

KAJIAN KUALITAS GENTENG TERHADAP PENGARUH VARIASI KAOLIN PADA MESIN PELUMAT

Joko Yunianto Prihatin¹⁾, Suhartoyo²⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Mesin, Akademi Teknologi Warga Surakarta
Email : joko_ype@yahoo.com

²⁾ Jurusan Teknik Mesin, Akademi Teknologi Warga Surakarta
Email : suhartoyo.aryo@yahoo.com

Abstract

Mojolaban is place at ceramic roof tile center in Sukoharjo, Central of Java, Indonesia. They have 782 unit industry that 2500 human worker with approximately 350.000 pcs/month of ceramic roof tile product. (www.bakorwil2.com-2013). This Ceramic roof tile product have special quality with better than another place. At this moment early have main problem in decreased quality, almost influenced from leak mixing process at machine. They have 15% line leak, broken of ceramic roof tile product, so influence to decrease trust costumers to buy and use this ceramic roof tile product. To reach solution at this problem are applied joint analysis ATW academision and ceramic unit industry together. That main object analysis are speed engine, rol distance and dimension, kaolin composition at mixing process to dependent from strength pressure and absorb liquid of ceramic roof tile. The main expectation from this analysis are reached many factor variable that influenced, optimal composition at mixing process and compariton value ceramic roof tile performance at last and before that.

Keywords: *Kaolin, Mixing Process, Ceramic Roof Tile*

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Sukoharjo terletak di bagian tenggara provinsi Jawa Tengah dengan luas wilayah 446,666 ha. Keadaan topografi/geologi berupa daerah yang datar. Secara administratif mempunyai batas wilayah sebagai berikut: (1) Sebelah utara: Kota Surakarta; (2) Sebelah timur: Kabupaten Karanganyar; (3) Sebelah selatan: Kabupaten Wonogiri dan Kabupaten Gunung Kidul Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta; (4) Sebelah barat : Kabupaten Boyolali dan Kabupaten Klaten. Jumlah penduduk pada tahun 2009 tercatat 833.575 jiwa yang terdiri dari 407.195 jiwa penduduk laki-laki dan 426.380 jiwa penduduk perempuan, yang mana jumlah usia muda lebih banyak dari yang usia tua dengan pertumbuhan penduduk berkisar 1% dari jumlah penduduk tiap tahun. (BPS Sukoharjo, 2010)

Tingginya jumlah penduduk di Kabupaten Sukoharjo mendorong meningkatnya kebutuhan sektor perumahan, maka kebutuhan akan bahan bangunan semakin meningkat. Sentra industri genteng

press banyak terdapat di Desa: Jatisobo, Wirun, Joho, Mojolaban dan Desa Grogol, Weru, Kabupaten Sukoharjo. Di daerah tersebut terdapat 782 unit pengrajin dan menyerap sekitar 2.500 orang tenaga kerja dengan jumlah produksi mencapai 350.000buah/bulan. (www.bakorwil2.com, 2006) Produk genteng dari Kecamatan Mojolaban ini memiliki karakteristik yang berbeda dengan genteng yang dihasilkan oleh kecamatan lainnya. Salah satu industri genteng yang besar dan mengetuai 12 industri genteng di Mojolaban adalah MT Indah Mantili berlokasi di Dusun Ngambakkalang RT 03/12, Wirun, Mojolaban, Kabupaten Sukoharjo.

Kelebihan kualitas genteng Mantili yang dihasilkan industri MT Indah Mantili antara lain : bentuk genteng rapi, model bervariasi, tidak mudah ditumbuhi lumut, tidak mudah pecah, pembakaran cepat, dan efisiensi bahan bakar. Sehingga dewasa ini dapat menjual genteng hingga wilayah DIY. ke Provinsi Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Bali serta beberapa kali melakukan ekspor genteng keramik ke Negara-negara Eropa, seperti:

Belanda dan Perancis. Banyak pesanan yang tidak dapat dipenuhi oleh produsen karena tidak dapat mencampur/ membuat sendiri bahan dengan pulen dan di pasaran memang belum ada banyak. Hal ini merupakan peluang pasar yang baik bagi bahan genteng, maka sangat dimungkinkan bila dicampur dengan baik dan difinishing dengan rapi akan dapat menembus pasar ekspor yang lebih luas lagi, seperti: Jerman, Perancis, dan Amerika.

