

Penerapan Metode Taguchi untuk Meningkatkan Mutu Elastisitas dan Rekat Malam Menggunakan Media Kompor Portable Berbasis Arduino

Saufik Luthfianto¹⁾, Siswiyanti²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Industri Universitas Pancasakti Tegal
Email: ¹⁾saufik_lutfianto@upstegal.ac.id, ²⁾siswiyanti@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini menjelaskan adanya mutu elastisitas dan rekat malam dengan eksperimen dari parameter perancangan kompor berbasis sensor arduino. Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimental murni dengan metode taguchi, terdiri 4 faktor terkendali masing-masing memiliki 2 level, Jumlah level dan faktor yang ada dapat ditentukan jumlah baris untuk matriks *orthogonal array* yaitu 8 sehingga *orthogonal array* yang sesuai adalah $L_8(2^4)$. Setelah dilakukan eksperimen taguchi terhadap batik tulis pemalang maka pengaruh nilai rata-rata (*mean*) dan pengaruh nilai SNR, yang berarti semua faktor signifikan terhadap *daya elastisitas dan rekat malam* serta hasil eksperimen konfirmasi untuk nilai rata-rata dan SNR dapat diterima berdasarkan pertimbangan selang kepercayaan, dengan demikian untuk *setting level optimal* dihasilkan pewarnaan waktu 15 menit, nilai kalor pada nyala api kompor briket berbasis sensor arduino 5993,068 kal/g, nilai kalor pada nyala api kompor bioethanol berbasis sensor arduino adalah 5432,541 kal/g dan Perekat 10% dan terjadi peningkatan kualitas sebesar untuk *daya elastisitas dan rekat malam* adalah 1,44 atau terjadi peningkatan sebesar 17,80 %.

Kata Kunci: Eksperimen taguchi, daya elastisitas dan rekat malam, kompor portable arduino

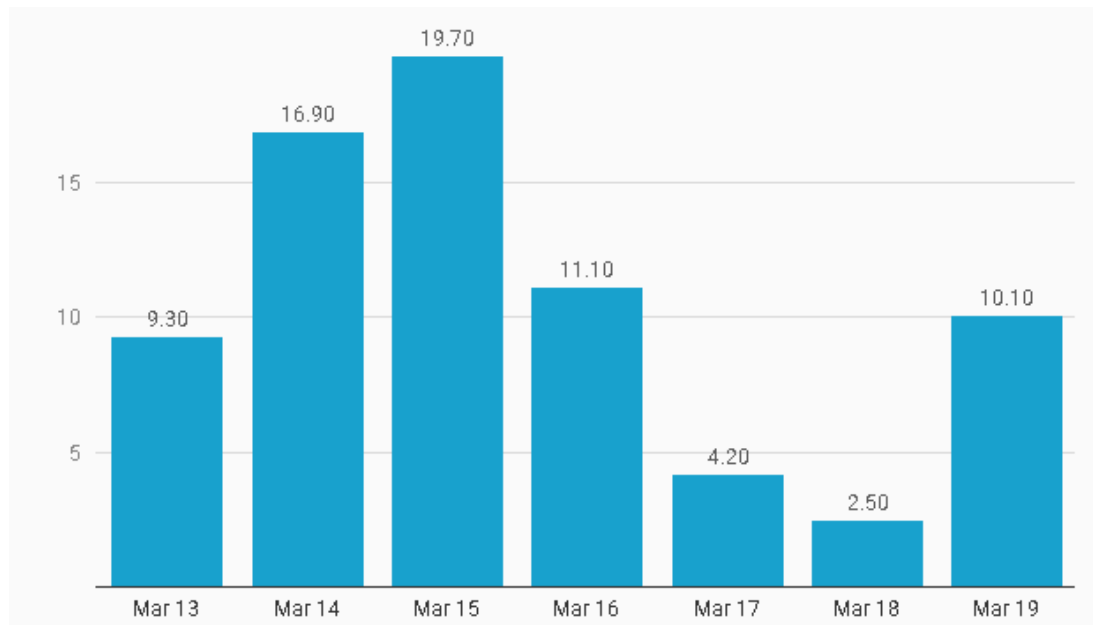
Abstract

This research explains the existence of elasticity and night adhesion quality with experiments of the parameters of arduino sensor-based stove design. This study uses a pure experimental design with the Taguchi method, consisting of 4 controlled factors, each of which has 2 levels, the number of levels and the existing factors can be determined by the number of rows for the orthogonal array matrix, which is 8 so that the appropriate orthogonal array is $L_8(2^4)$. After the Taguchi experiment on Pemalang written batik, the influence of the mean value and the effect of the SNR value, which means that all factors are significant to the elasticity and viscosity of the night and the results of confirmation experiments for the average value and SNR can be accepted based on consideration of the interval of confidence, thus for optimal level setting, 15 minutes of coloration is obtained, the heating value of the arduino sensor-based briquette stove flame is 5993,068 cal / g, the heating value of the arduino sensor-based bioethanol stove is 5432,541 cal / g and 10 % and an increase in quality for the power of elasticity and adhesive is 1.44 or an increase of 17.80%.

