OPTIMASI PROSES *BRAZING* SAMBUNGAN PIPA ALUMINIUM A6063-T4 DAN FLANGE A6063-T6 DENGAN METODE TAGUCHI

Syahbuddin, Yasan

ABSTRAK

PT. XYZ adalah industri pembuat komponen AC Mobil . Dalam proses produksi komponen pipa AC masih ditemukan reject. Reject terbesar yang ditemukan adalah pada proses brazing. Untuk menurunkan tingkat reject tersebut perusahaan perlu melakukanperbaikan. Perbaikan dengan cara meneliti faktor-faktor yang berpengaruh sehingga memperoleh parameter proses ideal.

Untuk menyelesaikan masalah tersebut menggunakan metode Taguchi. Kelebihan metode ini ialah mampu meningkatkan qualitas respon serta eksperimen dapat dilakukan dengan efisien. Langkah kerja yang dilaksanakan ialah memilih faktor kendali , faktor *noise* dan penentuan level-levelnya . Dan selanjutnya membuat matriks ortogonal untuk eksperimen. Analisa data dilakukan berdasar pengoptimalan *Signal to Noise Ratio (SNR)*, analisa *Mean* serta *ANOVA*.

Hasil analisa terhadap *SNR* dan mean didapatkan kesimpulan bahwa temperatur *pre heating* 500°C, *clearance* 0.5 mm dan pendinginan udara merupakan parameter ideal untuk mendapatkan kualitas torsi terbaik. Dari Parameter tersebut didapatkan kekuatan torsi sebesar 206.33 N.m.

Kata Kunci : Optimasi proses brazing, Alminium 6063, Taguchi

ABSTRACT

PT XYZ is industrial manufacturing of car air conditioning. In the production processes of pipe air conditioning still found rejected part. The biggest reject founded in the brazing process. To decrease reject ratio, company need to do improvement action. Improvement by research influenced factor to obtained ideal process parameter.

To solve above problem improvement activity using taguchi method. Advantages of this method are ability to improve quality of response and the efficiency of experiment. Implementation step are selecting controlled factor, noise factor and level each parameter. And then make orghogonal matrix for experiment. Analysis process based on optimalizing Signal to Noise Ratio (SNR), Mean analyzing and ANOVA.

Analysis result of SNR and mean are concluded that pre heating temperature 500°C, clearance 0.5mm and air cooling is ideal setting parameter to achieve best torque performance. Best torque performance achieved is 206.33 N.m.

Keyword : Brazing process optimization, Aluminium 6063, Taguchi

I. PENDAHULUAN

PT. XYZ adalah perusahaan yang memproduksi komponen AC mobil, salah satu produknya pipa AC.

Untuk memenangkan persaingan dalam industri Air conditioning mobil perlu diadakan peningkatan kualitas yang meliputi aspek *Quality*, *Cost* dan *Delivery* . Namun pada saat ini yang menjadi prioritas adalah dari segi *Quality*.

Berdasarkan data laporan *quality,* masih banyak ditemukan part yang tidak sesuai standar. *Reject* tertinggi terjadi pada proses *brazing* dengan prosentase 43% dari total reject yang ada. *Reject* tertinggi berikutnya adalah pada proses *end forming* sebesar 25%, *end forming rolling* 19%, *pipe bending* 8% dan lain-lain 4%.

II. LANDASAN TEORI

Brazing adalah proses penyambungan dengan mencairkan *filler metal* dan didistribusikan melalui cara kapiler diantara permukaan bagian logam yang akan disambung. Tidak ada pelelehan dari logam dasar selama proses brazing, hanya *filler* yang meleleh. Dalam brazing logam filler metal mempunyai temperature leleh *(liquidus)* diatas 450°C tetapi dibawah titik leleh *(Solidus) base metal* yang akan

disambung[1]. Menurut Mel M. Schwartz "Proses *brazing* meliputi kelompok proses pengelasan yang menghasilkan perpaduan bahan dengan memanaskan untuk suhu brazing dengan adanya logam pengisi dengan *liquidus* diatas 450°C (840°F) dan di bawah *solidus* dari logam dasar"[2]

