

PEMODELAN SISTEM FUZZY UNTUK PENGUKURAN KUALITAS PAPAN PARTIKEL

Abidin¹, Benny Daniawan²

¹Program Studi Teknik Industri, ²Program Studi Sistem Informasi
Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Buddhi Dharma
Jalan Imam Bonjol No. 41, Tangerang, Indonesia
Email: 1abidin.abidin@ubd.ac.id, 2benny.daniawan@ubd.ac.id

Abstrak

Kualitas suatu produk menjadi hal yang sangat penting dalam rangkaian proses produksi di industri. Berbagai standar kualitas dapat dipilih oleh industri disesuaikan dengan pangsa pasar yang akan dituju. Dengan banyaknya kemungkinan yang terjadi dari setiap hasil produksi, maka diperlukan suatu sistem yang dapat membantu memecahkan permasalahan tersebut. Oleh karena itu, dalam kajian ini akan dilakukan pemodelan sistem fuzzy untuk pengukuran kualitas papan partikel menggunakan software Matlab R2012a. Untuk itu, dilakukan beberapa langkah proses untuk membentuk sistem fuzzy mulai dari analisa dan penentuan variabel input dan output, penentuan fungsi keanggotaan setiap himpunan fuzzy, penetapan rules berdasarkan pendapat pakar, hingga implementasinya. Dari proses tersebut, dapat diperoleh suatu sistem pemodelan fuzzy untuk pengukuran kualitas papan partikel berdasarkan standar dari *Food Agriculture Organization* (FAO) meliputi sifat fisik / mekanik yakni kerapatan, *Modulus of Rupture* (MOR), dan *Modulus of Elasticity* (MOE). Hasil percobaan menunjukkan bahwa penggunaan metode *Fuzzy* pada papan partikel dengan kerapatan = 0,6 g/cm³; MOR = 300 kg/cm³, dan MOE = 30.000 kg/cm³, menghasilkan kategori sedang.

Kata Kunci

sistem Fuzzy, pengukuran kualitas, papan partikel

Latar Belakang

Kualitas suatu produk berkontribusi secara nyata bagi terciptanya pembeda, posisi, dan strategi berkompetisi setiap perusahaan baik manufaktur maupun jasa [1]. Oleh karena itu, kualitas produk harus selalu diperhatikan dan dikendalikan dari waktu ke waktu agar sesuai dengan harapan pelanggan. Salah satu cerminan harapan pelanggan adalah standar kualitas yang ditetapkan oleh masing-masing negara atau badan/lembaga tertentu yang berhak mengeluarkan standar kualitas suatu produk.

Sebagai sebuah contoh dalam kajian ini adalah kualitas papan partikel. Papan partikel adalah salah satu produk agroindustri dengan berbagai standar kualitas yang ditetapkan oleh negara ataupun badan/lembaga tertentu. Standar kualitas yang ditetapkan oleh negara atau badan/lembaga tersebut baik kriterianya maupun ukuran standarnya terkadang berbeda satu dengan yang lainnya.

Demikian pula dengan karakteristik produk yang dihasilkan, terkadang memiliki keragaman dalam ukuran standar yang dihasilkannya. Oleh karena itu, berbagai kemungkinan tingkatan kualitas produk dapat dihasilkan dari suatu proses produksi yang sama. Banyaknya tingkat kemungkinan pemenuhan standar kualitas yang ditetapkan menyebabkan kerumitan tersendiri dalam kategorisasi standar dan tingkatan kualitas yang dihasilkan.

Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut adalah penggunaan sistem cerdas yang dapat dibangun menggunakan *soft computing*. Sistem ini dirancang agar memiliki keahlian seperti halnya manusia pada bagian tertentu, dan mampu menyesuaikan diri jika terjadi perubahan lingkungan. Sistem *Fuzzy*, jaringan saraf tiruan,

probabilistic reasoning, dan *evolutionary computing* adalah unsur-unsur penting dalam *soft computing*. Dalam kajian ini, dilakukan proses penganalisisan dan penerjemahan pengetahuan seorang pakar pengendalian kualitas papan partikel berdasarkan standar dari *Food and Agriculture Organization* (FAO) [2] dengan pendekatan sistem fuzzy.

