

Penerapan Metode AHP dalam Pemilihan Material Pembuatan Alat Bantu Kerja Proses Pengukuran

N Nelfiyanti^{1,*}, Sri Anastasia Yudistirani², Yusrizal Bakar³, Andry Setiawan¹, Rayhan Pangestu¹

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jl. Cempaka Putih tengah 27, 10510 Indonesia

²Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jl. Cempaka Putih tengah 27, 10510 Indonesia

³Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta, Kampus 3 Jl. Gajah Mada No.19 Padang

*nelfiyanti@umj.ac.id

ABSTRAK

Industri UMKM memberikan kontribusi terhadap pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Proses produksi pada industri UMKM ini merupakan hal yang penting dikarenakan pada proses ini terjadi perubahan dari material bahan baku menjadi produk jadi. Proses produksi pada bagian pengukuran di industri UMKM ini dilakukan bukan di meja melainkan dilakukan dilantai, hal ini sangat berbahaya jika dilakukan secara terus – menerus. Diperlukan alat bantu untuk membatu proses tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk memprioritaskan alternatif material yang akan digunakan dalam membuat alat bantu kerja. Penelitian ini menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) untuk proses pengambilan keputusan. Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan didapatkan prioritas pertama pemilihan material alat bantu pembuatan meja ini yaitu dengan menggunakan besi hollow dengan nilai bobot 0.449. alternatif material ke dua yaitu kayu degan nilai bobot sebesar 0.284 dan prioritas terakhir adalah aluminium dengan nilai bobot sebesar 0.267. Dapat disimpulkan bahwa material hollow merupakan material terpilih yang dapat digunakan dalam pembuatan alat bantu kerja.

Kata kunci: AHP, Alat Bantu, material

ABSTRACT

Small and medium industries contribute to economic growth in Indonesia. The production process in the SMEs industry is an important matter because in this process there is a change from raw materials to finished products. The production process in the measurement part of the SMEs industry is not done at the table but on the floor, this is very dangerous if done continuously. Aids are needed to facilitate the process. This research aims to prioritize material alternatives that will be used in making work aids. This research uses the Analytical Hierarchy Process (AHP) method for the decision-making process. Based on the calculations that have been done, the first priority for the selection of materials for making this table is to use hollow iron with a weight value of 0.449. the second material alternative is wood with a weight value of 0.284 and the last priority is aluminium with a weight value of 0.267. It can be concluded that the hollow material is the selected one that can be used in the manufacture of work aids.

Keywords: AHP, Aids, Material

1. PENDAHULUAN

Industri UMKM di Indonesia terus meningkat, ini dapat dilihat dari pertumbuhan ekonomi Indonesia pada tahun 2022 tumbuh sebesar 5,31%, ini lebih tinggi dari pencapaian pada tahun 2021 yang mengalami pertumbuhan sebesar 3,70% (BPS, 2023). Pertumbuhan ekonomi yang kuat ini didukung oleh pertumbuhan bisnis UMKM yang ada di Indonesia. Peran UMKM ini sangat penting karena dapat menyerap tenaga kerja Nasional.

Menurut (Astuti et al., 2022) industri UMKM ini berperan dalam pengembangan wilayah tersebut agar dapat mempercepat pemulihan ekonomi dengan cara menampung program pengembangan dan potensi yang ada di wilayah tersebut. Perkembangan teknologi dan informasi yang sangat pesat akan membuat perubahan dan mendorong industri agar lebih berinovasi lagi dalam menghasilkan suatu produk. Menurut (Maulana, 2018) perkembangan teknologi ini akan berdampak

kepada kualitas, produktivitas dan dapat mempermudah pekerjaan manusia dalam melakukan proses produksi. Industri UMKM merupakan salah satu industri kecil yang menggunakan teknologi dalam proses produksinya.