Elemen penting dalam proses *brazing* , adalah sebagai berikut[1]:

1. Aliran *filler metal*
2. Karakteristik *base-metal*
3. Karakteristik *filler metal*
4. *Surface preparation*
5. *Joint design and clearance*
6. *Temperature and time*
7. Sumber pemanasan

Aluminium merupakan jenis material logam nonferro yang memiliki properties menguntungkan. Properties tersebut ringan dengan berat 1/3 dari baja, memiliki konduktivitas panas dan listrik yang tinggi, ketahanan korosi yang tinggi dan dapat dibentuk melalui pengecoran atau pabrikasi sehingga menjadi produk yang sesuai kebutuhan pelanggan[3].

Paduan aluminium 6063 adalah logam aluminium paduan dengan mangan dan silicon. Komposisi kimia paduan Aluminium 6063 terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia Aluminium 6063[4]

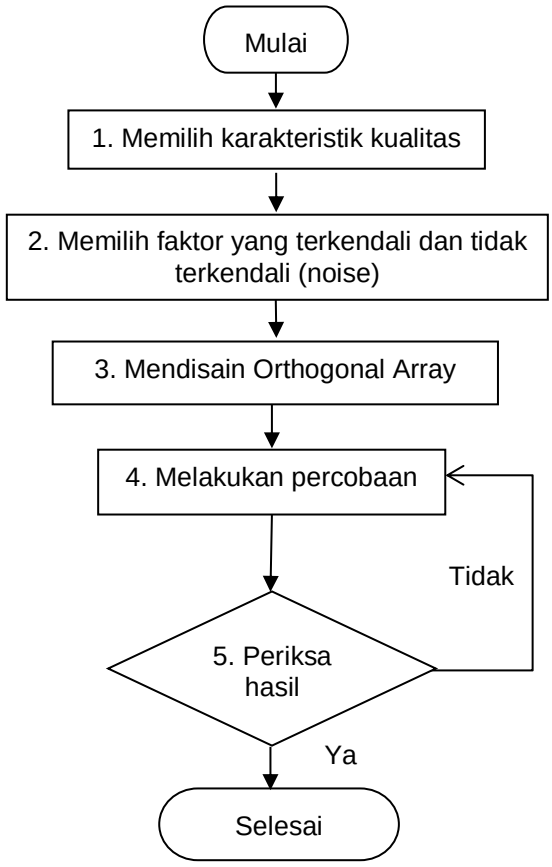
Prosentase	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Lain lain	Alumi nium
Min	.2	-	-	-	.45	-	-	-	-	sisa
Max	.6	.35	.10	.10	.9	.10	.10	.10	.15	

Metode Taguchi merupakan usaha peningkatan kualitas secara *off-line* yang berfokus pada peningkatan rancangan produk dan proses [5]. Sasaran metode tersebut adalah menjadikan produk tidak sensitif terhadap variabel gangguan *(noise)*, sehingga disebut sebagai *robust design*. Metode ini digunakan dalam perekayasaan dan peningkatan kualitas dengan rancangan percobaan untuk menemukan penyebab utama yang sangat dominan mempengaruhi karakteristik kualitas dalam proses, sehingga variabilitas karakteristik kualitas dapat dikendalikan. Dengan metode ini, diperoleh kombinasi terbaik antara unit produk dan unit proses untuk mencapai karakteristik kualitas terbaik dengan biaya yang rendah.