Tinjauan Pustaka

1. Papan Partikel

Partikel adalah komponen agregat papan partikel sebagai bagian penting dari kayu, termasuk semua bagian kecil kayu, atau bahan berserat (lignoselulosa) lainnya. Dengan demikian papan partikel dapat didefinisikan lembaran yang dibuat dari serpihan kayu atau bahan yang mengandung lignoselulosa lainnya yang diikat dengan perekat organik bersama-sama dengan satu atau lebih perlakuan panas, tekanan, kelembaban dan katalis [3].



Gambar 1. Papan Partikel

Karakteristik papan partikel dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti bahan baku yang digunakan, teknik pembuatan, jenis dan kondisi perekat yang digunakan, sifat-sifat fisik partikel, serta proses lanjutan terhadap papan partikel. Bahan baku yang berkerapatan rendah akan cenderung disukai karena mudah dikempa dan sifat papan partikel yang dihasilkan akan lebih baik [3].

Berdasarkan densitasnya, papan partikel dibedakan menjadi tiga kelompok sebagai berikut:

- a. Densitas rendah (tipe insulasi), berdensitas $0.24 - 0.40 \text{ g/cm}^3$.
- b. Densitas sedang, berdensitas $0.40 - 0.89 \text{ g/cm}^3$.
- c. Densitas tinggi (tipe hardboard), berdensitas $0.8 - 1.2 \text{ g/cm}^3$.

Sedangkan standar industry Indonesia (SII), membedakan papan partikel berdasarkan tujuan penggunaannya sebagai berikut:

- a. Papan partikel mutu I, adalah papan partikel yang dalam penggunaannya memerlukan sifat ketahanan terhadap kelembaban tinggi.
- b. Papan partikel mutu II, adalah papan partikel yang dalam penggunaannya tidak memerlukan sifat ketahanan terhadap kelembaban tinggi.

Standar papan partikel di Indonesia yang disyaratkan oleh SNI.03-2105-2006 adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Toleransi Tebal Papan Partikel [4]

No	Macam Papan Partikel	Tebal (mm)	Toleransi Tebal (mm)		
			Tidak diampelas	Diampelas	Dekoratif
1	Papan partikel biasa	< 15	± 1,0	± 0,3	-
		≥ 15			
2	Papan partikel berlapis venir	< 20	± 1,2	± 0,3	-
		≥ 20	± 1,5	± 0,3	
3	Papan partikel dekoratif	< 18	-	-	± 0,5
		≥ 18	-	-	± 0,6

Tabel 2. Syarat Khusus [4]

No	Sifat	Batas Nilai
1	Kadar Air	Tidak lebih dari 14%
2	Kerapatan	0,40 – 0,90 g/cm ³
3	Keteguhan Tarik	4,0 kgf/cm ²
4	Ketahanan Pukul	Maksimum lekuk 20 mm

2. Sabut Kelapa

Sabut kelapa adalah serat-serat dari lapisan berserat tebal yang terletak diantara kulit terluar buah kelapa (*epicarp*) dan tempurung (*endocarp*) yang membungkus biji kelapa. Sabut kelapa umumnya terdiri atas serat halus atau aul (*bristle fiber*) sekitar 14% serat kasar (*mattress fiber* atau *coir / coco fiber*) sekitar 30% dan *cocodust* atau *cocopeat* sekitar 60% [5]. Kedua jenis serat sabut kelapa tersebut mengandung selulosa, *lignin*, *pyroligneuos acid*, gas, arang, tertanin, dan kalium. Sabut kelapa terdiri dari bermacam-macam serat yang berbeda-beda panjangnya dan diikat oleh bahan-bahan bergabus dan jaringan lain yang tidak berserat. Tabel 3 di bawah ini merupakan gambaran dari komposisi kimia serat sabut kelapa (*coco fiber*) berdasarkan tingkat kematangan kelapa.

Tabel 3. Komposisi Kimia Sabut kelapa (% bobot kering) [6]

No	Asal Serat	Lignin	Selulosa
1	Kelapa Tua	45.8	43.4
2	Kelapa Muda	40.5	32.9
3	Kelapa Sangat Muda	41.0	36.1

Metode Penelitian

1. Standar Kualitas Papan Partikel

Standar kualitas papan partikel yang dapat dijadikan sebagai acuan dalam menentukan kualitas papan partikel. Sebagai contoh adalah standar kualitas yang diberikan oleh FAO dan Standar Nasional Indonesia (SNI).

