



Seminar Nasional Ilmu Teknik dan Aplikasi Industri (SINTA)

Alamat Prosiding: sinta.eng.unila.ac.id



Aplikasi respon surface methode box behnken design pada proses las gesek titik metode refill AA2024-T3

O Sumardi*, I Sukmana dan Y Burhanuddin

Departemen Teknik Mesin, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:
Diterima 29 September 2020
Direvisi 22 Januari 2021

Kata kunci:

Uji geser
Las gesek titik
AA 2024 T-3
Box Behnken Design

ABSTRAK

Uji geser merupakan jenis pengujian mekanik untuk mengetahui nilai kekuatan geser dari hasil suatu sambungan. Variasi parameter yang digunakan dalam proses penyambungan dapat mempengaruhi nilai uji geser. Las gesek titik metode refill merupakan salah satu jenis metode penyambungan material, yaitu metode penggabungan material yang memanfaatkan energi panas dari proses gesekan atau friction antara tools dan material. Dalam proses las gesek titik metode refill parameter proses yang digunakan adalah kecepatan putaran tools (rpm), kedalaman penetrasi (mm), kecepatan penetrasi (mm/s) dan gaya (N). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan parameter optimum serta menginvestigasi pengaruh parameter pada proses las gesek titik metode refill AA 2024-T3 terhadap nilai uji geser menggunakan metode desain optimasi respon surface methode Box Behnken Design. Parameter yang diamati adalah kecepatan putaran tools (rpm), kedalaman penetrasi (mm) dan kecepatan penetrasi (mm/s). Hasil investigasi menunjukkan bahwa, parameter kedalaman penetrasi memiliki pengaruh tertinggi terhadap nilai uji gesek dengan nilai *P-Value* sebesar 0.032, kemudian kecepatan putar dan kecepatan penetrasi dengan *P-Value* masing-masing adalah 0.079 dan 0.137. Penelitian ini juga menampilkan jenis kegagalan sambungan dari hasil lasan.

1. Pendahuluan

Studi dan pengembangan mengenai peningkatan efisiensi penggunaan energi saat ini menjadi salah satu topik yang berkelanjutan. Studi peningkatan efisiensi penggunaan energi dilakukan pada berbagai aspek keilmuan dan keahlian (Bozkurt dkk., 2013).

Dalam proses manufaktur, metode *Mechanical Fastening Process* atau proses penyambungan menggunakan fastener (pengikat) adalah metode yang digunakan untuk menyambungkan material dengan material lain dengan fastener (pengikat) diantaranya adalah baut, sekrup dan paku keling atau rivet (Andrew dkk., 2009). Pengembangan peningkatan efisiensi proses manufaktur terus dikembangkan, salah satunya adalah mengalihkan metode *Mechanical Fastening Process* ke *Solid State Joining Process*.

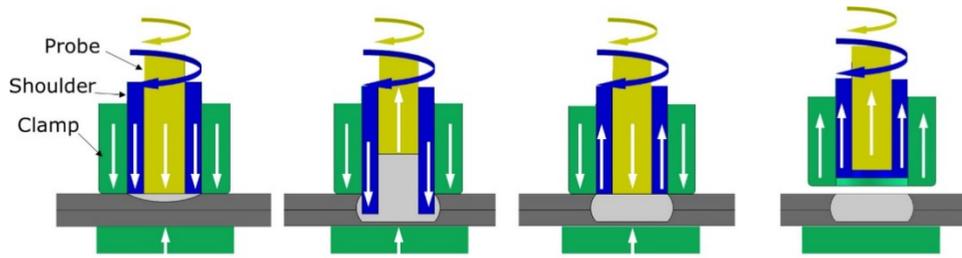
Solid State Joining Process merupakan metode penggabungan material yang memanfaatkan energi panas dari proses gesekan atau friction antara tools dan material. Las gesek titik metode refill merupakan jenis metode *Solid State Joining*

Process. Proses las gesek titik metode refill dibagi menjadi 4 (empat) langkah (Gambar 1). Las gesek titik metode refill digunakan pada berbagai bidang, diantaranya pada industri otomotif, dirgantara, perkapalan dan industri.