Salah satu industri UMKM yang ada di Indonesia yaitu yang bergerak pada industri mebel. Industri mebel yang difokuskan pada penelitian ini adalah industri mebel pembuatan meja belajar anak. Proses pembuatan meja belajar anak ini terdiri dari 5 proses yaitu, pengukuran, pemotongan, pengeboran, penghalusan dan perakitan. Berdasarkan 5 proses dari pembuatan meja belajar ini, proses pengukuran ini memiliki resiko yang cukup tinggi. Proses pengerjaan pengukuran pada pembuatan meja belajar ini dilakukan bukan di meja melainkan dilakukan dilantai, hal ini sangat berbahaya jika dilakukan secara terus – menerus.



Gambar 1 proses pengukuran

Keadaan seperti ini akan membuat pekerja mengeluh pada saat bekerja. Oleh sebab itu, untuk membatu proses kerja tersebut akan dibuatkan meja sebagai alat bantu pekerja dalam melakukan pekerjaanya. Dalam proses pembuatan alat bantu meja pengukuran ini diperlukan pra-proses seperti penentuan dimensi, penentuan desain dan material yang akan digunakan. Material merupakan bahan yang akan digunakan untuk membuat barang lain. Material ini menjadi hal yang penting dalam industri manufaktur. Material atau sifat mekanik merupakan sifat dari suatu material yang berhubungan dengan pembebanan mekanik. Menurut (Herbirowo & Adjiantoro, 2019) Sifat mekanik ini diperlukan dalam mempertimbangkan pemilihan material yang sesuai dengan kebutuhan. Pemilihan material ini memainkan peran penting dalam desain

mekanik dan struktural (Singh et al., 2019) (Patnaik et al., 2020).

Berdasarkan permasalahan tersebut untuk pemilihan material ini menggunakan pengambilan keputusan multi kriteria (*Multi Criteria Decision Making*). Salah satu *multi criteria decision making* yang berguna sebagai alat untuk pengambilan keputusan adalah metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* (Liu et al., 2019). AHP ini dapat membantu pengambilan keputusan dan memutuskan kriteria mana yang paling penting untuk diperhitungkan seperti jenis material, kekasaran permukaan dan beban (Dos Santos et al., 2019). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan material dalam pembuatan desain alat bantu meja untuk proses pengukuran pembuatan meja belajar anak.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Analytical Hierarchy Process (AHP)

AHP merupakan metode yang paling sering digunakan dalam proses pengambilan keputusan (Dos Santos et al., 2019). Definisi AHP adalah metode yang digunakan dalam pengambilan keputusan untuk penguraian masalah yang bersifat multi kriteria dan kompleks menjadi hierarki. Yang mana hierarki merupakan representasi sebuah masalah yang kompleks dalam suatu struktur multi-level, level pertama adalah tujuan, level selanjutnya adalah fakitr, kriteria, sub kriteria hingga level akhir dari alternative sehingga membentuk hirarki yang jelas dan terstruktur (Ibraheem & Atia, 2016).

Metode AHP memiliki tujuan yaitu penghitung prioritas setiap alternative terhadap sekumpulan kriteria dengan hanya perbandingan $n-1$ dari n alternative untuk setiap kriteria sebagai pengganti $(n-1)/2$ perbandingan dalam metode asli yang diusulkan oleh Saaty (Smarandache, 2010). AHP banyak diterapkan diberbagai industri dalam penentuan keputusan pemilihan supplier maupun penentuan keputusan dalam menentukan produk yang akan dibuat. Salah satu penerapan AHP dalam industri otomotif adalah menentukan proses yang memiliki tingkat resiko tinggi yang akan menjadi prioritas utama dalam proses perbaikan untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas produksi (Nelfiyanti et al., 2022).

Dalam penelitian ini AHP digunakan untuk penentuan keputusan akhir pemilihan material yang akan digunakan dalam pembuatan perancangan alat bantu proses pengukuran bahan baku furniture

Material

Material merupakan bahan baku yang diolah oleh pemangku industri dalam menghasilkan produk setengah jadi maupun produk jadi. Material dapat merupakan sumber daya alam seperti tanag pertanian atau dalam bahan mentah dalam industri dan komponen lainnya yang langsung diolah dalam proses manufaktur. Sementara komposit merupakan sejumlah system multi fase yang bersifat gabungan antara bahan matirks atau pengikat dengan penguat (Darianto et al., 2019).