Melihat peluang pasar tersebut, maka dari Tim Akademisi ATW bekerja sama dengan kelompok UKM Genteng Mojolaban untuk berperan aktif mengikuti dan mempelajari kajian pengolahan genteng tersebut hingga dilakukan penelitian berkelanjutan guna mencapai kesempurnaan kualitas genteng tersebut untuk bisa bersaing dan diterima di pasar secara luas.

MT Indah Mantili Mojolaban didirikan untuk mewadai pengrajin genteng di Dusun Ngambakkalang RT 03 RW 12, Desa Wirun, Kecamatan Mojolaban, Kabupaten Sukoharjo. Kapasitas produksi masing-masing anggota pengrajin berkisar 30.000 buah.

Permasalahan yang dihadapi adalah proses pelumatan atau penggilingan yang tidak homogen, mengingat alat yang digunakan masih konvensional. Sehingga untuk meningkatkan kualitas genteng, harus menambahkan kaolin yang harganya relatif mahal.

Penggunaan bahan kaolin menuntut proses pembuatan genteng membutuhkan pelumatan bahan baku sebanyak dua kali lebih proses karena butiran bahan kaolin lebih sulit dilumatkan. Hal ini menyebabkan biaya produksi genteng menjadi lebih besar, waktu pelumatan yang lama, dan hasil pelumatan tidak homogen serta terbatasnya kapasitas hasilnya. Dan jika tidak ditambahkan kaolin, maka hasil akhir genteng banyak yang retak jari atau bahkan keropos, sehingga mengurangi daya saing jual. Oleh sebab itu pengerjaan pelumatan ini harus dioptimalkan agar dapat memenuhi permintaan konsumen secara tepat waktu

seiring dengan meningkatnya kualitas genteng yang dihasilkan.



Gambar 1. Cacat Genteng (pecah, patah ujung, tidak padat)

Bertitik tolak dari permasalahan di atas, maka penelitian ini dapat dirumuskan antara lain :

1. Berapa diameter rol molen, putaran motor dan jarak antar roll yang tepat agar diperoleh daya serap air dan kekuatan beban lentur genteng yang optimal ?
2. Berapa komposisi bahan optimal yang dapat meningkatkan kualitas genteng press ?
3. Berapa setting parameter optimal yang bisa mengoptimalkan sifat fisis dan mekanis genteng press ?

Berdasar permasalahan tersebut, maka tujuan yang diharapkan tercapai diantaranya :

1. Untuk menentukan diameter rol molen, putaran motor dan jarak antar roll yang tepat agar diperoleh daya serap air dan kekuatan beban lentur genteng yang optimal.
2. Untuk menentukan komposisi bahan optimal yang dapat meningkatkan kualitas genteng press.
3. Untuk menentukan setting parameter yang optimal yang dapat mengoptimalkan sifat fisis dan mekanis genteng press.

Manfaat yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah ditemukannya setting yang optimal pada peralatan *mollen* yaitu diameter roll, putaran motor dan jarak antar roll dalam proses pengadonan bahan baku yaitu tanah liat, air dan kaolin untuk menghasilkan adonan yang homogen sebelum dicetak menjadi genteng. Sehingga diperoleh produk genteng yang berkualitas ditinjau dari kecilnya daya serap air dan

tingginya kekuatan beban lentur yang dihasilkan dari genteng press di MT Indah Mantili Mojolaban. Dengan demikian, semakin meningkatnya kualitas genteng yang dihasilkan MT Indah Mantili Mojolaban maka mampu bersaing dengan jenis genteng lainnya dan meningkatkan penjualan sehingga keuntungan yang diperoleh juga meningkat serta mampu meningkatkan kesejahteraan masyarakat di Mojolaban dan Sukoharjo pada khususnya.

2. KAJIAN LITERATUR DAN PENGEMBANGAN HIPOTESIS

Ketahanan Terhadap Perembesan Air adalah apabila dalam waktu minimum 2 jam dari bagian bawah 4 buah genteng uji tidak ada air yang menetes, maka genteng dianggap rapat air. Sedangkan jika dalam 5 buah genteng uji ternyata 2 buah diantaranya meneteskan air, maka pengujian harus diulang lagi dengan 5 buah genteng baru. Jika dalam pengujian ulangan hal tersebut terjadi lagi, maka genteng dinyatakan tidak tahan terhadap perembesan (Peraturan Genteng Keramik Indonesia, ASTM C-20-00-2005).

