

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Data Awal UKM

Dalam melakukan eksperimen di tempat penelitian, yaitu di UKM Sanggar Lebah Priesta Keramik dan UKM Elvi Keramik, untuk memproduksi gerabah berkualitas ditentukan berdasarkan parameter kekuatan dan ketahanan produk terhadap jamur. Setelah mencari referensi dan literatur ilmiah serta wawancara dengan pakar/dosen di bidang material keramik, maka dalam penelitian ini menggunakan 3 variabel respon yaitu *bending strength* dan *impact strength* sebagai parameter kekuatan produk, serta *water absorption* sebagai parameter ketahanan produk terhadap jamur. Dari ketiga variabel respon tersebut menggunakan 7 faktor kendali dan 1 faktor *noise*. Kondisi awal UKM dalam memproduksi gerabah adalah sebagai berikut:

A1: lama waktu pengeringan selama 5 hari

B1: 4 wadah tanah plastis

C2: 6 wadah tanah kurang plastis

D1: 0,7 wadah pasir halus

E1: tidak memakai campuran abu jerami

F1: tidak memakai *holding time*

G1: suhu *sintering* 800 ° C

Dan untuk faktor *noise* ukuran butiran, kondisi awal UKM tidak mempertimbangkan hal tersebut.

Dari hasil eksperimen kondisi awal UKM dengan melakukan 4 replikasi, maka didapatkan rata-rata nilai 3 variabel respon produk gerabah sebagai berikut:

Tabel 5. 1 Nilai Kondisi Awal UKM

KONDISI AWAL UKM	
<i>Bending Strength</i>	5,46 MPa
<i>Impact Strength</i>	0,0591 J/mm ²
<i>Water Absorption</i>	16,15 %

Nilai untuk ketiga variabel respon masih cukup rendah, karena dapat disebabkan oleh faktor ukuran butiran material yang masih kasar sehingga hasil produk gerabah memiliki tingkat porositas yang cukup besar. Tingkat porositas yang cukup besar akan berdampak pada kekuatan produk gerabah akan menurun. Selain itu, apabila tingkat porositas cukup besar maka akan berdampak pada banyaknya rongga udara dalam produk gerabah yang akan mudah dimasuki air apabila dalam kondisi jenuh sehingga memungkinkan produk gerabah rentan terhadap jamur. Hardjowigeno (2007) menyatakan bahwa porositas merupakan proporsi ruang pori total (ruang kosong) yang memungkinkan ditempati oleh air dan udara, serta porositas adalah indikator kondisi *drainase* dan *aerasi* dari material. Pori-pori dibedakan menjadi pori-pori kasar (makro) dan pori-pori halus (mikro). Pori-pori kasar berisi udara atau air gravitasi (air yang mudah hilang karena gaya gravitasi), sedangkan pori-pori halus berisi air kapiler atau udara. Penelitian oleh Miftakhul Huda dan Erna Hastuti (2012) tentang pengaruh temperatur pembakaran dan penambahan abu terhadap kualitas batu bata, hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai porositas berbanding terbalik dengan kekuatan tekan batu bata, atau dengan kata lain semakin besar porositas maka kekuatan akan semakin menurun.

5.2 Kombinasi Level Faktor Optimal

Dalam penelitian ini, berdasarkan perhitungan SN Ratio dan perhitungan efek tiap faktor, maka didapatkan kombinasi level faktor optimal yang berbeda untuk masing-masing variabel respon dan faktor kendali yang berpengaruh juga berbeda untuk setiap variabel respon. Datanya ditampilkan sebagai berikut :

Kombinasi Level Faktor Optimal

- *Bending Strength* : A1 B1 C2 D1 E2 F2 G2
- *Impact Strength* : A2 B2 C1 D2 E1 F1 G1
- *Water Absorption* : A1 B2 C1 D2 E1 F2 G2

Faktor Kendali yang Berpengaruh

- *Bending Strength* : Tidak ada faktor yang berpengaruh
- *Impact Strength* : F
- *Water Absorption* : A, F, G

Tujuh faktor kendali yang ada, tidak memberikan pengaruh terhadap nilai *bending strength*. Beberapa penyebabnya antara lain karena campuran bahan baku belum dapat tercampur homogen dengan maksimal, kemudian proses pembuatan *sampel uji* (*spesimen*) belum optimal sehingga mempengaruhi nilai *bending strength* dari hasil pengujian.