Tabel 4. Standar Kualitas Papan Partikel [4]

Sifat Fisik / Mekanik	FAO	SNI
Kerapatan (g/cm ³)	0,4 – 0,8	0,4 – 0,9
Kadar Air (%)	≤ 12	≤ 14
Pengembangan Tebal (%)	5 – 15	≤12
Penyerapan Air (%)	20 - 75	-
Kuat Lentur / <i>Modulus of Rupture</i> / MOR (kg/cm ²)	100 – 500	≥82
Modulus Elastis / <i>Modulus of Elasticity</i> / MOE (kg/cm ²)	10.000 – 50.000	≥15.000
Keteguhan Rekat Internal (kg/cm ²)	2 – 12	≥1,5
Kuat Cabut Skrup (kg/cm ²)	-	≥31

Untuk menentukan nilai dari setiap sifat fisik / mekanik di atas, dapat digunakan formulasi sebagai berikut:

a. Kerapatan

$$\text{Kerapatan} \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right) = \frac{\text{Bobot kering oven (g)}}{\text{Volume kering oven (cm}^3\text{)}} \quad \dots \dots \dots (1)$$

b. Kadar Air

$$\text{Kadar Air}(\%) = \frac{\text{Bobot awal (g)} - \text{Bobot kering oven (g)}}{\text{Bobot kering oven (g)}} \quad \dots \dots \dots (2)$$

c. Pengembangan Tebal

$$\text{Pengembangan Tebal}(\%) = \frac{t_1 - t_0}{t_0} \times 100\% \quad \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

t₀ = ketebalan rata-rata papan uji sebelum perendaman (cm)

t₁ = ketebalan rata-rata papan uji setelah perendaman (cm)

d. Penyerapan Air

$$\text{Penyerapan Air}(\%) = \frac{S - A}{A} \times 100\% \quad \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

S = bobot benda uji kondisi jenuh kering permukaan (g)

A = bobot benda uji kering oven (g)

e. Kuat Lentur / *Modulus of Rupture* (MOR)

$$\text{MOR} \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} \right) = \frac{1,5 \times L \times \text{Beban Maksimum (kg)}}{p \text{ (cm}^2\text{)} \times t^2 \text{ (cm}^2\text{)}} \quad \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan:

L = jarak penumpu

p = lebar contoh uji

t = tebal contoh uji

f. Modulus Elastis / *Modulus of Elasticity* (MOE)

$$\text{MOE} \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} \right) = \frac{\Delta P \times L^3}{\Delta Y \times p \times t^3} \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan:

- L = jarak penumpu
- p = lebar contoh uji
- t = tebal contoh uji
- ΔP = perubahan beban
- ΔY = defleksi yang terjadi

g. Keteguhan Rekat Internal

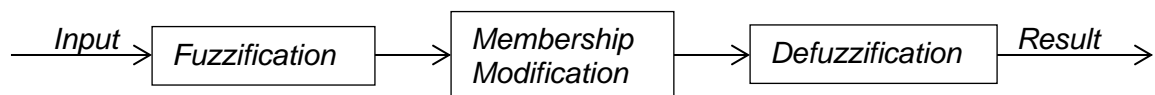
$$\text{Keteguhan Rekat Internal} \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) = \frac{\text{Beban maksimum (kg)}}{\text{panjang (cm)} \times \text{tebal (cm)}} \dots \dots \dots (7)$$

h. Kuat Cabut Skrup

$$\text{Kuat Cabut Skrup} \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) = \frac{\text{Beban maksimum (kg)}}{\text{panjang (cm)} \times \text{lebar (cm)}} \dots \dots \dots (8)$$

2. Logika Fuzzy

Salah satu komponen pembentuk *soft computing* adalah logika fuzzy. Dengan logika fuzzy, wilayah *input* dicirikan melalui istilah linguistic [7], bukan dengan angka atau bilangan [8]. Tahapan dalam logika fuzzy terdiri dari 3 tahap yaitu *fuzzification*, *membership modification* dan *defuzzification*. Pada Gambar 2 dapat dilihat block diagram Fuzzy dengan menggunakan IF-THEN Rules [9].