Beban Lentur adalah Beban lentur dari genteng adalah hasil rata-rata dari minimal 6 buah genteng uji yang dibulatkan sampai 1 kg. Beban maksimum adalah beban tertinggi pada saat genteng uji patah (Peraturan Genteng Keramik Indonesia, NI-19, 1978)

Menurut SNI 03-6861.1-2002, berdasarkan kekuatan menahan beban lentur, genteng keramik dibagi menjadi 5 tingkat yaitu : tingkat mutu I, II, III, IV dan V, dengan standar nilai seperti pada Tabel dibawah

Tabel 1. Kekuatan Beban Lentur Genteng Keramik

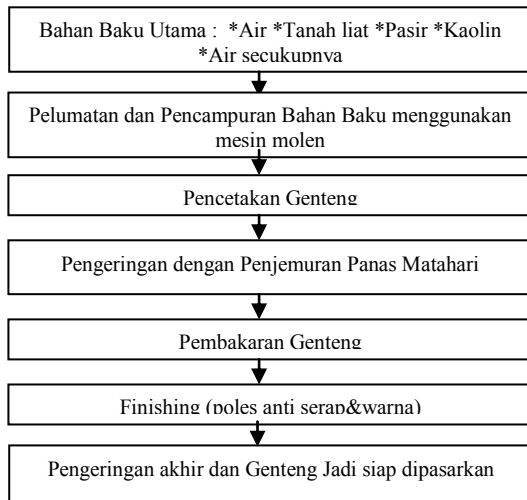
Tingkat Mutu	Beban Lentur Rerata dari 6 buah genteng yang diuji	Beban Lentur Minimal Masing-masing genteng yang diuji
I	150	110
II	120	90
III	80	60
IV	50	35
V	30	25

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 0099 : 2007), Syarat mutu genteng meliputi : Sifat Tampak Genteng harus memiliki permukaan atas yang mulus , tidak terdapat retak, atau cacat lain yang mempengaruhi sifat pemakaiannya. Penyerapan air maksimal 10 % Ketahanan terhadap Perembesan Air (*Impermeabilitas*) Tidak boleh ada tetesan air dari permukaan bawah genteng kurang dari 20 jam \pm 5 menit.

“Laporan Akhir Penelitian dan Pengembangan UKM di Jawa Tengah” (Semarang: BALITBANG Pemerintah Provinsi Jawa Tengah, 2006) Dalam penelitian tersebut terdapat semua klaster dan produk-produk unggulan dari Provinsi Jawa Tengah. Kabupaten Sukoharjo.

Dinas Perindustrian Provinsi Daerah Tingkat I Jawa Tengah, “Diktat Pembuatan Batu Merah dan Genteng” (Semarang: Dinas Perindustrian Provinsi Daerah Tingkat I Jawa Tengah, 2010) berisi tentang berbagai hal yang berkaitan dengan batu bata dan genteng mulai dari bahan yaitu lempung atau tanah liat, cara penelitian lempung yang baik untuk pembuatannya, proses pembuatan, mengenal macam-macam tungku pembakaran, serta usaha-usaha perbaikan mutu. Diktat tersebut akan membantu penulis dalam menjelaskan proses produksi genteng press sebelum dilakukan pemasaran dari bahan tanah liat sampai menjadi genteng press.

Tahapan produksi genteng press pada kelompok ukm genteng dipimpin MT Indah Mantili Mojolaban di Dusun Ngambakkalang RT 03 RW 12, Desa Wirun, Kecamatan Mojolaban, Kabupaten Sukoharjo digambarkan pada diagram berikut:



Gambar 2. Proses Pembuatan Genteng Pres di MT Indah Mantili Mojolaban

Berdasar penelitian terkait dalam upaya meningkatkan kualitas genteng diantaranya adalah :

