. Area pertama terdiri dari rantai kecil yaitu dengan ukuran 2 gr, 3 gr, dan 4 gr. Persentase susut berat rantai kecil ditetapkan 4% hingga 5% dengan toleransi 1% sehingga toleransi yang diberikan 3% hingga 6%. Area kedua terdiri dari rantai sedang yaitu dengan ukuran 5 gr hingga 10 gr. Persentase susut berat rantai sedang ditetapkan 5% hingga 6% dengan toleransi 1% menjadi 4% hingga 7%. Persentase susut berat rantai besar yaitu dengan ukuran lebih besar dari 12 gr. Persentase susut berat rantai besar ditetapkan 6% hingga 7% dengan toleransi 1% sehingga toleransi yang diberikan 5% hingga 8%.

PDCA Keempat

Pada PDCA keempat, dilakkan eksperimen ulang pada proses *hammering* dan persentase yang telah ditetapkan dari hasil eksperimen ketiga. Pada ekperimen keempat juga dilakukan penyesuaian pada persentase susut berat proses *bombing* dan proses *finihsing*. Proses *finihsing* berada diluar dari batas eksperimen yang dilakukan. Perubahan persentase pada proses *finihsing* menyebabkan standar berat yang harus dipenuhi pada proses *machining* hingga *bombing* berubah pula. Penyesuaian untuk proses *bombing* terjadi pada persentase susut beratnya. Persentase susut berat *bombing* tidak lagi konstan 5% melainkan berbebdba-beda untuk setiap ukurannya. Penyesuaian ini didapatkan dari hasil eksperimen ketiga. *Range* pada persentase susut berat proses *bombing* menyebabkan terbentuknya *range* pada proses *hollowing*. Pengumpulan data pada eksperimen keempat serupa dengan eksperimen ketiga. Pengukuran dimensi tetap dilakukan pada setiap proses. Hasil eksperimen keempat rantai A dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Eksperimen Keempat Rantai A

Rantai A (gr)	Kawat	40 cm Out Machining	Masuk Teoritis?	% Susut Soldering	40 cm Out Soldering	Masuk Teoritis?	% Susut Hammering	40 cm Out Hammering	Masuk Teoritis?	Persentase Kalang	40 cm Out Hollowing	Masuk Teoritis?	% Susut Bombing	40 cm Out Bombing	Teoritis	Selish dalam %	Keterangan Hasil
2	45	3.59	OK	0.00%	3.59	OK	-5.57%	3.39	OK	49.26%	1.67	<	-3.59%	1.61	1.67	-3.59%	OK
3	60	6.01	OK	0.00%	6.01	OK	-5.99%	5.65	OK	49.38%	2.79	<	-6.09%	2.62	2.77	-5.42%	<
4	70	7.72	OK	0.00%	7.72	OK	-4.79%	7.35	OK	50.61%	3.72	OK	-6.45%	3.48	3.54	-1.69%	OK
5	80	9.92	OK	0.00%	9.92	OK	-3.93%	9.53	OK	49.63%	4.73	<	-5.50%	4.47	4.59	-2.61%	OK
6	90	13.64	>	0.00%	13.64	>	-4.33%	13.05	>	48.20%	6.29	>	-5.41%	5.95	5.65	5.31%	>
7	95	14.37	OK	0.00%	14.37	OK	-5.98%	13.51	OK	49.67%	6.71	<	-4.32%	6.42	6.54	-1.83%	OK
8	100	16.94	OK	0.00%	16.94	OK	-5.31%	16.04	OK	48.94%	7.85	<	-4.46%	7.50	7.61	-1.45%	OK
10	115	21.30	OK	0.00%	21.30	OK	-4.04%	20.44	OK	50.15%	10.25	>	-3.51%	9.89	9.41	5.10%	>
12	125	24.86	OK	0.00%	24.86	OK	-4.14%	23.83	OK	49.48%	11.79	<	-8.40%	10.80	10.92	-1.10%	OK

Eksperimen keempat menunjukkan hasil yang sesuai dengan standar terakhir yang dibuat. Hal ini membuat standar terakhir yang dibuat menjadi standar berat untuk proses selanjutnya. Perbaikan ukuran kawat dilakukan pada ukuran 6 gr. Kawat yang pada mulanya menggunakan ukuran 90

diganti dengan kawat ukuran 85. Hal ini dilakukan agar berat yang dihasilkan pada proses *machining* menjadi sesuai dengan standar yang ada. Tabel standar akhir yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil eksperimen yang masuk dalam standar akan diberikan kepada divisi marketing dan digunakan sebagai stok produk jadi untuk dijual kepada konsumen, sedangkan yang tidak masuk dalam standar akan diperbaiki pada proses selanjutnya yaitu proses *finihsing*.