Berkaitan mengenai pengembangan dan peningkatan efisiensi dalam proses manufaktur, salah satu upaya untuk mengoptimisasi proses manufaktur dalam mencapai produktivitas yang lebih tinggi dan kualitas hasil yang lebih baik adalah dengan menggunakan *Respon Surface Methode* (RSM) (Manohar dkk., 2013) (Burgeon, 2000). Telah dilakukan investigasi awal mengenai pengaruh kecepatan rotasi terhadap sifat mekanik dan struktur mikro pada proses Refill FSSW AA 2024 ketebalan 2mm dengan menggunakan metode optimasi *Full Factorial Design*.

Penelitian ini dilakukan untuk menginvestigasi pengaruh parameter pada proses las gesek titik metode refill terhadap nilai uji geser dengan menggunakan metode respon permukaan.

*Opi Sumardi
opisumardi@gmail.com



Gambar 1. Proese las gesek titik metode refill

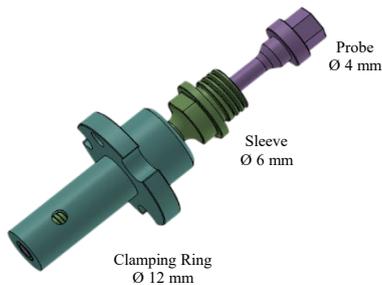
Tabel 1. Komposisi kimia paduan aluminium AA2024-T3

2024 T3	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti
	base	0.06	0.17	4.45	0.63	1.15	0.01	0.08	0.03

2. Metodologi

Penelitian ini dilandaskan pada hasil studi literatur, metode analisis eksperimental digunakan untuk mengetahui dan mendapatkan nilai uji gese. Data eksperimental yang didapatkan diolah menggunakan *Respon Surface Methode Box Behnken Design* untuk dilakukan proses analisis optimasi.

Mesin Las gesek titik metode refill. Proses pengelasan menggunakan mesin RPS 100 buatan Harms-Wende Jerman. Sedangkan dimenis dan material *tools* yang digunakan adalah CPM Rex M6 (Gambar 2). Material yang digunakan pada penelitian ini adalah paduan aluminium 2024 (tabel 1), dengan ketebalan 0.6mm. *Desain of Eksperiments (DOE)* *Desain of Eksperiments* digunakan untuk menentukan *run order*, dimaan pada penelitian ini DOE menggunakan metode *Box Behnken Design*.



Gambar 2. CMP Rex M6

Tabel 2. Parameter uji

No	Parameter Las Gesek Titik Metode <i>Refill</i>	Satuan	Level		
			-1	0	1
1	Putaran <i>tools</i>	rpm	1000	2000	3000
2	Kedalaman Penetrasi	mm	0.5	0.7	0.9
3	Kecepatan Penetrasi	mm/s	0.5	0.7	1.0

Tabel 3. Run order pengujian

Std Order	Run Order	Putaran <i>tools</i> (Rpm)	Kedalaman Penetrasi (mm)	Kecepatan Penetrasi (mm/s)
2	1	-1	0	1
5	2	0	1	-1
8	3	0	0	0
4	4	1	1	0
14	5	-1	1	0
10	6	1	-1	0
11	7	1	0	1
6	8	0	0	0
9	9	0	-1	-1
12	10	-1	0	-1
3	11	-1	-1	0
1	12	0	0	0
15	13	0	-1	1
13	14	0	1	1
7	15	1	0	-1

3. Hasil dan pembahasan

Berikut adalah hasil dari pengujian uji geser yang telah dilakukan (Tabel 4)