1. Tugino, Teknik Sipil UNNES 2010, kajian kualitas genteng keramik dengan penambahan pasir sungai yang menghasilkan ketetapan ukuran panjang dan lebar, ukuran tinggi kaitan, ketetapan bentuk, kualitas penyerapan air, pengaruh terhadap kekuatan menahan beban lentur
2. Sutrisno, Teknik Mesin Pasca Sarjana UNS, 2013, kajian kekuatan tarik dan ketahanan bakar komposit geopolimer MMT – serat karbon pada genteng sokka (lempung) yang menghasilkan pengaruh fraksi volume serat karbon dan fraksi volume serbuk genteng Sokka/ lempung MMT.
3. Widodo, Musabbikhah, Putra. S, 2009. Pengujian fisis genteng press yang dilakukan dalam penelitian ini adalah uji daya serap air. Agar dihasilkan mutu genteng yang baik, maka perlu memilih bahan-bahan yang baik, dan juga memperhatikan komposisi material yang digunakan serta homogenitas bahan. Kepadatan genteng dapat menghasilkan kekuatan genteng yang tinggi dan daya serap air yang kecil, sehingga kualitas genteng semakin baik karena genteng tersebut dapat menahan air yang masuk,

dengan demikian perembesan air ke dalam rumah dapat diminimasi.

Hitung daya serap air genteng dengan rumus:

$$\% \text{ daya serap air} = \frac{\text{Berat basah} - \text{berat kering}}{\text{Berat genteng basah}} \times 100\%$$

4. Khurmi, 2001. Pengujian beban lentur merupakan salah satu cara salah satu uji sifat mekanis genteng press. Kemampuan untuk menahan beban lentur merupakan pertimbangan dalam analisis terhadap kekuatan genteng press. Pengujian Kuat lentur secara normal digunakan untuk menentukan karakteristik perkerasan beton (genteng) dan hasilnya dinyatakan dalam modulus of rupture. Tegangan MOR dihitung dengan persamaan:

$$MOR = \frac{PxL}{bx(d)^2}$$

- MOR : (Mpa)
 P : Beban Pada Balok (N)
 L : Panjang Bentang (mm)
 b Lebar : balok benda uji (mm)
 d Tinggi : balok benda uji (mm)

5. Ross, 1989. Metode *Taguchi* merupakan suatu pendekatan konvensional yang digunakan dalam pengendalian kualitas *off-line* untuk meningkatkan kualitas produk dan proses manufaktur
6. Anik Sri Sulanjari, 2003 “Analisis Faktor Yang mempengaruhi Pendapatan Pekerja Pada Usaha Kerajinan Genteng di Sukoharjo”.
7. Ida Damayanti, 2011 “Spesifikasi Teknis Genteng Beton Pt.Cisangkan”
8. Puji Febriansyah dkk, 2013 “ Pengaruh Penambahan Limbah Padat Abu Terbang batu Bara Fly Ash terhadap Kekuatan Tekan dan Porositas Genteng Tanah Liat Kabupaten Pringsewu”
9. Widodo dkk, 2002 “Penerapan Prosedur *Multiresponse Signal TO Noise* untuk Mengoptimalkan Proses Pembuatan

Genteng Press di KUPP MEKAR SARI MAKMUR Skh”

Perbedaan dengan penelitian sebelumnya adalah, pada kajian ini lebih dititikberatkan pada analisa kualitas pengadukan atau penggilingan dalam mesin pelumat. Disamping itu diharapkan bisa menguji kemampuan optimal dari mesin pelumat itu sendiri menuju penerapan teknologi tepat guna. Sehingga komposisi yang akan diaduk dan irama pengadukan bisa terkontrol dan berdampak positif pada proses pencetakan genteng menjadi mampu bersaing baik, dilihat dari sudut pandang kuat lentur dan resapannya / ringan.

3. METODE PENELITIAN

Objek dan lokasi Penelitian dan Pengujian

Obyek penelitian ini berupa Genteng Press yang dihasilkan di Kelompok Pengrajin Genteng MT Indah Mantili Dusun Ngabakkalang RT 03 RW 12 Desa Wirun, Kecamatan Mojolaban, Kabupaten Sukoharjo

Alat dan Bahan Penelitian dan Pengujian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian dan pengujian antara lain :Timbangan, Ayakan, Mesin Pelumat jenis single molen, Unit pencetak manual, jumlah alat yang dimiliki rata-rata dua unit, Rumah/lahan untuk penjemuran dan proses produksi., Unit oven pembakaran, Ember plastik untuk uji daya serap air, Thermometer dan Mesin uji kekuatan beban lentur

Identifikasi Variabel Penelitian dan Pengujian

Variabel Bebas (*Independent Variable*) yaitu variabel yang berpengaruh terhadap daya serap air dan kekuatan beban lentur genteng meliputi