Pengujian material diperlukan seperti uji Tarik static dan spesien uji impak merupakan mekanik perilaku dari material (Zulfikar et al., 2019). Pengujian mekanik material ini sangat diperlukan/penting untuk dilakukan dalam menentukan karakteristik sifat mekanik rangka memberikan data pendukung dan spesifikasi dari bahan guna mempercepat proses desain dan inovasi. Seperti menentukan sifat mekanik ST-37 yang merupakan material baja karbon dengan menggunakan alat future tech Brinell hardness teszter type FB-3000 LC yang memiliki hasil mekanik yang cukup baik dilihat dari kekerasan (Regna Tri Jayanti, 2021). Sehingga penelitian ini bertujuan untuk penerapan metode AHP dalam menentukan material yang akan digunakan dalam perancangan alat bantu proses pengukuran pembuatan meja lipat belajar anak- anak.

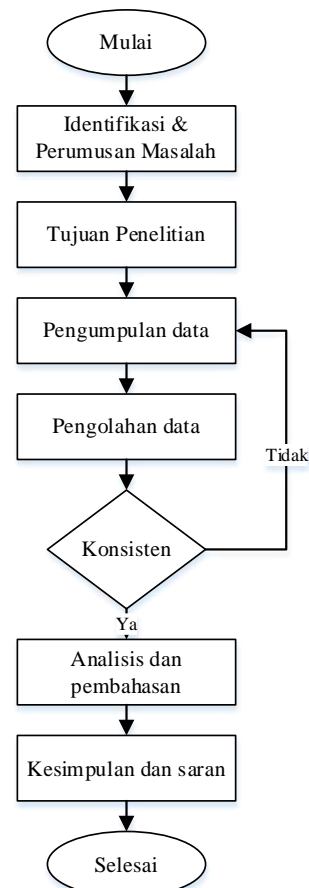
3. METODE PENELITIAN

Berisi bagaimana data dikumpulkan, sumber data dan cara analisis data Penelitian ini menggunakan data kuantitatif dan dilakukan pada UMKM pembuatan meja belajar anak. Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan melakukan wawancara kepada pekerja dan pemilik UMKM. Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan metode AHP untuk menentukan material terbaik dalam mendesain alat bantu meja pada proses pengukuran pembuatan meja belajar anak. Material akan di seleksi berdasarkan kriteria material sudah ditentukan sebelumnya yaitu

kekuatan, mudah dibuat/dibentuk, tahan korosi dan biaya. Berikut penjelasan kriteria yang ditetapkan dalam melakukan seleksi material:

1. Kekuatan, material alat bantu proses pengukuran ini harus mempunyai kekuatan yang cukup supaya dapat menahan beban yang diterima
2. Mudah dibuat/dibentuk, material alat bantu ini harus mudah dibuat dan dibentuk menggunakan mesin supaya dapat disesuaikan dengan postur operator
3. Tahan korosi, material mempunyai ketahanan korosi terhadap lingkungan kerja
4. Biaya, material alat bantu ini memiliki harga yang murah/ bersaing

Alternatif material yang diputuskan untuk diseleksi terdiri dari 3 jenis material yaitu, besi hollow, Aluminium (Al) dan kayu. Berikut tahapan pada penelitian ini dengan menggunakan AHP (Vural & Kose, 2020) :



Gambar 2 prosedur penelitian

Identifikasi Permasalahan

Identifikasi dan perumusan masalah, permasalahan khusus pada penelitian ini adalah mempertimbangkan material yang akan digunakan dalam perancangan alat bantu meja pengukuran yang sesuai dengan kebutuhan, sehingga penelitian ini menggunakan metode AHP untuk menentukan material yang akan digunakan dalam perancangan desain alat bantu

Menetapkan Tujuan

Tujuan penelitian, tujuan penelitian ini adalah memilih material yang sesuai dengan kriteria yang dibutuhkan oleh UMKM ini.