Metode Taguchi berprinsip pada perbaikan mutu dengan memperkecil akibat dari variasi tanpa menghilangkan penyebabnya. Hal ini untuk membuat unjuk kerja (performance) kebal terhadap berbagai penyebab variasi suatu proses. Metode Taguchi dapat diaplikasikan diberbagai persoalan yang meliputi bidang elektronika, teknologi informasi, proses industri dan masih banyak lagi.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah dalam pelaksanaan penilitian penting untuk di perhatikan , karena akan menjadi panduan dalam pelaksanaannya. Dan juga menentukan tercapainya hasil perancangan yang optimal. Perancangan dengan method Taguchi digunakan untuk perancangan parameter. Adapun langkah-langkahnya seperti dibawah ini:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Tabel 2. Data hasil uji kebocoran

No	Temperatur(°C)	*Clearance* (mm)	Pendinginan	Tingkat kebocoran (mbar.l/s)			
				n1	n2	n3	Rata-rata
1	500	0.2	Udara	$1x10^{-7}$	$1x10^{-7}$	$1x10^{-7}$	$1x10^{-7}$
2	500	0.2	Air	$1x10^{-7}$	$1x10^{-7}$	$1x10^{-7}$	$1x10^{-7}$
3	500	0.5	Udara	$1x10^{-7}$	$1x10^{-7}$	$1x10^{-7}$	$1x10^{-7}$
4	500	0.5	Air	$1x10^{-7}$	$1x10^{-7}$	$1x10^{-7}$	$1x10^{-7}$
5	550	0.2	Udara	$1x10^{-7}$	$1x10^{-7}$	$1x10^{-7}$	$1x10^{-7}$
6	550	0.2	Air	$1x10^{-7}$	$1x10^{-7}$	$1x10^{-7}$	$1x10^{-7}$
7	550	0.5	Udara	$1x10^{-7}$	$1x10^{-7}$	$1x10^{-7}$	$1x10^{-7}$
8	550	0.5	Air	$1x10^{-7}$	$1x10^{-7}$	$1x10^{-7}$	$1x10^{-7}$

Tabel 3. Data hasil uji torsi

No.	Temperatur(°C)	*Clearance* (mm)	Pendinginan	Torsi (N.m)			
				n 1	n 2	n3	Rata-rata
1	500	0.2	Udara	209	194	202	201.67
2	500	0.2	Air	194	211	199	201.33
3	500	0.5	Udara	206	204	209	206.33
4	500	0.5	Air	207	197	217	207
5	550	0.2	Udara	207	190	189	195.33
6	550	0.2	Air	182	201	169	184
7	550	0.5	Udara	199	203	190	197
8	550	0.5	Air	187	212	203	200.67

Tabel 4. Data hasil pengamatan makro

No.	Temperatur(°C)	*Clearance* (mm)	Pendinginan	Luas Area Brazing (mm^2)
1	500	0.2	Udara	1.69
2	500	0.2	Air	1.67
3	500	0.5	Udara	5.81
4	500	0.5	Air	3.94
5	550	0.2	Udara	1.49
6	550	0.2	Air	1.20
7	550	0.5	Udara	6.45
8	550	0.5	Air	4.94

ANALISA HASIL PERCOBAAN

Perhitungan SNR (Signal-to-noise ratio) Perbandingan SNR yang dilakukan untuk jenis karakteristik mutu torsion strength. Dengan perhitungan untuk Tabel adalah sebagai berikut:

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n}$$

$$\bar{y} = \frac{209 + 194 + 202}{3}$$

$$\bar{y} = 201.67$$

$$SNR = -10\log_{10}(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{y_i^2})$$

$$= -10\log_{10}(\frac{1}{3} * (\frac{1}{209^2} + \frac{1}{194^2} + \frac{1}{202^2}))$$

= 35.651

Tabel 5. SNR untuk kekuatan torsi

No.	A	B	C	τ(N.m)	SNR (N.m)
1	1	1	1	201.67	35.651
2	1	1	2	201.33	23.727
3	1	2	1	206.33	58.359
4	1	2	2	207.00	20.700
5	2	1	1	195.33	19.309
6	2	1	2	184.00	8.132
7	2	2	1	197.33	21.467
8	2	2	2	200.67	31.532

Data dari penelitian ini akan dianalisa dengan tiga cara, yaitu:
- Perhitungan efek dari mean
- Perhitungan efek dari SNR
- Perhitungan analisa varian (ANOVA)

Perhitungan efek dari mean

Data dari Tabel SNR kemudian dilakukan penyusunan table rata rata torsi pada tiap level.