Tabel 2. Penetapan level faktor pada pembuatan genteng

No.	Faktor	Level 1	Level 2
1.	Diemeter roll	200 mm	225 mm
2.	Putaran motor	1.000 rpm	1.250 rpm
3.	Jarak antar roll	3 mm	5 mm
4.	Komposisi	1:0,5:0,25	1:0,5:0,5

Variabel Terikat (*Dependent Variable*) : Sifat Fisis (Daya serap air) dan Sifat Mekanis (Kekuatan beban lentur)

Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data primer, sekunder dilakukan dengan cara :

Data Primer Observasi adalah upaya mengumpulkan data berkaitan dengan kondisi dan permasalahan genteng press di Kecamatan Mojolaban, Sukoharjo.

Data Primer Eksperimen Pada percobaan ini dilakukan dengan memvariasikan variabel bebas yaitu diameter roll, putaran motor dan jarak antar roll pada mesin pelumat jenis *single molen*.

Berikut ini Penetapan level faktor rancangan pembuatan genteng press:

Data sekunder :Kajian Pustaka : Dilakukan dengan mengumpulkan teori pendukung yang berkaitan dengan obyek penelitian berasal dari jurnal ilmiah, internet, artikel, *text book*.

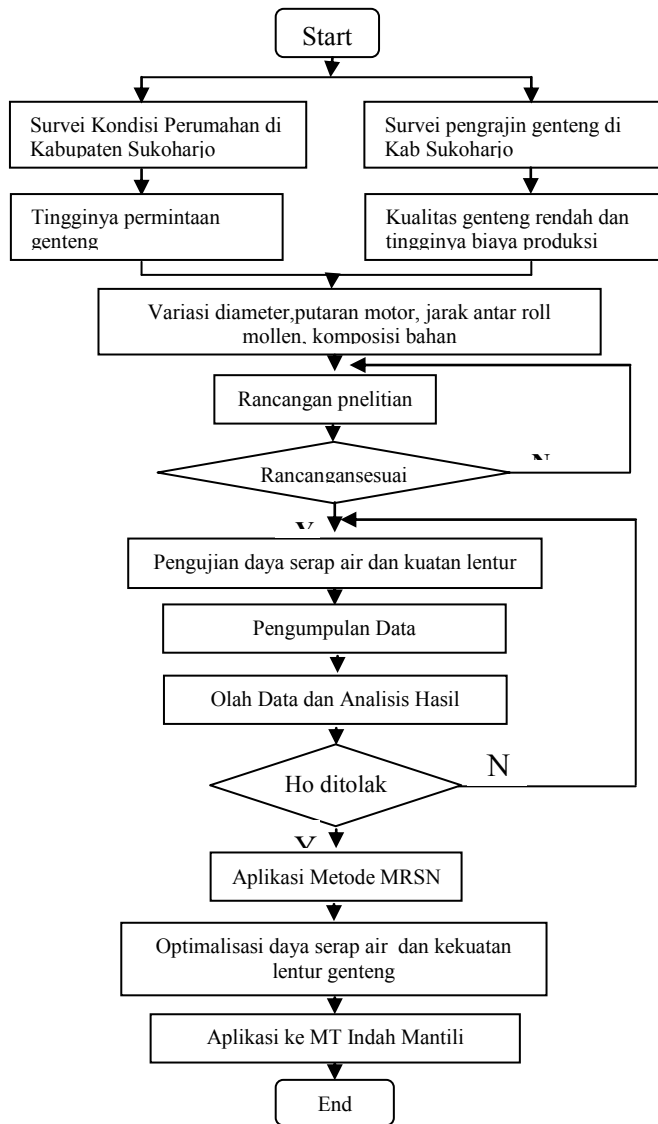
Data Sekunder Interview : Adalah tanya jawab kepada operator yang ahli di bidang pembuatan genteng press

Analisis Data

Data yang akan digunakan dalam analisa statistik adalah data hasil uji daya serap air dan uji beban lentur genteng. Sampel genteng yang akan diuji diambil dari hasil kombinasi atau variasi yang dilakukan dari ke 8 variasi dan masing-masing dilakukan 3 kali. Maka untuk keperluan pengujian tersebut diperlukan sedikitnya 24 sampel untuk daya serap air dan untuk uji kekuatan beban lentur.