Gambar 2. Block Diagram Fuzzy IF-THEN Rules

Di antara metode yang dapat digunakan dalam logika fuzzy adalah Metode Mamdani (metode *MAX-MIN*). Disebut metode *MAX-MIN* karena MIN digunakan dalam aplikasi fungsi implikasi, dan MAX digunakan dalam komposisi aturan. Bilangan fuzzy yang dihasilkan sebagai inferensi output, selanjutnya harus ditentukan suatu nilai crisp tertentu (defuzzifikasi). Berikut ini adalah tahapan untuk mendapatkan output:

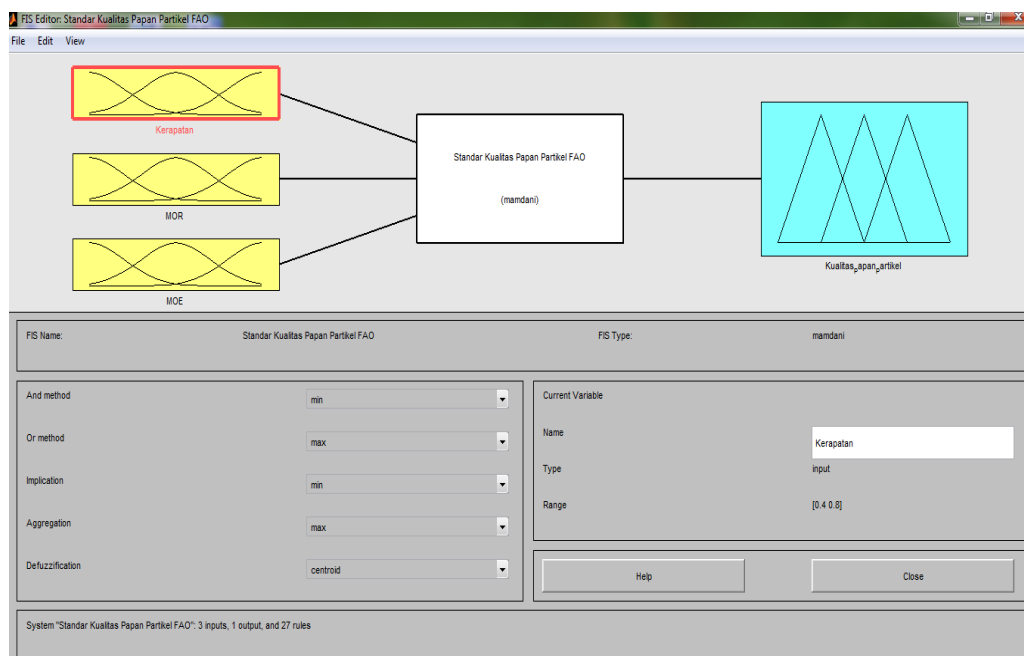
- a. Pembentukan himpunan fuzzy
Variabel input maupun output dibentuk menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.
- b. Aplikasi fungsi implikasi
Seperti yang sudah diuraikan di atas, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.
- c. Komposisi Aturan
Komposisi aturan menggunakan metode Max, yakni memperoleh solusi himpunan fuzzy dengan cara mengambil nilai maksimum aturan. Dengan menggunakan operator OR (union), dilakukan modifikasi daerah fuzzy dan mengaplikasikan ke output.
- d. Defuzzifikasi
Proses defuzzifikasi memerlukan input berupa suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari

komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Dengan demikian maka jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai output. Salah satu metoda defuzzifikasi adalah metoda centroid, yakni dengan cara mengambil titik pusat daerah fuzzy untuk menetapkan suatu nilai crisp.

Pembahasan

Dalam pembuatan sistem fuzzy pada Matlab 2012a, diawali dengan penentuan variabel *input* yang terdiri dari kerapatan, MOR, dan MOE berdasarkan standar FAO, serta menentukan variabel *output* yaitu tingkatan kualitas papan partikel yang dihasilkan yakni rendah, sedang, dan tinggi. Data *input* yang digunakan merupakan hasil penelitian mengenai kualitas papan partikel yang menggunakan bahan baku utama dari serbuk sabut kelapa. Kemudian, variabel-variabel tersebut dibuat dalam suatu fungsi implikasi *IF x is A THEN y is B*. Kriteria proses pembuatan sistem fuzzy yang dipilih adalah:

1. Metoda = Mamdani,
2. And Method = Min,
3. Or Method = Max,
4. Implikasi = Min,
5. Agregasi = Max,
6. Defuzzifikasi = Centroid.