Variabel respon *impact strength* hanya dipengaruhi secara signifikan oleh *holding time*. *Holding time* adalah lama waktu yang dibutuhkan untuk menahan suhu agar tetap konstan pada kondisi suhu tertentu. Hal ini dimungkinkan karena dalam kondisi di lapangan, berapapun suhu *sintering* tidak terlalu berpengaruh secara signifikan terhadap kualitas produk, asalkan waktu pembakarannya lama maka akan tetap mempengaruhi kualitas produk. Dalam artian, walaupun suhu *sinteringnya* lebih rendah, namun jika dibakar dalam waktu yang lebih lama (*holding time* lama) maka akan menghasilkan kualitas produk gerabah yang sama baiknya atau bahkan lebih baik dibandingkan dengan yang dibakar dengan suhu lebih tinggi, namun dalam waktu yang lebih singkat (tidak menggunakan *holding time*).

Variabel respon *water absorption* dipengaruhi secara signifikan oleh lama waktu pengeringan, *holding time* dan suhu *sintering*. Karena dijumpai dalam praktek di lapangan, produk gerabah yang dibakar dalam kondisi sudah sangat kering, dalam waktu yang lebih lama dan dengan suhu yang lebih tinggi akan menghasilkan produk gerabah yang lebih matang. Produk gerabah yang matang memiliki ciri warnanya lebih gelap, menghasilkan produk yang lebih keras dan rapat yang berarti tingkat porositasnya semakin kecil sehingga semakin sulit untuk menyerap air. Penelitian Tobing (2009) tentang pengaruh penambahan abu sekam padi dan suhu *sintering*

terhadap karakteristik keramik berpori dengan bahan dasar Zeolit alam Pahae dengan menggunakan teknik *sintering* pada pembakaran yang dimulai dari suhu 900 °C sampai 1100 °C. Dari hasil penelitian memberikan hasil bahwa semakin tinggi suhu *sintering* maka menyebabkan porositas akan semakin kecil.

Dengan menggunakan metode *Taguchi Multi Respon Signal to Noise* (MRSN) dengan mempertimbangkan 7 faktor kendali dan 1 faktor *noise* yang ada, maka didapatkan kombinasi level faktor optimal sebagai berikut :

A1 : lama waktu pengeringan selama 5 hari

B2 : 6 wadah tanah plastis

C2 : 6 wadah tanah kurang plastis

D1 : 0,7 wadah pasir halus

E1 : tidak memakai campuran abu jerami

F2 : *holding time* selama 30 menit

G2 : suhu *sintering* 900 ° C

Dari perhitungan *Multi Respon Signal to Noise* (MRSN), didapatkan hasil setting kombinasi level faktor optimal untuk masing-masing variabel respon adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 2 Nilai Kombinasi Optimal

Variabel Respon	A	B	C	D	E	F	G	1	2	3	4	Rata-Rata
<i>Bending Strength</i>	1	2	2	1	1	2	2	11.36	10.91	10.36	8.22	10.21
<i>Impact Strength</i>	1	2	2	1	1	2	2	0.0386	0.0302	0.0946	0.1559	0.0798
<i>Water Absorption</i>	1	2	2	1	1	2	2	11.94	12.22	11.10	11.75	11.75

Dari tabel di atas nilai rata-rata masing-masing variabel respon adalah

- *Bending Strength* : 10,21 MPa
- *Impact Strength* : 0,0798 J/mm²
- *Water Absorption* : 11,75 %

5.3 Perbandingan Data Awal UKM dengan Data Kombinasi Level Faktor Optimal

Setelah dilakukan eksperimen terhadap kondisi awal UKM dan kombinasi level faktor optimal, ternyata didapatkan peningkatan hasil nilai untuk masing-masing variabel respon, datanya ditampilkan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 5. 3 Perbandingan Nilai Awal UKM dan Nilai Kombinasi Optimal