Tabel 4. Nilai uji geser

Std Order	Run Order	Putaran <i>tools</i> (rpm)	Kedalaman Penetrasi (mm)	Kecepatan Penetrasi (mm/s)	Uji Geser (N)
2	1	1000	0.7	1	2904.859
5	2	2000	0.9	0.5	2583.355
8	3	2000	0.7	0.75	3033.011
4	4	3000	0.9	0.75	2369.091
14	5	1000	0.9	0.75	2914.728
10	6	3000	0.5	0.75	1810.859
11	7	3000	0.7	1	2736.180
6	8	2000	0.7	0.75	3038.880
9	9	2000	0.5	0.5	2265.096
12	10	1000	0.7	0.5	2980.825
3	11	1000	0.5	0.75	2743.514
1	12	2000	0.7	0.75	2861.896
15	13	2000	0.5	1	1895.967
13	14	2000	0.9	1	2581.055
7	15	3000	0.7	0.5	2922.469

3.1 Analisis of Variance

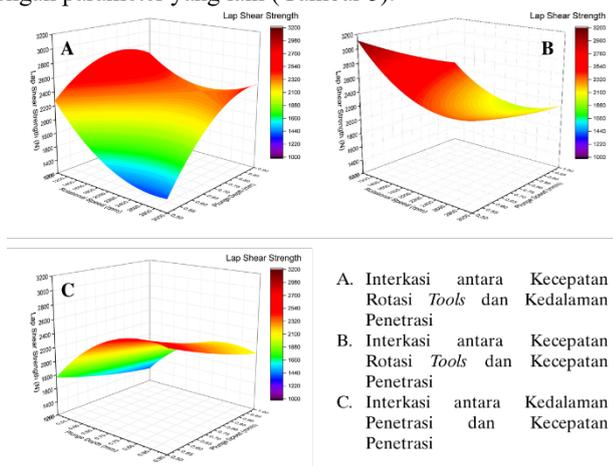
Gambar 4 menunjukkan hasil dari Analisis of Variance proses las gesek titik metode refill terhadap nilai uji geser.

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	9	2863844	318205	2,64	0,148
Linear	3	2005514	668505	5,55	0,048
RT	1	582993	582993	4,84	0,079
KP	1	1045191	1045191	8,68	0,032
KecP	1	377330	377330	3,13	0,137
Square	3	692500	230833	1,92	0,245
RT*RT	1	295279	295279	2,45	0,178
KP*KP	1	338260	338260	2,81	0,155
KECP*KECP	1	5788	5788	0,05	0,835
2-Way Interaction	3	165830	55277	0,46	0,723
RT*KP	1	122700	122700	1,02	0,359
RT*KECP	1	36294	36294	0,30	0,607
KP*KECP	1	6836	6836	0,06	0,821
Error	5	601987	120397		
Lack-of-Fit	3	316363	105454	0,74	0,619
Pure Error	2	285625	142812		
Total	14	3465831			

Gambar 4. Analisis of Variance proses las gesek titik metode refill

Dengan nilai α (0.05), parameter yang secara statistik memiliki keterpengaruh terbesar terhadap respon yaitu nilai uji geser adalah kedalaman penetrasi (KP) kemudian kecepatan putaran tools (RT) dan yang terakhir adalah kecepatan penetrasi (KecP). Hal ini didapat dari nilai P-Value desain eksperimen *Box Behnken Design*. Jika $P\text{-Value} \leq \alpha$ (0.05) maka hipotesis H_0 diterima, yang berarti menunjukkan variabel bebas berpengaruh terhadap nilai dari variabel tetap. Begitu juga sebaliknya, jika nilai $P\text{-Value} \geq \alpha$ (0.05) maka hipotesis H_0 ditolak, yang berarti menunjukkan bahwa variabel bebas tidak terlalu berpengaruh terhadap nilai variabel tetap (Purwanti dkk., 2013).

Dari ketiga variabel bebas pada proses las gesek titik metode refill, variabel bebas (parameter) yang memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai variabel respon (uji geser) adalah kedalaman penetrasi (KP), dengan P-Value 0.032, kemudian kecepatan putaran tools (RT) dan kecepatan penetrasi (KecP) dengan masing-masing P-Valuenya adalah 0.079 dan 0.137. kemudian juga didapat interaksi untuk setiap parameter dengan parameter yang lain (Gambar 5).