Untuk membuktikan hasil percobaan, maka dalam pembuatan genteng press ini, peneliti menggunakan analisis variansi (ANOVA) dimana tiap faktor terdiri dari 2 level dengan uji statistik adalah uji F. Selanjutnya dari analisa variansi tersebut dikembangkan dengan perhitungan menggunakan metode *Taguchi* untuk membuktikan bahwa pembuatan genteng press yang berkualitas, dapat dilakukan dengan membuat campuran bahan yang homogen berdasarkan variasi diemeter rol, putaran motor dan jarak antar rol pada mesin molen. Dengan meningkatnya kualitas

genteng press ditinjau dari daya serap air dan kekuatan beban lentur, maka permasalahan genteng MT Indah Mantili Mojolaban selama ini dapat teratasi.



Gambar 3 Diagram Alur Pengujian Menggunakan Metode Statistik *Taguchi*

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berdasarkan dari hasil pengujian didapatkan nilai data seperti ditunjukkan sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil uji kuat lentur dan serap air pada MT Indah Mantili

Kuat Lentur (kgf)	Daya Serap Air (%)
97	20,283
99	19,040
98	16,229
Rerata $\bar{X} = 98,00$	Rerata $\bar{X} = 18,52$

Tabel 4. Data Hasil Uji Kuat Lentur Genteng Keramik (kgf)

Trial	Faktor				Kuat Lentur (kgf)			Rerata \bar{X}
	A	B	C	D	n1	n2	n3	
1	1	1	1	1	95	96	94	95,00
2	1	2	2	2	98	99	100	99,00
3	1	3	3	3	97	95	96	96,00
4	2	1	2	3	95	99	96	96,67
5	2	2	3	1	97	99	98	98,00
6	2	3	1	2	94	96	94	94,67
7	3	1	3	2	102	101	99	100,67
8	3	2	1	3	96	95	94	95,00
9	3	3	2	1	94	95	95	94,67
Rerata tiap n					96,44	97,22	96,22	

Data Serap Air genteng Keramik diperoleh dari menimbang berat basah genteng setelah direndam air 24 jam, kemudian dilanjutkan dengan penimbangan berat kering genteng setelah di oven 100° selama 24 jam. Dan dari hasil 2 berat tersebut dihitung nilai prosentase daya serap airnya dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 n \text{ serap} &= ((\text{berat basah}-\text{berat kering})/\text{berat kering}) \times 100\% \\
 &= ((n1-n2)/n2) \times 100\% \\
 &= ((2.280 - 1941)/1941) \times 100\% \\
 &= 17,465\%
 \end{aligned}$$

Tabel 5. Data Hasil Uji Serap Air genteng Keramik (%)

Trial	Faktor				Berat genteng Keramik (kg)					Nilai serap air %			
	A	B	C	D	n1	n2	n3	n1	n2	n3			
1	1	1	1	1	2280	1941	2260	1924	2295	1920	17,465	17,464	19,531
2	1	2	2	2	2232	1873	2236	1877	2245	1881	19,167	19,126	19,351
3	1	3	3	3	2254	1989	2226	1867	2245	1885	18,757	19,229	19,098
4	2	1	2	3	2311	1940	2167	1818	2201	1846	19,124	19,197	19,231
5	2	2	3	1	2295	1908	2282	1917	2213	1904	20,283	19,040	16,229
6	2	3	1	2	2358	1974	2300	1946	2265	1928	19,453	18,191	17,479
7	3	1	3	2	2326	1989	2327	1989	2239	1927	16,943	16,993	16,191
8	3	2	1	3	2038	1695	2083	1733	2044	1704	20,236	20,196	19,953
9	3	3	2	1	2311	1935	2302	1937	2311	1941	19,432	18,844	19,062
Rerata tiap n					18,984	18,698	18,458						

Pembahasan

Untuk pengujian normalitas data digunakan uji *kolmogorov Smirnov* dengan *software spss. (analyze, Nonparametric test, One sample kolmogorov smirnov test)*. Sehingga terlihat bahwa nilai signifikansi $\geq 0,05 \rightarrow (0,229 > 0,05)$, maka H_0 diterima. Artinya distribusi populasi kuat lentur genteng normal. Sedangkan nilai signifikansi $\geq 0,05 \rightarrow (0,091 > 0,05)$, maka H_0 diterima.