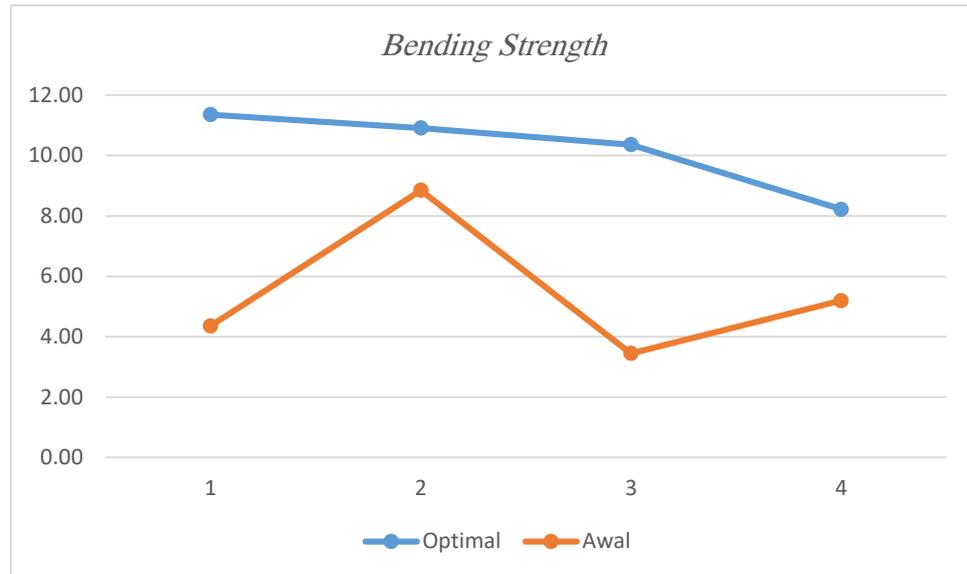
Variabel Respon	Data Awal UKM	Data Optimal	Selisih Kenaikan
<i>Bending Strength</i>	5.46 MPa	10.21 MPa	4.75 MPa
<i>Impact Strength</i>	0.0591 J/mm ²	0.0798 J/mm ²	0.0207 J/mm ²
<i>Water Absorption</i>	16.15 %	11.75 %	4.40 %

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa semua variabel respon mengalami peningkatan terhadap nilai kualitas produk gerabah. Hal ini sangat dipengaruhi oleh faktor lama waktu pengeringan yang cukup lama yaitu 5 hari sehingga produk gerabah yang dibakar sudah cukup kering, kemudian lama waktu *holding time* selama 30 menit dengan suhu *sintering* 900 ° C dan ukuran butiran material yang lebih halus dibandingkan dengan kondisi awal UKM. Faktor tersebutlah yang sangat mempengaruhi meningkatnya kualitas produk gerabah berdasarkan 3 variabel respon yang ada.

Namun setelah dilakukan uji *independent sample t-test* terhadap nilai awal dan optimal dari ketiga variabel respon, ternyata tidak semua variabel respon mengalami peningkatan secara signifikan, adapun analisis yang dapat diberikan adalah sebagai berikut;

1. Variabel Respon *Bending Strength*

Pada grafik di bawah ini ditampilkan perbandingan sejumlah 4 replikasi nilai *bending strength* kondisi awal UKM dengan kondisi optimal.



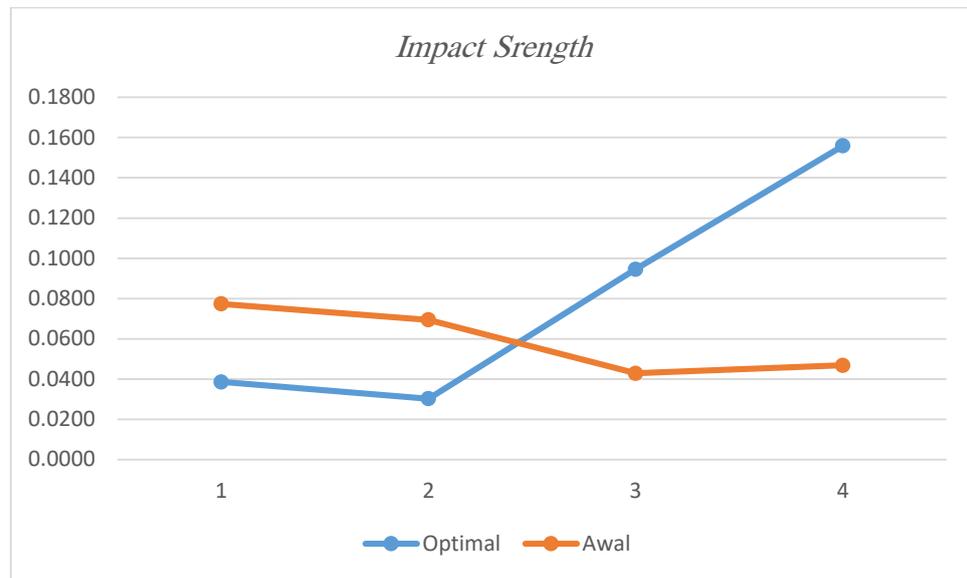
Gambar 5. 1 Nilai *Bending Strength* Optimal