Gambar 3. Penentuan Kriteria Sistem Fuzzy

Variabel kerapatan dengan kriteria Rendah adalah [0.40, 0.40, 0.56]

Variabel kerapatan dengan kriteria Sedang adalah [0.44, 0.60, 0.76]

Variabel kerapatan dengan kriteria Tinggi adalah [0.64, 0.80, 0.80]

Variabel MOR dengan kriteria Rendah adalah [100, 100, 260]

Variabel MOR dengan kriteria Sedang adalah [140, 300, 460]

Variabel MOR dengan kriteria Tinggi adalah [340, 500, 500]

Variabel MOE dengan kriteria Rendah adalah [10000, 10000, 26000]

Variabel MOE dengan kriteria Sedang adalah [14000, 30000, 46000]

Variabel MOE dengan kriteria Tinggi adalah [34000, 50000, 50000]

rules atau aturan-aturan dasar dari *Fuzzy* yang digunakan dalam kajian ini terdapat 27 aturan dalam kajian ini, yang merupakan kombinasi dari kemungkinan-kemungkinan hubungan tiga variabel *input* yakni kerapatan, MOR, dan MOE, serta tiga variabel *output* yakni rendah, sedang, dan tinggi. Adapun 27 aturan yang diterapkan adalah Sebagai berikut:

Jika kerapatan Rendah && MOR Rendah && MOE Rendah = Kualitas Papan C

Jika kerapatan Rendah && MOR Rendah && MOE Sedang = Kualitas Papan C

Jika kerapatan Rendah && MOR Rendah && MOE Tinggi = Kualitas Papan B

Jika kerapatan Rendah && MOR Sedang && MOE Rendah = Kualitas Papan C

Jika kerapatan Rendah && MOR Sedang && MOE Tinggi = Kualitas Papan B

Jika kerapatan Sedang && MOR Rendah && MOE Sedang = Kualitas Papan B

Jika kerapatan Sedang && MOR Rendah && MOE Rendah = Kualitas Papan C

Jika kerapatan Sedang && MOR Rendah && MOE Tinggi = Kualitas Papan B

Jika kerapatan Sedang && MOR Tinggi && MOE Rendah = Kualitas Papan B

Jika kerapatan Sedang && MOR Tinggi && MOE Sedang = Kualitas Papan B

Jika kerapatan Sedang && MOR Tinggi && MOE Tinggi = Kualitas Papan A

Jika kerapatan Tinggi && MOR Sedang && MOE Sedang = Kualitas Papan B

Jika kerapatan Tinggi && MOR Sedang && MOE Rendah = Kualitas Papan B

Jika kerapatan Tinggi && MOR Sedang && MOE Tinggi = Kualitas Papan A

Jika kerapatan Tinggi && MOR Tinggi && MOE Sedang = Kualitas Papan A

Jika kerapatan Tinggi && MOR Tinggi && MOE Rendah = Kualitas Papan B

Jika kerapatan Tinggi && MOR Rendah && MOE Rendah = Kualitas Papan B

Jika kerapatan Tinggi && MOR Rendah && MOE Sedang = Kualitas Papan B

Jika kerapatan Tinggi && MOR Tinggi && MOE Tinggi = Kualitas Papan A

Jika kerapatan Sedang && MOR Sedang && MOE Sedang = Kualitas Papan B

Jika kerapatan Sedang && MOR Sedang && MOE Tinggi = Kualitas Papan B

Jika kerapatan Sedang && MOR Sedang && MOE Rendah = Kualitas Papan B

Jika kerapatan Rendah && MOR Sedang && MOE Sedang = Kualitas Papan B

Jika kerapatan Rendah && MOR Tinggi && MOE Sedang = Kualitas Papan B

Jika kerapatan Rendah && MOR Tinggi && MOE Tinggi = Kualitas Papan B

Jika kerapatan Rendah && MOR Tinggi && MOE Rendah = Kualitas Papan B

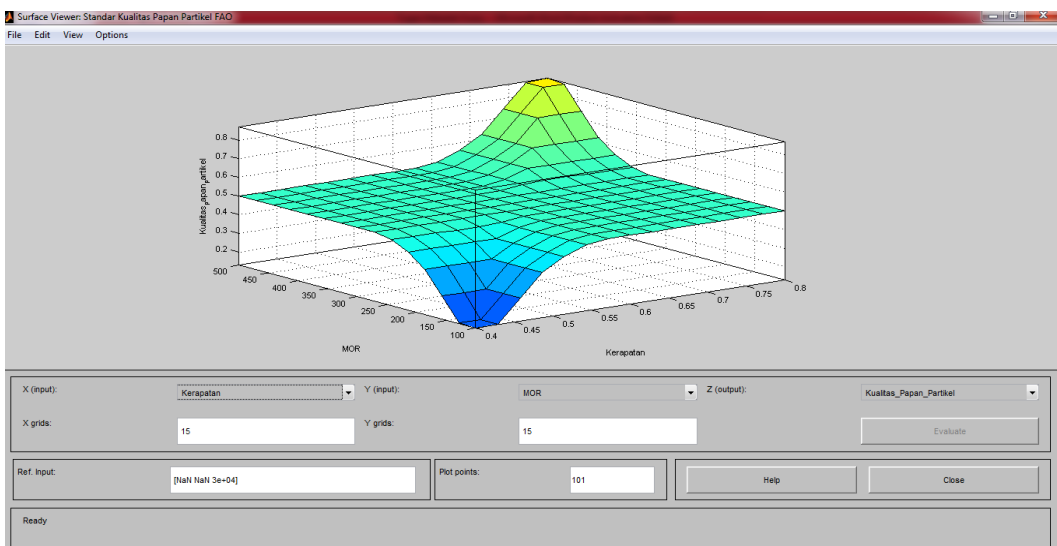
Jika kerapatan Tinggi && MOR Rendah && MOE Tinggi = Kualitas Papan B

Fungsi implikasi, komposisi semua keluaran dan defuzzifikasi untuk kajian ini ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Aplikasi Fungsi Implikasi, Komposisi Semua Keluaran dan Defuzzifikasi

Dengan menggunakan metode centroid dalam proses defuzzifikasi, diperoleh hasil bahwa jika kerapatan = $0,6 \text{ g/cm}^3$; MOR = 300 kg/cm^3 , dan MOE = 30.000 kg/cm^3 , maka kualitas papan partikel yang dihasilkan memiliki nilai 0,5 yakni kategori sedang. Pada Gambar 5 dapat dilihat kaitan ketiga variabel dalam bentuk *surface*.



Gambar 5. Surface Viewer

Kesimpulan

Dengan menggunakan *Software* Matlab R2012a dapat dibuat sistem *Fuzzy* untuk pengukuran kualitas papan partikel. Sistem ini merupakan suatu sistem cerdas yang dapat digunakan dalam menentukan kategorisasi kualitas papan partikel yang diproduksi dengan karakteristik atau sifat fisik/mekanik dari standar FAO yakni kerapatan, MOR, dan MOE. Hasil percobaan menunjukkan bahwa penggunaan metode *Fuzzy* pada papan partikel dengan kerapatan = 0,6 g/cm³; MOR = 300 kg/cm³, dan MOE = 30.000 kg/cm³, menghasilkan kualitas papan partikel berkategori sedang.

Ucapan Terima Kasih

Terima Kasih kepada LP3kM Universitas Buddhi Dharma yang telah mendanai penelitian ini.

Referensi:

- [1] F. Tjiptono and G. Chandra, *Service, Quality, Satisfaction*, 3rd ed. Yogyakarta: Andi, 2011.
- [2] Anonim, *Plywood and Other Wood-based Panels: Report of an International Consultation on Plywood and Other Wood-based Panel Products*. United States: FAO, 1966.
- [3] Abidin, "Analisis pendirian pabrik papan partikel berbahan baku utama serbuk sabut kelapa di kabupaten Ciamis, Jawa Barat," Institut Pertanian Bogor(IPB), 2003.
- [4] Anonim, "SNI 03-2105-2006: Papan partikel," p. 15, 2006.
- [5] S. Awang, *Kelapa: Kajian sosial Ekonomi*. Yogyakarta: Aditya Media, 1991.
- [6] A. S. Adibrata, "Pemanfaatan Sekam Padi dan Sabut Kelapa Sebagai Bahan Pembuatan Papan Partikel," Institut Pertanian Bogor(IPB), 2001.
- [7] S. Kusumadewi and H. Purnomo, *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- [8] Marimin, *SISTEM PENDUKUNG PENGAMBILAN KEPUTUSAN DAN SISTEM PAKAR*, 1st ed. Bogor: IPB Press, 2017.
- [9] H. Thendean and M. Sugiarto, "Penerapan Fuzzy If-Then Rules Untuk Peningkatan Kontras Pada Citra Hasil Mammografi," *J. Inform.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–7, 2009.