Keyword : Taguchi experiment, elasticity and night adhesion, arduino portable stove

Pendahuluan

Teknologi di berbagai produk yang akan digunakan oleh konsumen memiliki pasti memiliki kriteria untuk dikonsumsi dan berkualitas dengan harga – harga yang terjangkau sebagai cara peningkatan daya jual dipasaran. Hal yang terjadi yaitu peningkatan konsumsi pada barang – barang tertentu yaitu penjualan barang – barang ritel pada tahun 2019 mengalami kenaikan dalam 3 tahun. Kenaikan penjualan dimulai pada tahun 2013 sampai tahun 2015 yang mengalami kenaikan. Kemudian pada tahun 2016 sampai dengan 2019 mengalami penurunan dan mengalami kenaikan penjualan pada tahun 2019 pada grafik dibawah ini.



Gambar 1 Pertumbuhan Produk Ritel Tahun 2013 sampai dengan 2019
(sumber : CNBCIndonesia [1])

Didalam produk ritel sangat beraneka jenis yang dijual dipasaran. Salah satunya adalah produk malam yang digunakan untuk bahan baku proses membatik. Produk malam tersebut banyak dijual dipasaran dengan ukuran – ukuran produk yang berbeda sesuai dengan keinginan konsumen dalam melakukan pembelian.

Kegiatan yang berkaitan dengan proses pemanasan memang menimbulkan suhu yang tinggi melebihi 70°C , dalam hal ini pekerjaan tersebut juga akan menimbulkan efek terhadap pekerja. Dari pekerjaan tersebut, akan berkaitan dengan material yang bersifat bisa meleleh jika diberikan efek panas. Contohnya adalah bahan aluminium yang bisa leleh jika diberikan efek panas dalam proses pengelasan [2]. Kemudian material lainnya adalah besi komposit yang dapat dilelehkan dengan derajat suhu tertentu sesuai kondisi apa yang sedang dikerjakan [3]. Disisi lain, tidak hanya material logam yang mampu meleleh jika terkena suhu tinggi, melainkan proses pelilinan. Proses pelilinan atau malam merupakan proses pencampuran dari lilin parafin, beeswax (lilin dari lebah) dan ada juga yang mencampuri malam dengan lilin microcrystallin [4]. Parafin sendiri mengandung timbal dan klorin yang diduga dapat mengganggu kesehatan khususnya pada sistem pernafasan [5]. Semakin banyak jumlah malam, maka semakin lentur lilin yang akan dihasilkan dan lilin tersebut menjadi tidak mudah patah [6], [7]. Proses pewarnaan pada batik tulis menurut [8], bahwa untuk meningkatkan kecerahan warna dilakukan dengan pemilihan gerabah yang berwarna muda serta dilakukan pelapisan akhir cat transparan. Pada proses menghasilkan malam digunakan alat bantu kompor, ada beberapa penelitian penggunaan kompor sebagai alat efisiensi proses diantaranya menurut [9] menjelaskan metode penelitian untuk mengidentifikasi dan mengungkap pola penggunaan kompor listrik rumah tangga domestik dengan perancangan. Selain kompor listrik [10] meneliti tentang kompor dengan tungku briket

batubara yang dibuat didasarkan pada sistem pindah panas dari bara briket ke objek yang dipanaskan. [11] meneliti dan menghasilkan rancangan berupa kompor sekam padi dengan aliran udara pembakaran alamiah. Selain itu kompor cangkang kelapa sawit *Gama Stove* juga yang kinerjanya lebih efisien dengan bahan bakar dan suhu pembakaran [12].