Meskipun nilai *bending strength* optimal lebih besar daripada nilai kondisi awal UKM, namun dari grafik menunjukkan nilai *bending strength* mengalami penurunan secara perlahan, dan hasil pengujian uji *independent sample t-test* menunjukkan bahwa kombinasi level faktor optimal A1 B2 C2 D1 E1 F2 G2 dapat memberikan peningkatan secara signifikan terhadap nilai *bending strength*. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor sebagai berikut:

- a. Tidak ada faktor kendali yang memberikan pengaruh signifikan terhadap variabel respon *bending strength*, hal ini dapat disebabkan kondisi perancangan komposisi material B C D E (tanah plastis, tanah kurang plastis, pasir halus dan abu jerami) yang masih kurang optimal dan kondisi perlakuan faktor A, F dan G masih kurang tepat.
- b. Ada interaksi antara level 1 dan 2 dari faktor kendali yang tidak berpengaruh.
- c. Masih terkendala belum bisa membuat campuran bahan baku yang homogen.
- d. Terkendala dalam proses membuat *spesimen*, sehingga memiliki dimensi ukuran berbeda-beda.
- e. Dimungkinkan karena *variansi* nilai hasil pengujian *bending strength* terlalu lebar.
- f. Nilai *bending strength* semakin kecil (mengalami penurunan) dengan jumlah 4 replikasi.

2. Variabel Respon *Impact Strength*

Pada grafik di bawah ini ditampilkan perbandingan sejumlah 4 replikasi nilai *impact strength* kondisi awal UKM dengan kondisi optimal.



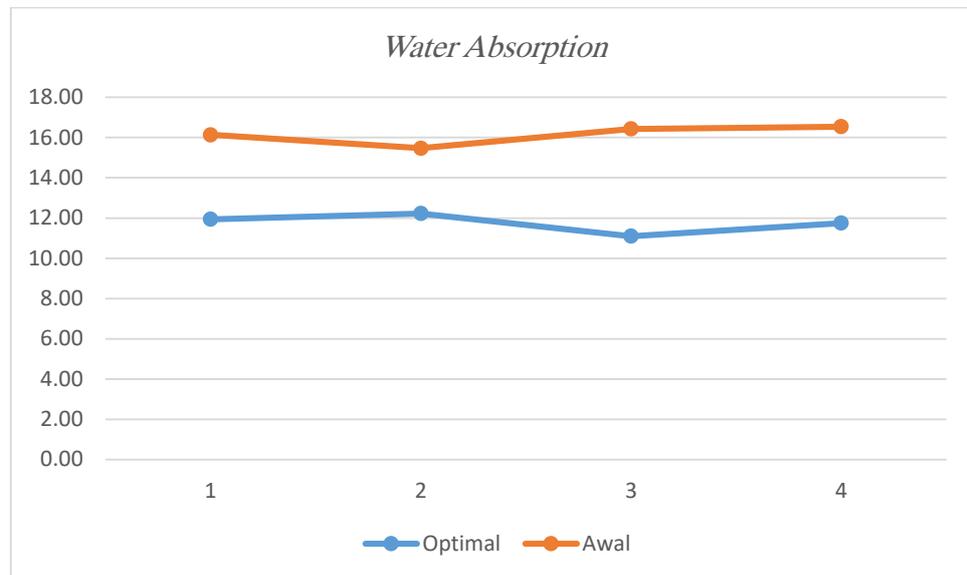
Gambar 5. 2 Nilai *Impact Strength* Optimal

Meskipun rata-rata nilai *impact strength* optimal relatif lebih besar daripada nilai kondisi awal UKM, namun hasil pengujian uji *independent sample t-test* menunjukkan bahwa kombinasi level faktor optimal A1 B2 C2 D1 E1 F2 G2 tidak memberikan peningkatan secara signifikan terhadap nilai *impact strength*. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor sebagai berikut:

- a. Hanya ada 1 faktor kendali yang memberikan pengaruh signifikan terhadap variabel respon *bending strength*, yaitu faktor F (*holding time*). Hal tersebut dapat disebabkan kondisi perancangan komposisi material B C D E (tanah plastis, tanah kurang plastis, pasir halus dan abu jerami) yang masih kurang optimal dan kondisi perlakuan faktor A, F dan G masih kurang tepat.
- b. Ada interaksi antara level 1 dan 2 dari faktor kendali yang tidak berpengaruh.
- c. Masih terkendala belum bisa membuat campuran bahan baku yang homogen.
- d. Terkendala dalam proses membuat *spesimen*, sehingga memiliki dimensi ukuran berbeda-beda.
- e. Variansi nilai *impact strength* dari 4 replikasi terlalu besar, yaitu nilai *impact strength* mengalami peningkatan dengan variansi yang terlalu besar.