Pengumpulan data

Pengumpulan data, pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini yaitu, studi literatur dan wawancara. Kuesioner yang digunakan pada penelitian ini harus diisi oleh orang yang ahli atau berkompeten dalam bidang material. Kuesioner yang telah diisi oleh ahli selanjutnya akan diproses mengikuti prosedur metode AHP untuk mendapatkan hasil

Model AHP

Pengolahan data, pengolahan data ini menggunakan AHP dalam menentukan material terbaik yang dipilih. Berikut tahapan langkah – langkah dari AHP (Vural & Kose, 2020)

- Menentukan jenis kriteria yang akan dipakai, kriteria yang akan digunakan terdiri dari 4 kriteria yaitu kekuatan, mudah dibuat/dibentuk, tahan korosi dan biaya.
- Menyusun struktur hirarki keputusan, penyusunan hirarki ini berdasarkan jenis kriteria yang sudah ditentukan sebelumnya.
- Melakukan perhitungan matriks berpasangan, perhitungan matriks ini menggunakan skala prioritas dengan skala 1-9. Berikut skala berpasangan yang akan digunakan (Mastura et al., 2022).

Tabel 1 Nine-point scale for a pairwise comparison matrix

Intensity of preference	Verbal definition
1	Equally preferred
2	Equally to moderately preferred
3	Moderately preferred
4	Moderately to strongly preferred
5	Strongly preferred
6	Moderately to very strongly preferred
7	Very strongly preferred
8	Moderately to extremely strongly preferred
9	Extremely strongly preferred

- Melakukan perhitungan normalisasi dan pembobotan, pada tahap ini, pembobotan nantinya akan mendapat bobot relatif berdasarkan unsur setiap kolom. Matriks perbandingan berpasangan tidak dapat digunakan untuk menormalkan kolom untuk W_i jika matriksnya tidak kompatibel dan tidak lengkap konsistensi (Taherdoost, 2017).
- Menghitung nilai *eigen* dari setiap matriks berpasangan dengan menjumlahkan nilai setiap dari kolom dari matriks
- Menghitung nilai *Consistency Index* (CI) dan *Consisten Ratio* (CR)

$$CI = \frac{\gamma_{maksimum} - n}{n - 1}$$
 persamaan 1
 Dimana =
 $\gamma_{maksimum}$ = nilai eigen terbesar dari matriks
 n= jumlah kriteria
 Apabila $CI = 0$ maka matriks dapat dikatakan konsisten

$$CR = \frac{CI}{RI}$$
 persamaan 2
 Dimana =
 CI = *Consistency Index*
 RI = *Random Consistency Index*
 Apabila hasil $CR \leq 0,1$ maka data pada matriks tersebut dapat diterima

Tabel 2 Scale of the random Index Value (RI)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

Konsistensi

Konsistensi, data yang didapatkan harus konsisten sehingga nantinya dapat ditentukan apakah data tersebut dapat dipakai atau dilakukan pengumpulan data ulang. Data dapat dikatakan konsisten apabila nilai CR < 0,1 atau 10%, sebaliknya jika nilai rasio konsistensi lebih dari 10% maka pengambilan keputusan perlu diperbaiki (Ariyanti et al., 2020) (Bhanudas Bachchhav et al., 2020).

Analisis dan pembahasan

Analisis dan pembahasan, apabila data sudah dinyatakan konsisten maka data tersebut dapat dianalisis dan dilihat material mana yang menjadi prioritas pilihan berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan

Kesimpulan dan saran

Kesimpulan dan saran, pada tahap ini akan ditetapkan material alat bantu meja yang akan menjadi prioritas yang akan dipilih. Kesimpulan ini mempertimbangkan tujuan keseluruhan dan perbandingan analisis sensitivitas. Bobot prioritas dinilai berdasarkan nilai yang diterima urutan berdasarkan nilai bobot prioritas tertinggi hingga terendah. Oleh karena itu, final hasilnya membantu perusahaan memutuskan proses yang dipilih diprioritaskan untuk diperbaiki

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan kriteria

Kriteria ini didapatkan dari beberapa referensi dan kemudian di validasi oleh ahli.