Menurut [13] kompor ekonomis dengan bahan bakar oli bekas ini berhasil direalisasikan dan penggunaan bahan bakar dapat bertahan selama 4 bulan. Jenis rancangan kompor diperbaharui oleh [14] dengan nama MeTsi, memanfaatkan pelet kayu kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) dan memiliki efisiensi termal dan efisiensi pembakaran, emisi dan partikulat PM_{2.5}. Melihat efisiensinya semakin optimal maka pada penelitian [15], menghasilkan performa pembakaran, termal, dan emisi gas buang yang optimal dari kompor menggunakan bahan bakar biomas. Sehingga menurut [16] bahwa perbedaan dipengaruhi oleh besar lubang udara luar, sekunder dan primer, tebal plat dapat mengakibatkan kehilangan panas melalui dinding. Selain efisiensi dan optimalisasi, pengembangan produk prototipe kompor batik listrik didesain berbasis mikrokontroler AT89S52. Dengan suhu yang stabil diharapkan kualitas malam tetap terjaga dengan baik dan memudahkan dalam proses pembuatan batik tulis tradisional [17], [18]. Tidak hanya berbasis mikrokontroler menurut [19] mendesain kompor juga berbasis energi terbarukan berupa sel surya melalui kompor listrik yang tersusun atas 3 buah *Glow plug* dan sebuah kawat nikelin. Sedangkan [20], meneliti tentang kompor energi matahari untuk keperluan rumah tangga portabel. Penelitian yang dilakukan oleh [21], yaitu penurunan kecacatan pada produk paving dengan hasil penelitian Faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap kualitas produk paving antara lain adalah : jumlah semen sebagai bahan baku dalam pencampuran dengan persen kontribusi sebesar 18,22%, jumlah pasir sebagai bahan baku dengan persen kontribusi sebesar 0,73, jumlah abu sebagai bahan tambahan dalam pencampuran dengan persen kontribusi sebesar 0,73%, lama pemanasan yang dilakukan setelah proses pencetakan dengan persen kontribusi sebesar 3,2% dan lama waktu proses pengeringan yang dilakukan setelah proses pemanasan dengan persen kontribusi sebesar 34,5%. Kombinasi setting yang optimal untuk mengurangi jumlah kecacatan yang disebabkan oleh faktor proses dan bahan baku adalah A2 (jumlah semen yang digunakan sebesar 60kg), B1 (jumlah air yang dibutuhkan 100liter), C1 (jumlah pasir yang digunakan sebesar 480kg), D2 (jumlah abu yang digunakan sebagai bahan baku tambahan sebesar 10kg), E2 (lama waktu pemanasan selama 16 hari) dan F1 (lama waktu pengeringan selama 4 hari). Sehingga pada proses memproduksi paving mengalami penurunan tingkat kecacatan hingga 3% per harinya. Kemudian pada penelitian [22], pada analisa mutu minyak kelapa sawit dengan hasil bahwa Dari Percobaan yang telah dilakukan bahwa faktor – faktor yang paling mempengaruhi mutu minyak kelapa sawit adalah pada Unit Klarifikasi yang seharusnya minyak kelapa sawit dipanaskan sekitar 900 dan tidak boleh dibawah 900 karena dapat merusak mutu minyak kelapa sawit. Dari hasil percobaan rata – rata tiap level faktor dapat diketahui bahwasan yang mempengaruhi mutu minyak kelapa sawit itu dari buah kelapa sawit yang diterima dari pihak agen yang telalu masak atau sudah mau busuk dan buah tersebut dapat menaikkan kadar asam lemak bebas dan kadar air. Dari percobaan yang telah dilakukan dan menganalisa dapat disimpulkan bahwasannya faktor yang paling mempengaruhi yaitu faktor unit klarifikasi, kecepatan putaran Thereser dan lama penimbunan di *loading ramp*.

Dari beberapa penelitian diatas maka perancangan tersebut belum menjelaskan adanya mutu elastisitas dan rekat malam dengan eksperimen dari parameter perancangan kompor berbasis sensor, sehingga peneliti mengoptimalkan perancangan eksperimen tersebut dengan metode taguchi. Metode taguchi adalah metode yang digunakan untuk mengurangi kerugian dan memiliki nilai produk optimal dalam aktivitas perencanaan desain. Didalam konsepnya antara lain : melakukan proses inspeksi mulai dari awal untuk menentukan kualitas dari desain produk. Kemudian didalam mencapai kualitas terbaik, dilakukan meminimuman deviasi pada produk terkait dengan kelembabab, temperatur. Didalam mengukur karakteristik dari produk diperlukan kualitas dan penggunaan biaya untuk kualitas juga diukur dari performa produk yang akan dikembangkan [7].