Gambar 5 Interaksi variabel bebas (parameter) terhadap variabel respon (Uji geser)

Pengujian Koefisien Determinasi (R^2), nilai R^2 berkisar antara 0 sampai 100 di mana semakin mendekati nilai 100 maka model semakin baik (Purwanti dkk., 2013). Model regresi R^2 dengan nilai sebesar $\geq 70\%$ dianggap cukup baik (Winhaju dkk., 2013). Prosentase dari total variasi oleh model (R^2) pada proses

las gesek titik metode refill sebesar 82.63% (Gambar 6), menunjukkan bahwa ada kontribusi variabel bebas (parameter) terhadap variabel tetap (Uji geser).

Model Summary			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
346,983	82,63%	51,37%	0,00%

Gambar 6. Model regresi

Hasil uji pemodelan nilai optimum respon Y, yaitu nilai uji geser pada proses las gesek titik metode refill (Gambar 7) menunjukkan bahwa prediksi nilai variabel bebas (parameter) untuk mendapatkan nilai uji geser adalah pada kecepatan putaran tools (Cs) 1000 rpm, kedalaman penetrasi (KP) 0.774 mm, dan kecepatan penetrasi (KecP) 0.5 mm/s, dengan nilai prediksi nilai uji geser yang didapat sebesar 3156.616 N.

Parameters						
Response	Goal	Lower	Target	Upper	Weight	Importance
LSS	Maximum	1190,30	2962,40		1	1
Solution						
Solution	RT	KP	KECP	Uji Geser Fit	Composite Desirability	
1	1000	0,774747	0,5	3156,62	1	

Gambar 7. Optimasi respon pada proses las gesek titik metode refill

4. Kesimpulan

Desain optimasi pada proses las gesek titik metode refill AA2024 T3 dengan menggunakan metode *Respon Surface Methode Box Behnken Design* menunjukkan bahwa; Nilai determinasi atau nilai keterpengaruh variabel bebas (parameter) terhadap variabel tetap (respon) yang didapatkan dari hasil uji ANOVA adalah; 1) Kedalaman Penetrasi (96.8%), 2) Kecepatan tools (92.1%) dan 3) Kecepatan Penetrasi (86.3%). Uji pemodelan respon optimasi menunjukkan bahwa prediksi nilai variabel bebas (parameter) untuk kondisi optimum adalah: 1) Kedalaman Penetrasi 0.774mm, 2) Kecepatan tools 1000rpm dan 3) Kecepatan Penetrasi 0.50mm/s dengan nilai Koefisien Determinasi (R^2) adalah 82.63%. Model optimasi menunjukkan bahwa, nilai uji geser dari hasil kombinasi parameter dari *Box Behnken Design* memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan pengujian runorder, yaitu sebesar 3156.62 N

Ucapan terima kasih

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih dan penghargaan yang besar kepada Helmholtz Zentrum Geesthacht atas dukungan dan fasilitasnya dalam menyelesaikan penelitian ini.

Daftar pustaka

Andrew dkk., 2009. "Handbook of Plastics Joining (Second Edition)": Pages 175-201

Bozkurt dkk., 2013. "Dissimilar friction stir spot welded AA 5754-H22/2024-T3 joints": Science and Technology of Welding and Joining: Vol 18 No 4337.

Burgeon, Luis. http://www.brad.ac.uk/staff/vtoropov/burgeon/thesis_luis/chapter.pdf. Tahun 2000. Diakses pada Februari 2017.

Manohar dkk., 2013. Application of Box Behnken design to optimize the pare-meters for turning Inconel 718 using coated carbide tools. Vikram Sarabhai Space Centre (ISRO) Trivandrum. India.

Purwanti dkk.,. 2013. Optimasi parameter proses pemotongan stainle-ss steel SUS 304 untuk kekasaran permukaan dengan metode response surface. Universitas Negeri Yogyakarta: Yogyakarta.

Winhaju dkk.,. 2013. Analisis Variasi dan Statistik Matematika Yang Terkait. ITS. Surabaya.