Artinya distribusi populasi daya serap air pada genteng normal

Untuk pengujian homogenitas data digunakan *Uji Barlett*. Dan dihasilkan $\chi^2 < \chi^2_{0.05;8}$, ($0,09755 < 15,507$), maka H_0 diterima, artinya data kuat lentur homogen. Sedangkan karena $\chi^2 < \chi^2_{0.05;8}$, ($1,203952 < 15,5$), maka H_0 diterima, artinya data daya serap air genteng homogen.

Berdasarkan hasil perhitungan yang tercantum pada tabel. Anova menunjukkan bahwa faktor Putaran Mesin (B) Jarak Antar Rol (C) dan Komposisi Kaolin (D) berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon kuat lentur dan respon daya serap air genteng, dimana $F_{hitung} > F_{table}$.

Tabel. 6. Daftar ANOVA Pengujian Kuat Lentur Genteng

Sumber Variasi	Db	SS	MS	F hitung	F tabel
A	0.52	2	0.26	0.1750	3.55
B	31.19	2	15.59	10.5250	3.55
C	50.30	2	25.15	16.9750	3.55
D	29.63	2	14.81	10.0000	3.55
Error	26,67	18	1.48		
ST	138,30	26			

Tabel. 7. Daftar ANOVA Pengujian Daya Serap Air

Sumber Variasi	db	SS	MS	F Hitung	F tabel
A	0.11	2	0.05	0.0668	3.55
B	7.48	2	3.74	4.7252	3.55
C	5.70	2	2.85	3.6007	3.55
D	8.36	2	4.18	5.2796	3.55
Error	14,25	18	0.79		
ST	35,91	26			

Karakteristik kualitas yang digunakan adalah *LTB Larger The Better* untuk respon kuat lentur genteng dan *STB Smaller The Better* untuk respon daya serap air. Maka kualitas genteng semakin baik Nilai S/N untuk kedua jenis karakteristik tersebut adalah kombinasi level faktor optimal **A3B1C3D2**. Dan serupa dengan nilai efek tiap factor, sehingga tidak diperlukan analisis uji regresi.

Tabel. 8. SNR Pengujian Kuat Lentur dan Daya Serap Air

EKS	Faktor.				Data (Mgcm)			SNR	Data			SNR
	A	B	C	D	n1	n2	n3		n1	n2	n3	
1	1	1	1	1	95	96	94	49,0972	17,465	17,464	19,531	-25,1916
2	1	2	2	2	98	99	100	49,4554	19,167	19,126	19,351	-25,6728
3	1	3	3	3	97	95	96	49,1882	18,757	19,229	19,098	-25,5883
4	2	1	2	3	95	99	96	49,2493	19,124	19,197	19,231	-25,6588
5	2	2	3	1	97	99	98	49,3672	20,283	19,040	16,229	-25,3878
6	2	3	1	2	94	96	94	49,0668	19,453	18,191	17,479	-25,2928
7	3	1	3	2	102	101	99	49,6008	16,943	16,993	16,191	-24,4611
8	3	2	1	3	96	95	94	49,0972	20,236	20,196	19,953	-26,0763
9	3	3	2	1	94	95	95	49,0665	19,432	18,844	19,062	-25,6271

Tabel. 9. Efek Tiap Faktor Pengujian Kuat Lentur

Level	Faktor			
	A.	B.	C.	D.
1.	49.2469	49.3158	49.0871	49.1770
2	49.2278	49.3066	49.2571	49.3743
3	49.2548	49.1071	49.3854	49.1782
Selisih	0.0270	0.2086	0.2983	0.1974
Position mak	3	1	3	2

Tabel. 10. Efek Tiap Faktor Daya Serap Air %

Level	Faktor			
	A.	B.	C.	D.
1	-25.4842	-25.1038	-25.5202	-25.4022
2	-25.4465	-25.7123	-25.6529	-25.1422
3	-25.3882	-25.5028	-25.1458	-25.7745
Selisih	0.0583	0.6085	0.5071	0.6323
Position Mak	3	1	3	2

Uji beda dilakukan untuk mengetahui kemampuan menurunkan rerata nilai respon kuat lentur dan daya serap air hasil ukm mantili tersebut (*LTB*).