Strategi yang digunakan untuk metode Taguchi yaitu melakukan perbaikan kualitas dalam tahapan desain produk untuk mengurangi sensitivitas terhadap pengaruh faktot yang tidak terkontrol pada desain produk. Produk yang perlu dilakukan pengujian menggunakan metode Taguchi adalah produk yang memang diperlukan untuk dikurangi bahan bakunya tetapi tetap memiliki kualitas dan fungsi sesuai

keinginan konsumen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Mutu Elastisitas dan Rekat Malam Menggunakan Media Kompor Portable Berbasis Arduino menggunakan metode Taguchi. Batasan didalam penelitian ini adalah produk yang digunakan dalam penelitian ini adalah produk malam. Produk malam yang digunakan dilakukan uji untuk mengetahui mutu elastisitas dan daya rekat saat digunakan. Didalam asumsi penelitian yaitu tidak ada perubahan jumlah produk malam, volume malam dan hanya digunakan satu jenis merk [23].

Metode Penelitian

Eksperimen

Pada proses eksperimen pertama kali dilakukan adalah :

1. Mengatur waktu pemanasan menggunakan indikator sensor arduino, waktu menunggu sampai sensor mengeluarkan bunyi sehingga malam sudah siap digunakan, dan akan berbunyi bep sebanyak 60 kali.
2. Setelah alarm berbunyi “malam siap digunakan”, aduk malam dan proses nglowongi batik bisa segera dimulai. Selama kurang lebih satu jam membatik, akan terdengar bunyi alarm kembali yaitu “briket hampir habis, silahkan isi ulang”, maka itu menunjukkan bahwa briket didalam kompor akan segera habis, silahkan anda memasukan briket kembali ke dalam tungku. Nyala api kompor briket berbasis sensor arduino menggunakan briket serbuk gergaji kayu dengan eksperimen kayu jati 10 gram, Sg kayu sengon 20 gram, kayu johar 10 gram. Nyala api kompor briket berbasis arduino menggunakan eksperimen jenis substrat singkong putih dengan lama fermentasi 144 jam dan 192 jam.
3. Setelah mendapatkan serbuk arang yang halus dan bagus, selanjutnya di campurkan bahan perekat tapioka , yang sebelumnya bahan perekat sudah di campur air dengan bentuk adonan cair agar nantinya jika jadi briket secara fisik kuat, tidak mudah hancur dan mudah terbakar.

Dalam penelitian ini ada 9 sampel briket menggunakan jumlah perekat 10% dan 15% dari berat briket sebesar 40 gram.

Bahan

Pembuatan sampel pada kain putih berukuran 1m x 1m dengan malam yang dipanaskan sebanyak 0,25 Kg membutuhkan waktu 15 menit dengan penggunaan bahan bakar alami. Pada saat bahan bakar bioethanol dan briket mengeluarkan nyala api dan bahan bakar tersebut akan habis sensor mengeluarkan alarm sesuai dengan program arduino.



Gambar 2 kain 1 x 1 m



Gambar 3 malam



Gambar 4 bioethanol



Gambar 5 Briket



Gambar 6 Mikrokontroller

Metode

Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimental murni yang mengidentifikasi karakteristik kualitas dengan metode taguchi [24],[25]. Eksperimen ini melibatkan 4 faktor terkendali masing-masing memiliki 2 level. Jumlah level dan faktor yang ada dapat ditentukan jumlah baris untuk matriks orthogonal array yaitu 8, sehingga orthogonal array yang sesuai adalah $L_8(2^4)$, karena orthogonal array ini dapat mengakomodasi jumlah faktor dan level yang ada.

Desain eksperimen taguchi

1. Penentuan setting level optimal

Eksperimen dalam penelitian ini menggunakan dua *setting level* faktor yang menunjukkan level tinggi (*high*) dan rendah (*low*). *Setting level* untuk faktor-faktor yang dilibatkan dalam eksperimen diuraikan sebagai berikut:

- a. waktu adalah indikator panasnya malam dilakukan dengan waktu indikator eksperimen yang menyala adalah selama 15 menit dan 10 menit
- b. Nyala api kompor briket berbasis sensor arduino adalah menggunakan briket serbuk gergaji kayu dengan eksperimen kayu jati 10gram, Sg kayu sengon 20gram, Sg. kayu johar 10gram dengan nyala api 5993,068 kal/g dan 4561,764 kal/g
- c. Nyala api kompor bioethanol berbasis sensor arduino adalah substrat singkong putih dengan lama fermentasi 144 jam dan 192 jam dengan nyala api 5432,541 kal/g dan 5738,18 kal/g
- d. Perekat adalah dalam penelitian ini ada 9 sampel briket menggunakan jumlah perekat 10% dan 15% dari berat briket sebesar 40 gram.