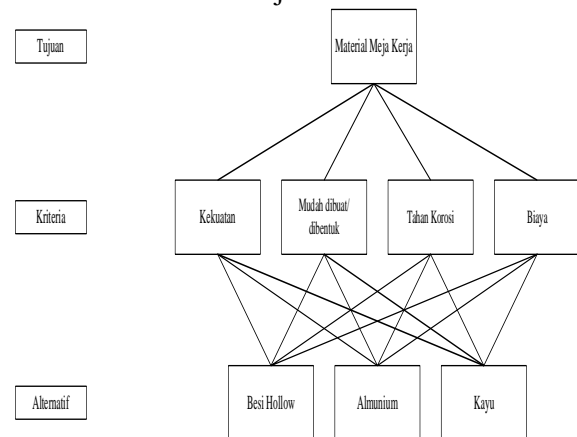
Berikut kriteria yang digunakan pada penelitian ini:

Tabel 3 kriteria pemilihan material

No	Kriteria
1	Kekuatan
2	Mudah dibentuk/dibuat
3	Tahan korosi
4	Biaya

Penyusunan hirarki

Kriteria tersebut nantinya akan disusun dalam sebuah hirarki yang disusun ke dalam 2 level. Level 0 merupakan tujuan, dalam penelitian ini tujuannya adalah memilih material terbaik untuk pembuatan alat bantu meja. Level 1 merupakan kriteria material, level 2 adalah alternatif material yang akan digunakan. Berikut struktur hirarki pemilihan material alat bantu meja:



Gambar 3 struktur hirarki pemilihan material

Perhitungan bobot matriks berpasangan

Perhitungan bobot matriks berpasangan ini menggunakan data hasil kuesioner yang sudah diisi oleh pakar/ahli. Berikut rekapitulasi hasil matriks berpasangan pada kriteria.

Tabel 4 Gabungan penilaian pakar tentang kriteria

Elemen Kriteria A	Elemen Kriteria B			
	Kekuatan	Mudah dibuat/dibentuk	Tahan Korosi	Biaya
Kekuatan	1.00	2.14	1.25	1.93
Mudah dibuat/dibentuk	0.47	1.00	0.72	0.90
Tahan Korosi	0.80	1.00	1.00	1.72
Biaya	0.52	1.11	0.58	1.00
Total	2.79	5.25	3.55	5.55

Tabel 5 Gabungan penilaian pakar antar alternatif material terhadap kriteria kekuatan

Elemen A	Elemen B		
	Besi Hollow	Aluminium	Kayu
Besi Hollow	1.00	1.84	1.72
Aluminium	0.54	1.00	1.75
Kayu	0.58	0.57	1.00
Total	2.13	3.41	4.46

Tabel 6 Gabungan penilaian pakar antar alternatif material terhadap kriteria mudah dibentuk

Elemen A	Elemen B		
	Besi Hollow	Aluminium	Kayu
Besi Hollow	1.00	1.00	0.90
Aluminium	1.00	1.00	0.72
Kayu	1.11	1.38	1.00
Total	3.11	3.38	2.63

Tabel 7 Gabungan penilaian pakar antar alternatif material terhadap kriteria tahan korosi

Elemen A	Elemen B		
	Besi Hollow	Aluminium	Kayu
Besi Hollow	1.00	2.85	0.97
Aluminium	0.35	1.00	0.65
Kayu	1.04	1.53	1.00
Total	2.39	5.38	2.62

Tabel 8 Gabungan penilaian pakar antar alternatif material terhadap kriteria biaya

Elemen A	Elemen B		
	Besi Hollow	Aluminium	Kayu
Besi Hollow	1.00	1.00	0.58
Aluminium	1.00	1.00	0.65
Kayu	1.72	1.53	1.00
Total	3.72	3.53	2.24

Normalisasi, nilai eigen dan pembobotan

Normalisasi atau merupakan pembagian nilai dari setiap elemen di dalam matriks berpasangan. Berikut hasil perhitungan normalisasi dan pembobotan (*wight vektor*) pada matriks kriteria:

Tabel 9 Normalisasi dan pembobotan matriks kriteria

Kriteria	Kekuatan	Mudah dibuat/dibentuk	Tahan Korosi	Biaya	Weight Vektor	Nilai Eigen
Kekuatan	0.36	0.41	0.35	0.35	1.44	0.37
Mudah dibuat/dibentuk	0.17	0.19	0.20	0.16	0.71	0.18
Tahan Korosi	0.29	0.19	0.28	0.31	1.06	0.27
Biaya	0.19	0.21	0.16	0.18	0.73	0.18

Tabel 10 Normalisasi dan pembobotan alternatif material dengan kriteria kekuatan

Elemen A	Elemen B			Weight Vektor	Nilai Eigen
	Besi Hollow	Aluminium	Kayu		
Besi Hollow	0.47	0.54	0.39	1.42	0.47
Aluminium	0.26	0.29	0.39	0.95	0.31
Kayu	0.27	0.17	0.22	0.67	0.22

Tabel 11 Normalisasi dan pembobotan alternatif material dengan kriteria mudah dibentuk dan dibuat

Elemen A	Elemen B			Weight Vektor	Nilai Eigen
	Besi Hollow	Aluminium	Kayu		
Besi Hollow	0.32	0.30	0.34	0.96	0.32
Aluminium	0.32	0.30	0.28	0.89	0.30
Kayu	0.36	0.41	0.38	1.15	0.38

Tabel 12 Normalisasi dan pembobotan alternatif material dengan kriteria tahan korosi

Elemen A	Elemen B			Weight Vektor	Nilai Eigen
	Besi Hollow	Aluminium	Kayu		
Besi Hollow	0.62	0.53	0.70	1.90	0.63
Aluminium	0.22	0.19	0.12	0.52	0.17
Kayu	0.16	0.28	0.18	0.62	0.20

Tabel 10 Normalisasi dan pembobotan alternatif material dengan kriteria biaya

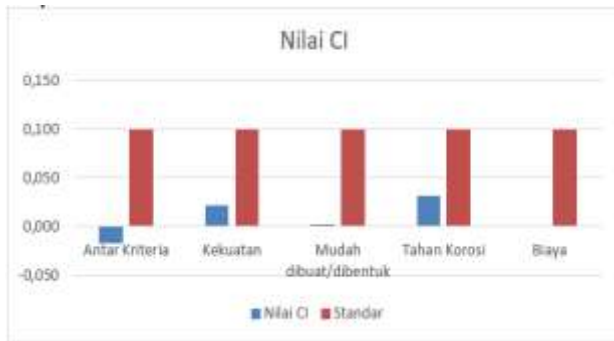
Elemen A	Elemen B			Weight Vektor	Nilai Eigen
	Besi Hollow	Aluminium	Kayu		
Besi Hollow	0.27	0.28	0.26	0.81	0.27
Aluminium	0.27	0.28	0.29	0.85	0.28
Kayu	0.46	0.43	0.45	1.34	0.45

Menguji Konsistensi CI dan CR
 Tahap selanjutnya adalah menguji konsistensi CI dan CR pada masing – masing kriteria. Berikut contoh perhitungan CI dan CR:

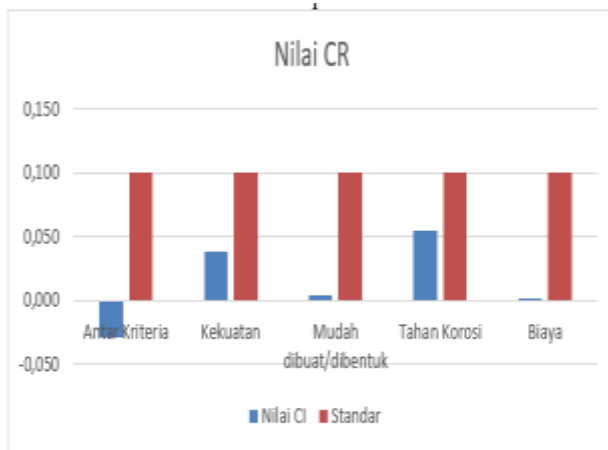
$$CI = \frac{3.95 - 4}{3} = -0.017$$

$$CR = \frac{-0.017}{0.58} = -0.029$$

Berikut rekapitulasi nilai CI dan CR untuk semua kriteria:



Gambar 4. Rekapitulasi CI



Gambar 5 Rekapitulasi nilai CR

Berdasarkan gambar 4 dan 5 didapatkan nilai CI dan CR > 0.1 ini berarti data tersebut sudah konsisten dan valid, sehingga data tersebut dapat digunakan untuk proses selanjutnya, yaitu pengambilan keputusan.