Tabel 11 Uji beda kuat lentur

Optimal (A3B1C3D2)	Umum Industri Genteng (X ₂)
(X ₁)	(X ₂)
102	97
101	99
99	98
$\Sigma = 302$	$\Sigma = 294$
$\bar{X}_1 = 100,67$	$\bar{X}_2 = 98$

Tabel 12 Uji beda kuat lentur

Optimal (A3B1C3D2)	Umum Industri Genteng
(X ₁)	(X ₂)
16.94	20,283
16.99	19,040
16.19	16,229
$\Sigma = 50,1270$	$\Sigma = 55,5520$
$\bar{X}_1 = 16,71$	$\bar{X}_2 = 18,52$

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian diatas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Faktor Putaran Mesin (B) Jarak Antar Rol (C) dan Komposisi Kaolin (D) berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon kuat lentur dan daya serap genteng berbeda dengan faktor diameter rol (A)
2. Kombinasi level faktor dan efek tiap faktor optimal berada pada desain eksperimen taguchi ke 7, yaitu A3B1C3D2 pada respon kuat lentur dan daya serap air
3. Perbandingan uji beda kuat lentur umum hasil ukm mantili terhadap nilai optimal mengalami kenaikan 2,67 atau 2,78% dan masuk kategori mutu kelas II, sedangkan respon daya serap air mengalami penurunan -1,81 atau -9,78% dan masuk kategori mutu kelas II tertinggi

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. -----, 2006. Laporan Akhir Penelitian dan Pengembangan UKM di Jawa Tengah. BALITBANG Pemerintah Provinsi Jawa Tengah, Semarang, Jawa Tengah
- [2]. -----, 2010 Diktat Pembuatan Batu Merah dan Genteng. Semarang : Dinas Perindustrian Provinsi Daerah Tingkat I Jawa Tengah, Semarang, Jawa Tengah
- [3]. -----, 2006, www.bakorwil2.com
- [4]. -----, 2010, Angka Kepadatan Penduduk Sukoharjo, BPS, Sukoharjo.
- [5]. -----, MT Indah Mantili Mojolaban
- [6]. -----, Peraturan Genteng Keramik Indonnesia, NI-19, 1978
- [7]. -----, Peraturan Genteng Keramik Indonesia, ASTM C-20-00-2005
- [8]. -----, SNI 0099 : 2007, pengujian daya serap genteng press
- [9]. -----, SNI 03-6861.1-2002 kuat lentur genteng keramik
- [10]. Damayanti Ida. 2011. Spesifikasi Teknis Genteng Beton Pt.Cisangkan. Jawa Tengah
- [11]. Febriansyah Puji dkk. 2013. Pengaruh Penambahan Limbah Padat Abu Terbang batu Bara Fly Ash terhadap Kekuatan Tekan dan Porositas Genteng Tanah Liat Kabupaten Pringsewu. Jawa Tengah
- [12]. Khurmi, 2001. Strength of Material, S.Chand and Company, New Delhi.
- [13]. Phillip J. Ross. 1998. Taguchi Techniques for Quality Engineering, Second Edition, MC Graw Hill, Singapore.
- [14]. Sulanjari, A S. 2003. Analisis Faktor Yang mempengaruhi Pendapatan Pekerja Pada Usaha Kerajinan Genteng di Kabupaten Sukoharjo. Sukoharjo, Jawa Tengah
- [15]. Sutrisno. 2013, Kajian kekuatan tarik dan ketahanan bakar komposit geopolimer MMT – serat karbon pada genteng sokka (lempung) terhadap pengaruh fraksi volume serat karbon dan fraksi volume serbuk genteng Sokka/ lempung MMT, Teknik Mesin Pasca Sarjana UNS Surakarta, Jawa Tengah
- [16]. Tugino. 2010, Kajian kualitas genteng keramik dengan penambahan pasir sungai terhadap ketetapan bentuk, kualitas penyerapan air, dan pengaruh terhadap kekuatan dalam menahan beban lentur. Teknik Sipil UNNES. Semarang, Jawa Tengah
- [17]. Widodo dkk. 2002. Penerapan Prosedur Multiresponse Signal TO Noise untuk Mengoptimalkan Proses Pembuatan Genteng Press di KUPP MEKAR SARI MAKMUR. Sukoharjo, Jawa Tengah.
- [18]. Widodo, Musabbikhah, Putra. S. 2009. Pengujian fisis genteng press terhadap komposisi material yang digunakan serta homogenitas bahan. Sukoharjo, Jawa Tengah