2. Pengertian *orthogonal array*

Matriks orthogonal array yaitu 8, sehingga orthogonal array yang sesuai adalah $L_8(2^4)$ menggunakan *orthogonal array* $L_8(2^4)$ ini maka jumlah eksperimen yang harus dijalankan adalah 8 kali dengan replikasi masing-masing eksperimen empat kali. Replikasi dilakukan untuk mengurangi tingkat kesalahan eksperimen serta meningkatkan ketelitian data percobaan sehingga jumlah replikasi yang dibutuhkan untuk eksperimen optimasi sebanyak 30.

3. *Signal to noise (S/N Ratio)*

Logaritma dari suatu fungsi kerugian kuadratik. S/N Ratio bertindak sebagai indikator mutu selama perancangan untuk mengevaluasi akibat perubahan suatu perancangan parameter tertentu terhadap terhadap unjuk kerja produk. Maksimasi ukuran performansi ditunjukkan dengan tingginya nilai signal dan rendahnya noise, karena itu karakteristik kualitas perlu dikelompokkan terlebih dahulu agar diperoleh konsistensi dalam mengambil keputusan terhadap hasil eksperimen [25]. *Larger the better* (l.t.b), Memiliki karakteristik kualitas yang kontinu dan tidak negatif yang mempunyai nilai 0 sampai ~ dimana nilai target yang diharapkan adalah selain 0 atau dengan kata lain mempunyai nilai sebesar mungkin. Sehingga signal to noise ratio dapat dihitung dengan rumus :

$$SN_{LTB} = -10 \text{Log} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right] \quad (1)$$

Dengan :

n = jumlah pengulangan eksperimen

y_i = data pengamatan ke-i (i = 1, 2, 3,.....,n)

Hasil dan Pembahasan

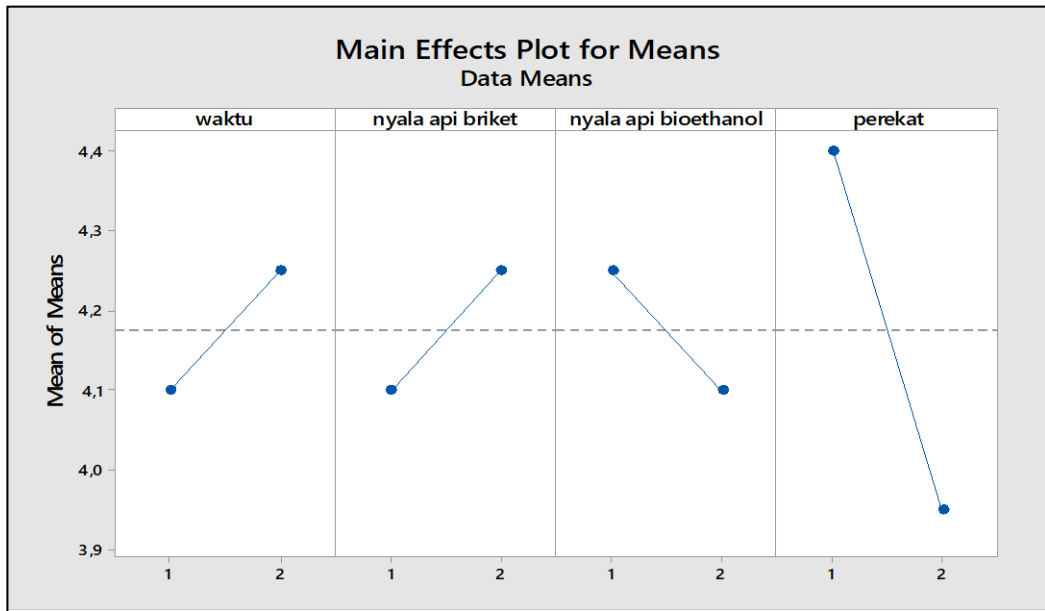
Uji normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah sampel berasal dari populasi dengan sebaran distribusi normal. Uji ini dilakukan dengan uji *Kolmogorov-Smirnov* [26], [27] . Data yang diuji yaitu data replikasi eksperiment taguchi, Berdasarkan perhitungan adalah sebagai berikut: Replikasi 1: 0.010, Replikasi 2: 0.015, Replikasi 3: 0.015, Replikasi 4: 0.010, dari semua replikasi didapat nilai p pada seluruh aspek lebih besar daripada 0.05 ($p > 0.05$) sehingga data dinyatakan berdistribusi normal.