3. Variabel Respon *Water absorption*

Pada grafik di bawah ini ditampilkan perbandingan sejumlah 4 replikasi nilai *water absorption* kondisi awal UKM dengan kondisi optimal.



Gambar 5. 3 Nilai *Water Absorption* Optimal

Nilai *water absorption* optimal lebih kecil daripada nilai kondisi awal UKM, dan hasil pengujian uji *independent sample t-test* juga menunjukkan bahwa kombinasi level faktor optimal A1 B2 C2 D1 E1 F2 G2 dapat memberikan peningkatan secara signifikan terhadap nilai *water absorption*. Hal ini dikarenakan nilai *water absorption* optimal relatif stabil (tidak terjadi fluktuasi). Faktor yang memberikan pengaruh paling signifikan terhadap nilai *water absorption* adalah tingkat kekeringan produk, *holding time* dan tingkat suhu *sintering*. Pada kombinasi level faktor optimal tersebut, produk gerabah diberikan perlakuan lama waktu pengeringan selama 5 hari dan dibakar pada suhu 900 ° C dengan *holding time* selama 30 menit, sehingga dapat dihasilkan produk yang benar-benar matang dan memiliki tingkat kerapatan yang bagus (tingkat porositas menjadi kecil) sehingga semakin sulit menyerap air (nilai *water absorption* semakin kecil).

5.4 Alternatif Kombinasi Level Faktor Optimal

Ada beberapa pilihan alternatif usulan bagi UKM Sanggar Lebah Priesta Keramik dan UKM Elvi Keramik berdasarkan perhitungan setting kombinasi

level faktor optimal dengan *Multi Respon Signal to Noise Ratio* (MRSN). Pilihan ini mempertimbangkan nilai variabel respon dan faktor biaya yang dibutuhkan untuk meningkatkan nilai variabel respon. Berikut ini alternatif kombinasi level faktor optimal yang dapat menjadi pilihan.

Tabel 5. 4 Pilihan Alternatif Usulan Kombinasi Level Faktor Optimal

Trial	Level Faktor Kendali							Variabel Respon			
	A	B	C	D	E	F	G	Bending Strength	Impact Strength	Water Absorption	Biaya
Awal	1	1	2	1	1	1	1	5.46	0.0591	16.15	Rp 15.072,93
1	1	1	1	1	1	1	1	8.29	0.0993	14.27	Rp 16.472,92
2	1	1	1	1	1	1	2	8.57	0.0944	12.73	Rp 16.806,25
3	1	1	1	1	1	2	1	10.33	0.0471	13.34	Rp 18.139,59
4	1	1	1	1	1	2	2	10.61	0.0651	11.80	Rp 18.472,92
5	2	1	1	1	1	1	1	7.71	0.0890	15.14	Rp 16.472,92
6	2	1	1	1	1	1	2	7.98	0.1070	13.59	Rp 16.806,25
7	2	1	1	1	1	2	1	9.75	0.0597	14.21	Rp 18.139,59
8	2	1	1	1	1	2	2	10.02	0.0777	12.66	Rp 18.472,92
9	1	1	1	2	2	2	2	10.15	0.0880	12.21	Rp 18.791,67
10	1	2	2	1	1	2	2	10.21	0.0798	11.75	Rp 19.722,92
11	1	2	2	2	2	1	1	7.44	0.1140	14.64	Rp 18.041,67
12	2	1	2	1	2	1	2	9.70	0.0908	14.60	Rp 17.618,75
13	2	1	2	2	1	2	1	9.05	0.0804	14.44	Rp 18.895,84
14	2	2	1	1	2	2	1	9.59	0.0766	14.35	Rp 18.952,09
15	2	2	1	2	1	1	2	5.41	0.1608	12.94	Rp 17.562,50