Tabel 6. Rata-rata torsi tiap level

	A	B	C
Level 1	201.67	201.67	201.67
	201.33	201.33	206.33
	206.33	195.33	195.33
	207.00	184.00	197.33
Level 2	195.33	206.33	201.33
	184.00	207.00	207.00
	197.33	197.33	184.00
	200.67	200.67	200.67

Setelah itu tabel tiap level disusun maka dilakukan perhitungan untuk membuat Tabel Efek Dari Mean. Adapun contoh perhitungan adalah sebagai berikut: Rata-rata respon untuk A1:

$$\overline{A_1} = \frac{201.67 + 201.33 + 206.33 + 207}{4}$$

= 204.083

Efek untuk faktor A:
Efek faktor A = rata-rata respon terbesar – rata-rata respon terkecil
= 204.083-194.333
= 9.750

Tabel 7.Efek mean

	A	B	C
Level 1	204.083	195.583	200.165
Level 2	194.333	202.833	198.250
Efek	9.750	7.250	1.915
Rank	1	2	3
Optimum	A1	B2	C1

Dari rata-rata respon tiap faktor dipilih yang nilainya paling besar untuk disarankan sebagai rancangan usulan karena karakteristik torsion strength adalah jenis larger-the-better. Dari Tabel diatas didapat rancangan usulan A 1, B 2, dan C1.

Perhitungan efek dari SNR
Untuk memnghitung efek SNR dibuatkan tabel SNR tiap level.

Tabel 8. SNR di tiap level

	A	B	C
Level 1	35.65	35.65	35.65
	23.73	23.73	58.36
	58.36	19.31	19.31
	20.70	8.13	21.47
Level 2	19.31	58.36	23.73
	8.13	20.70	20.70
	21.47	21.47	8.13
	31.53	31.53	31.53

$$\overline{A_1} = \frac{35.651 + 23.727 + 58.359 + 20.700}{4}$$

=34.609

Tabel 9. Efek dari SNR

	A	B	C
Level 1	34.609	21.705	33.696
Level 2	20.110	33.014	21.023
Efek	14.499	11.310	12.674
Rank	1.000	3.000	2.000
Optimum	A1	B2	C1

Dari efek SNR tiap-tiap faktor dapat dilihat urut-urutan pengaruh dari tiap-tiap faktor mulai yang kecil sampai yang besar. Dari efek SNR tiap faktor dipilih yang nilainya terbesar untuk disarankan sebagai rancangan usulan sesuai dengan karakteristik mutu larger-the better yaitu A1 (Temperatur 500°C), B2(clearance 0.5mm) dan C1(pendinginan udara), seperti sample pada nomor 3.

Analisa Varians

Dengan menggunakan softwere minitab, kita melakukan analisa Varians untuk mencari faktor yang signifikan. Tabel dibawah ini menampilkan hasil analisa tersebut.

Tabel 10. ANOVA untuk torsi

Source	DF	SS	MS	F	P
Temp.	1	190.125	190.125	10.65	0.031
Clea.	1	105.125	105.125	5.89	0.072
Pend.	1	7.334	7.334	0.41	0.556
Error	4	71.404	17.851		
Total	7	373.989			

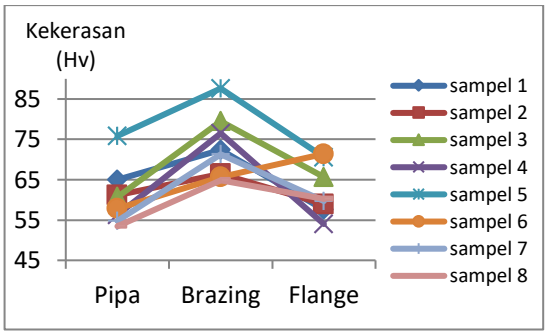
Dari table ANOVA diatas, dapat diketahui bahwa *clearance* dan pendingininan memiliki pengaruh kuat terhadap kekuatan torsi proses brazing. Dengan P_{value} Pendinginan 0.556 , dan Clearance 0.072 cukup signifikan pada a=0.05. Sedangkan temperaratur kurang memiliki pengaruh terhadap torsi, hal ini terlihat dari P_{value} 0.032 pada a=0.05.