Uji homogenitas

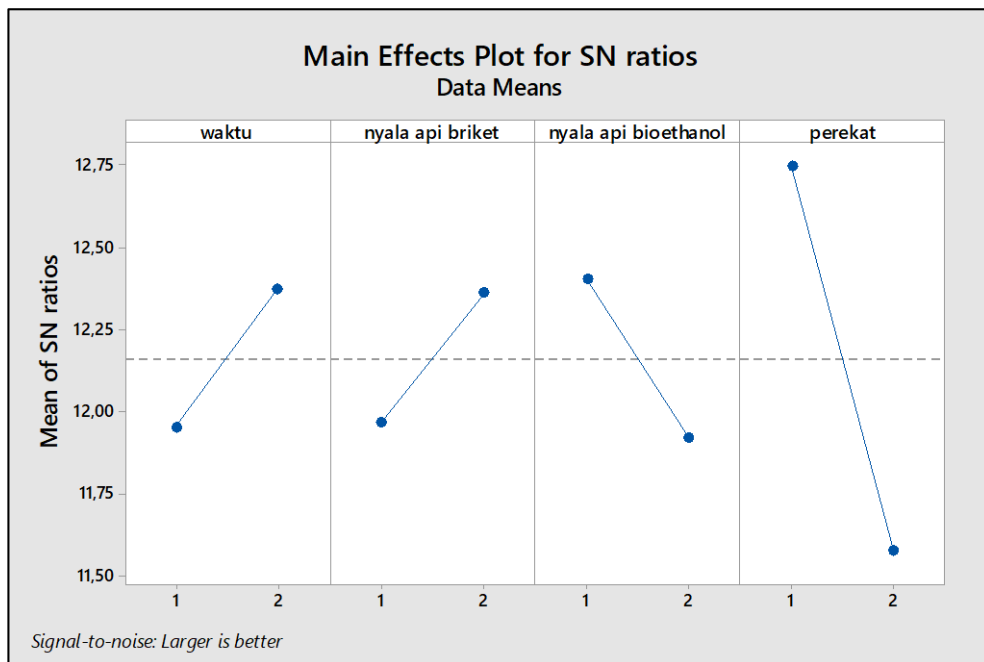
Uji homogenitas bertujuan untuk mengetahui apakah setiap kelompok yang akan dibandingkan memiliki variansi yang sama menggunakan uji *Levene Statistic* [26]. Berdasarkan perhitungan, didapat nilai $p = 0.882$ lebih besar daripada 0.05 ($p > 0.05$) dengan demikian data hasil eksperiment taguchi memiliki varian yang homogen.

Nilai rata – rata dan S/N Ratio pada Eksperimen Taguchi



Gambar 1. Respon Grafik Untuk Nilai Rata-Rata Daya elastisitas dan rekat malam
 Sumber: olah data minitab 18, 2020

Berdasarkan gambar 1. grafik untuk respon rata-rata tiap level faktor, dapat juga dilihat bahwa faktor A (waktu) yang mempunyai rata-rata Daya elastisitas dan rekat malam yang lebih tinggi adalah level 2, faktor B (nyala api briket) yang mempunyai rata-rata Daya elastisitas dan rekat malam yang lebih tinggi adalah level 2, faktor C (nyala api bioetanol) yang mempunyai rata-rata Daya elastisitas dan rekat malam tertinggi adalah level 1, sedangkan faktor D (perekat) yang tertinggi adalah level 1 [28], [29].



Gambar 2. Grafik Untuk Respon Nilai SNR Daya elastisitas dan rekat malam
 Sumber: olah data minitab 18, 2020

Berdasarkan gambar 2. grafik untuk respon SNR level faktor, dapat juga dilihat bahwa faktor A (waktu) yang mempunyai rata-rata Daya elastisitas dan rekat malam yang lebih tinggi adalah level 2, faktor B (nyala api briket) yang mempunyai rata-rata Daya elastisitas dan rekat malam yang lebih tinggi adalah level 2, faktor C (nyala api bioetanol) yang mempunyai rata-rata Daya elastisitas dan rekat malam tertinggi adalah level 1, sedangkan faktor D (perekat) yang tertinggi adalah level 1.

Analisis statistik dari nilai rata-rata dan S/N Ratio

Untuk nilai rata-rata daya elastisitas dan rekat malam $F_{hitung} > F_{tabel}$, yaitu :

- a. $F_A = 10,09 > F_{tabel} = 4.74$
- b. $F_B = 10,09 > F_{tabel} = 4.74$
- c. $F_C = 10,09 > F_{tabel} = 4.74$
- d. $F_D = 10,80 > F_{tabel} = 4.74$

Dari empat hasil nilai rata-rata dihitung menggunakan analisis statistik dinyatakan berarti semua faktor signifikan terhadap daya elastisitas dan rekat malam.