Tabel 4. Hasil Eksperimen Keempat Rantai A

Rantai A (gr)	Kawat	Total AKM (gr)	Panjang Potong (cm)	Out Machining	% Susut Soldering	Out Soldering	% Susut Hammering	Out Hammering	% Kalang	Out Hollowing	%Susut Bombing	Out Bombing	Pembagian Ukuran					
2	45	0.56	40.5	3.52	-3.85	0%	3.52	-3.85	-5%	3.35	-3.67	48%-52%	1.74	-1.76	(-4%)	(-5%)	1.67	
3	60	0.56	42	5.82	-6.37	0%	5.82	-6.37	-5%	5.54	-6.07	48%-52%	2.88	-2.91	(-4%)	(-5%)	2.77	Kecil
4	70	0.85	42	7.45	-8.15	0%	7.45	-8.15	-5%	7.09	-7.77	48%-52%	3.69	-3.73	(-4%)	(-5%)	3.54	
5	80	0.85	42	9.75	-10.68	0%	9.75	-10.68	-5%	9.29	-10.17	48%-52%	4.83	-4.88	(-5%)	(-6%)	4.59	
6	85	0.89	42	12.00	-13.14	0%	12.00	-13.14	-5%	11.43	-12.51	48%-52%	5.94	-6.01	(-5%)	(-6%)	5.65	
7	95	0.89	43	13.90	-15.22	0%	13.90	-15.22	-5%	13.24	-14.49	48%-52%	6.88	-6.96	(-5%)	(-6%)	6.54	Sedang
8	100	0.89	43	16.18	-17.72	0%	16.18	-17.72	-5%	15.41	-16.87	48%-52%	8.01	-8.10	(-5%)	(-6%)	7.61	
10	115	1.05	43.5	19.99	-21.89	0%	19.99	-21.89	-5%	19.04	-20.85	48%-52%	9.90	-10.01	(-5%)	(-6%)	9.41	
12	125	1.39	44.5	23.45	-25.68	0%	23.45	-25.68	-5%	22.33	-24.45	48%-52%	11.61	-11.74	(-6%)	(-7%)	10.92	Besar

Tiap divisi dari proses yang dilalui diberikan tabel standar agar rantai yang akan diproduksi selanjutnya mengikuti standar yang ada. Pada proses *machining*, *hammering*, dan *bombing* dibuat memo yang dapat membantu operator dalam mengoperasikan mesin. Berikut salah satu memo yang dikeluarkan untuk tiap-tiap divisi.

Machining

Rantai A

Kadar 70%

TABEL UKURAN KAWAT DAN BERAT 40CM KELUAR MESIN

2 GR	45 X 45	3.52 – 3.85 GR
3 GR	60 X 60	5.82 – 6.37 GR
4 GR	70 X 70	7.45 – 8.15 GR
5 GR	80 X 80	9.75 – 10.68 GR
6 GR	85 X 85	12.00 – 13.14 GR
7 GR	95 X 95	13.90 – 15.22 GR
8 GR	100 X 100	16.18 – 17.22 GR
10 GR	115 X 115	19.99 – 21.89 GR
12 GR	125 X 125	23.45 – 25.69 GR

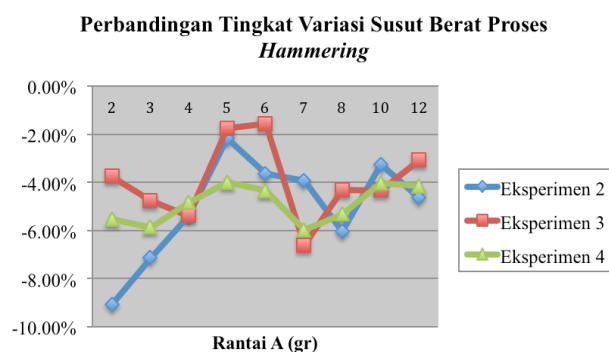
Gambar 6. Memo Standar Berat Proses *Machining*

Gambar 6. menunjukkan memo yang dapat membantu operato mesin dalam meghasilkan rantai sesuai berat standar yang telah ditentukan. Kolom pertama menandakan jenis ukuran rantai yang ingin dibuat. Kolom kedua menunjukkan ukuran

kawat yang digunakan. Kawat untuk rantai A adalah kawat kotak, sehingga penulisannya menggunakan dimensi kotak. Kolom ketiga merupakan berat yang harus dihasilkan untuk ukuran rantai tersebut. Operator dapat mengukurnya dengan mengambil sampel sepanjang 40 cm, lalu menimbanginya ketika proses pembuatan rantai.