Tabel 11.Rata-rata kekerasan vickers

Kekerasan (Hv)(Hv)

Area	Sampel							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Pipa	64.96	61.2	60.7	56.22	75.8	57.82	54.78	53.44

Brazing	72.38	66.44	79.48	76.5	87.62	65.64	71.28	64.84
Flange	57.54	58.94	65.68	54	70.6	71.4	59.66	60.22



Grafik 1.rata-rata kekerasan

Dari grafik diatas terlihat bahwa sampel uji ke-5 memiliki tingkat kekerasan yang paling tinggi pada bagian pipa dan area brazing, dengan kekerasan 75.8Hv dibagian pipadan 87.62Hv di area brazing. sedangkan pada bagian flange yang memiliki kekerasan tertinggi adalah sample no.3 yaitu sebesar 65.7Hv. Dari grafik kekerasan vickers ini dilihat bahwa tidak bisa dibuktikan bahwa kekerasan di area HAZ mempengaruhi kekuatan brazing.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil percobaan dengan menggunakan metode taguchi dapat meningkatkan kualitas proses brazing pipa alumunium A6063 –T4 dan Flange Aluminium A6063 T6.
2. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode taguchi dengan bantuan perangkat lunak minitab dapat diperoleh parameter optimal untuk mendapatkan kekuatan torsi yang merupakan salah satu parameter kualitas pada proses brazing. Dari efek SNR dengan faktor dipilih didapatkan parameter setting dengan temperature pre heating 500 derajat celcius , lebar *clearance* 0.5 mm dan pendinginan dengan udara. Kondisi parameter setting ini terbukti menghasilkan nilai torsi tertinggi yaitu sebesar 206.33 N.m.
3. Tingkat kebocoran yang tidak dapat diamati, karena angka yang didapatkan lebih kecil dari kemampuan membaca dari mesin pendeteksi kebocoran yang menunjukan agka yang sama yaitu sebesar $1x10^{-7}$ mbar.l/s
4. Luas area terbesar dari hasil pengujian yaitu pada parameter sample no.7 dengan parameter temperature 550°C , clearance 0.5mm dan pendinginan udara. Namun jika diamati struktur makro terlihat terdapat porositAs, sehingga menurunkan tingkat kekuatan torsi menjadi 197 N.m. Kekuatan torsi nya dibawah parameter seting optimal 206.33 N.m
5. Sampel uji ke-5 memiliki tingkat kekerasan yang paling tinggi pada bagian pipa dan area brazing, dengan kekerasan 75.8Hv dibagian pipa dan 87.62Hv di area brazing. sedangkan pada bagian flange yang memiliki kekerasan tertinggi adalah sample no.3 yaitu sebesar 65.7Hv. Dari grafik kekerasan vickers dilihat bahwa tidak bisa dibuktikan bahwa kekrasan di area HAZ mempengarui kekuatan brazing.

DAFTAR PUSTAKA

1. Mikel P. Groover, 2010. Fundamentals of modern manufacturing. USA: JOHN WILEY &SONS, INC.
2. Mel M. Schwartz 2003. Brazing. USA: ASM International.
3. Roger Lumley. 2011. Fundamentals of aluminium metallurgy Production, processing and applications, Woodhead Publishing Limited.
4. Aluminium association. 2009. International Alloy Designations and Chemical Composition Limits for Wrought Aluminum and Wrought Aluminum Alloys.
5. Bagchi, T. P. 1993. Taguchi Method Explained practical Steps to robust Design. New Delhi. Prentice-Hall of India Private Limited.