Pada nilai S/N ratio adalah $F_{hitung} > F_{tabel}$, yaitu :

- a. $F_A = 10,19 > F_{tabel} = 4.74$
- b. $F_B = 10,16 > F_{tabel} = 4.74$
- c. $F_C = 10,24 > F_{tabel} = 4.74$
- d. $F_D = 11,44 > F_{tabel} = 4.74$

Dinyatakan ini berarti semua faktor signifikan terhadap daya elastisitas dan rekat malam.

Uji Beda

Uji beda yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji parametrik dengan uji t berpasangan karena data yang diambil kurang dari 30 dan secara keseluruhan data berdistribusi normal. Dari hasil perhitungan menyatakan bahwa sebelum dan sesudah eksperimen pada sampel didapat nilai probabilitas sebesar 0,000 ($p < 0,05$). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara variabel pada desain sebelum dan sesudah eksperimen. Beda rerata sebelum dan sesudah eksperimen adalah sebesar 1,44 atau terjadi peningkatan sebesar 17,80 %.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan kesimpulan sebagai berikut :

1. *Setting level optimal* dihasilkan pewarnaan waktu 15 menit, Nyala api kompor briket berbasis sensor arduino 5993,068 kal/g, Nyala api kompor bioethanol berbasis sensor arduino 5432,541 kal/g, Perekat 10%
2. Peningkatan kualitas sebesar untuk *Daya elastisitas dan rekat malam adalah* 1,44 atau terjadi peningkatan sebesar 17,80 %.

Daftar Pustaka

- [1] cnbcindonesia, "Kenaikan Penjualan Ritel Maret 2019 Tertinggi Dalam 3 Tahun," *cnbcindonesia.com*, 2019. [Online]. Available: <https://www.cnbcindonesia.com/market/20190507112851-17-70931/kenaikan-penjualan-ritel-maret-2019-tertinggi-dalam-3-tahun>. [Accessed: 02-Mar-2020].
- [2] S. Kannan, S. S. Kumaran, and L. A. Kumaraswamidhas, "Optimization of friction welding by taguchi and ANOVA method on commercial aluminium tube to Al 2025 tube plate with backing