Analisa penurunan tingkat variasi berat

Analisa penurunan tingkat variasi berat dapat dilihat dari persentase susut beratnya. Hal ini karena persentase susut berat yang bervariasi membuat berat rantai menjadi tidak konstan. Analisa penurunan tingkat variasi berat tidak dapat dilakukan pada persentase susut berat proses *hollowing* dan *bombing*. Hal ini dikarenakan pada proses *hollowing*, persentase yang terbentuk tidak dapat dikendalikan dan hanya dapat diberikan *range*. Pada proses *bombing*, persentase susut berat yang menjadi standar berat sesungguhnya merupakan hasil dari penyesuaian sehingga tidak dapat diukur tingkat variasi susut berat yang terbentuk. Analisa dapat dilakukan pada persentase susut berat *hammering*. Berikut gambar perbandingan persentase susut berat proses *hammering* dari eksperimen pertama hingga eksperimen keempat.



Gambar 7. Perbandingan Tingkat Variasi Susut Berat Proses *Hammering*

Gambar 7. menunjukkan perbandingan tingkat variasi susut berat proses *hammering*. Garis eksperimen keempat menunjukkan bentuk yang lebih landai daripada garis eksperimen kedua dan ketiga. Garis eksperimen keempat ada dalam *range* susut 4% hingga 6%. *Range* ini ada di dalam batas toleransi yang diberikan untuk proses *hammering*. Garis yang lebih landai tersebut menunjukkan terjadinya penurunan tingkat variasi susut berat pada proses *hammering*. Persentase susut berat pada proses *hammering* berkurang dari 1,5% hingga 9% pada eksperimen kedua dan ketiga menjadi 4% hingga 6% pada eksperimen keempat.

Simpulan

Model dari sistem pembuatan kalung emas dibuat untuk mengetahui keseluruhan *input*, proses, faktor-faktor yang dapat dikendalikan maupun tidak dapat dikendalikan selama proses produksi, dan *output* produk yang diinginkan. PDCA dilakukan untuk mendapatkan standar berat kalung emas dengan cara dieksperimenkan. Eksperimen dilakukan pada jenis rantai A kadar 70%. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi berat produk ada pada proses *machining*, *hammering*, *hollowing*, dan *bombing*. Berat awal pada proses *machining* haruslah masuk dalam standar berat yang telah dibuat untuk menghasilkan rantai yang sesuai pada standar berat di proses akhir. Persentase susut berat pada proses *hammering* 5% dapat dicapai dengan persentase susut tebal kawat 15% hingga 20%. Persentase kalung tidak dapat dikontrol sehingga hal yang dapat dilakukan untuk perbaikan adalah memberikan *range* pada standar yang ada yaitu 48% hingga 52%. Perbaikan pada proses *bombing* dilakukan pada kategori *method* dan *man*. Persentase susut berat proses *bombing* mengalami penyesuaian untuk setiap ukurannya yaitu untuk rantai kecil, sedang, dan besar adalah 4%-5%, 5%-6%, dan 6%-7%. Persentase susut berat pada proses *hammering* berkurang dari *range* 1,5% hingga 9% menjadi ada pada *range* 4% hingga 6%. Memo diberikan kepada bagian proses *machining*, *hammering*, dan *bombing*. Hal ini dilakukan untuk membantu divisi terkait dalam memproduksi rantai A. Rantai yang tidak memenuhi standar berat dari divisi sebelumnya dapat dikembalikan atau dilebur kembali kecuali mendapat persetujuan dari pihak terkait. Hal ini dilakukan agar tidak adanya produk jadi yang memiliki berat diluar standar yang telah ditetapkan.

Daftar Pustaka

1. Tapping, Don (2008). *The Simply Pocket Guide: Making Great Organization Better Through Plan-Do-Check-Act (PDCA) Kaizen Activities*. Chelsea: MCS Media, Inc.
2. Montgomery, D.C. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
3. Garvin, David A. (1988). *Managing quality*. New York: The New York Press.

4. Sugiyono (2011). *Metode Penelitian Kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
5. Borg, W.R., & Gall, M.D. (1979). *Educational research: An introduction* (3rd ed.). New York: Longman.