- block using an external tool,” *J. Mech. Sci. Technol.*, vol. 30, no. 5, pp. 2225–2235, 2016.
- [3] S. Dhanalakshmi, N. Mohanasundararaju, P. G. Venkatakrishnan, and V. Karthik, “Optimization of friction and wear behaviour of Al7075-Al2O3-B4C metal matrix composites using Taguchi method,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 314, no. 1, 2018.
- [4] A. P. Sasmito, J. C. Kurnia, T. Shamim, and A. S. Mujumdar, “Optimization of an open-cathode polymer electrolyte fuel cells stack utilizing Taguchi method,” *Appl. Energy*, vol. 185, pp. 1225–1232, 2017.
- [5] elizabeth astika Anindyajati, “Pengaruh asap pelelehan lilin batik (malam) terhadap struktur histologis trakea dan alveoli pulmo, jumlah eritrosit serta kadar hemoglobin mencit (mus musculus 1),” 2007.
- [6] A. Malik, R. Retno, and A. Ayu, “Pengaruh Komposisi Malam Tawon Pada Pembuatan Batik Klowong Terhadap Kualitas Hasil Pematikan,” *Teknoin*, vol. 22, no. 6, pp. 391–399, 2016.
- [7] S. Ghalme, A. Mankar, and Y. Bhalerao, “Integrated Taguchi-simulated annealing (SA) approach for analyzing wear behaviour of silicon nitride,” *J. Appl. Res. Technol.*, vol. 15, no. 6, pp. 624–632, 2017.
- [8] E. Eskak, I. R. Salma, and H. Sumarto, “Peningkatan kecerahan dan daya rekat warna pada produk gerabah batik,” *Prod. J. Desain Prod. (Pengetahuan dan Peranc. Produk)*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2017.
- [9] C. Rainer and M. Tietz, “Stirring Appetites in Design: A User Centered Product design Approach to Improve Environmental Health in Remote Indigenous Communities in Australia,” *Des. Princ. Pract. An Int. J.*, vol. 3, no. 5, pp. 105–118, 2009.
- [10] Tamrin, “Pengembangan Tungku Briket Batubara Skala Rumah Tangga,” *J. Agritech Fak. Teknol. Pertan. UGM*, vol. 30, no. 4, pp. 250–256, 2010.
- [11] Apollo, M. Nuzul, L. O. Musa, and H. Nauwir, “Rancang Bangun Kompor Gas Berbahan Bakar Sekam Padi Sistem Kontinu Dengan Menggunakan Udara Pembakaran Alamiah,” *J. Sinergi*, vol. 10, no. 2, pp. 121–139, 2012.
- [12] H. Febriansyah, A. A. Setiawan, and K. Suryopratomo, “Optimasi Desain Kompor Cangkang Kelapa Sawit,” *J. Teknofisika*, vol. 2, no. 3, pp. 69–74, 2013.
- [13] M. I. N. A. Setyabudhi, Albertus Laurensius Yuzul, “Perancangan sistem kerja kompor ekonomis dengan bahan bakar oli bekas,” *J. Tek. Ibnu Sina*, vol. 2, no. 1, pp. 9–16, 2017.
- [14] R. Hadi, “Rancang bangun kompor biomassa berbahan bakar pelet kayu,” Universitas Gajah Mada, 2017.
- [15] A. Anam, Sugiono, D. Gunadi, and Dahrudin, “Pengaruh Dimensi Kompor Biomasa Terhadap Performansinya,” *J. Tech. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 19–24, 2017.
- [16] I. W. Joniarta and M. Wijana, “Pengaruh variasi besar lubang dan tebal plat terhadap boiling time, lama nyala dan laju pembakaran pada desain kompor biomassa tongkol jagung,” *J. Din. Tek. Mesin*, vol. 8, no. 1, pp. 46–51, 2018.
- [17] I. G. Nurhayata and I. G. Sudirtha, “Pengembangan Kompor Batik Listrik Otomatis Berbasis Mikrokontroler dengan Kontrol Sudut Fasa,” in *Seminar Nasional Riset Inovatif*, 2018, pp. 19–26.
- [18] T. Kivak, “Optimization of surface roughness and flank wear using the Taguchi method in milling of Hadfield steel with PVD and CVD coated inserts,” *Meas. J. Int. Meas. Confed.*, vol.

50, no. 1, pp. 19–28, 2014.

- [19] H. Asyari, Umar, and A. P. Irawan, “Desain Prototipe Kompor Listrik Tenaga Surya,” *J. Emit.*, vol. 19, no. 01, pp. 6–9, 2019.
- [20] M. B. Dwicaksono and C. Rangkuti, “Perancangan, Pembuatan, Dan Pengujian Kompor Energi Matahari Portabel Tipe Parabola Kipas,” *J. Penelit. Dan Karya Ilm. Lemb. Penelit. Univ. Trisakti*, vol. 3, no. 2, pp. 37–44, 2018.
- [21] D. Anggraini, S. K. Dewi, and T. E. Saputro, “Aplikasi Metode Taguchi Untuk Menurunkan Tingkat Kecacatan Pada Produk Paving,” *J. Tek. Ind.*, vol. 16, no. 1, p. 1, 2017.
- [22] B. Harahap, T. Hernawati, and A. R. Hasibuan, “Analisa Mutu Minyak Kelapa Sawit dengan Metode Taguchi (Studi Kasus Di PT . Sumber Sawit Makmur),” *Bul. Utama Tek.*, vol. 3814, pp. 81–91, 2018.
- [23] S. B. Uyyala and S. Pathri, “Investigation of tensile strength on friction stir welded joints of dissimilar aluminum alloys,” *Mater. Today Proc.*, vol. 23, pp. 469–473, 2020.
- [24] A. Iswanto, A. J. M. Rambe, and E. Ginting, “Aplikasi Metode Taguchi Analysis Dan Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) Untuk Perbaikan Kualitas Produk Di PT . XYZ,” *Dep. Tek. Ind.*, vol. 2, no. 2, pp. 13–18, 2013.
- [25] N. Belavendram, *Quality by Design: Taguchi Techniques for Industrial Exsperimentation*. London: Prentice Hal, 1995.
- [26] F. Hussin, J. Ali, and M. S. Z. Noor, *Kaedah Penyelidikan & Analisis Data SPSS*. 2014.
- [27] R. A. Purnomo, *Analisis Statistik Dengan SPSS*. 2016.
- [28] D. R. Helsel, *Statistics for Censored Environmental Data Using Minitab® and R: Second Edition*. 2011.
- [29] Soporte técnico Minitab 18, “Minitab 18,” *Www.Minitab.Com*, 2019.