Prioritas pemilihan material

Tahap terakhir adalah pemilihan prioritas material yang diperoleh dengan menjumlahkan nilai eigen dari alternatif. Nilai tersebut kemudian dikalikan dengan masing – masing kriteria sehingga masing – masing alternatif material mempunyai bobot prioritas. Berikut rekapitulasi nilai bobot prioritas.

Tabel 10 prioritas pemilihan material

Alternatif	Kriteria				Nilai	Prioritas
	Kekuatan	Mudah dibuat/dibentuk	Tahan Korosi	Biaya		
Besi Hollow	0.366	0.181	0.269	0.185	0.449	1
Aluminum	0.470	0.321	0.172	0.282	0.267	3
Kayu	0.217	0.382	0.197	0.448	0.284	2

Berdasarkan tabel 10 didapatkan nilai bobot dari kriteria material besi hollow sebesar 0.449, nilai aluminium sebesar 0.267, sedangkan untuk kayu mendapatkan nilai sebesar 0.284. berdasarkan nilai tersebut untuk mendapatkan nilai prioritas akan diurutkan dari nilai yang terbesar ke nilai yang terendah. Berdasarkan pengurutan nilai tersebut didapatkan urutan prioritas pertama adalah besi hollow, prioritas ke-dua adalah kayu, sedangkan prioritas terakhir adalah aluminium.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data yang sudah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa prioritas pertama pemilihan material alat bantu pembuatan meja ini yaitu dengan menggunakan besi hollow dengan nilai bobot 0.449. alternatif material ke dua yaitu kayu dengan nilai bobot sebesar 0.284 dan prioritas terakhir adalah aluminium dengan nilai bobot sebesar 0.267. Besi hollow ini mempunyai lapisan finishing yang terdiri dari unsur aluminium sebesar 55%, unsur besi sebesar 43,5% dan unsur silicon sebesar 1,5%. Kandungan unsur – unsur pada besi hollow ini dapat mengurangi resiko dari terjadinya korosi. Kelebihan lain dari besi hollow ini juga dapat menahan beban yang lebih berat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih tim peneliti haturkan kepada UMJ melalui LPPM yang telah mendukung pelaksanaan penelitian ini dengan memberikan pendanaan sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar dan baik. Terimakasih juga kami ucapkan kepada UMKM Sa2RiRi yang telah bersedia bekerjasama dalam kelancaran pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Ariyanti, S., Ismail, A., & Gunaryono, A. (2020). Performance Assessment of Foam Material Suppliers using the Analytic Hierarchy Process (AHP) Method. *Jurnal PASTI*, 14(1), 15–25. <https://doi.org/10.22441/pasti.2020.v14i1.002>

Astuti, R. D., Kusumo, F., Pudjiantoro, P., & Suhardi, B. (2022). Design of Working Table for Fret Wiring Operators With Nida Method in Guitar Industry Mancasan Sukoharjo. *SPEKTRUM*

INDUSTRI, 2630, 29–38.

- Bhanudas Bachchhav, Abhishek Kumbhare, Chinmay Hoonur, Sharayu Kulkarni, & Jaydeo Kalankar. (2020). Grading of Spot Welding Electrode Material Properties Using AHP. *Journal of Modern Mechanical Engineering and Technology*, 7, 59–65. <https://doi.org/10.31875/2409-9848.2020.07.8>
- BPS. (2023). *Ekonomi Indonesia Tahun 2022 Tumbuh 5,31 Persen*. BPS. <https://www.bps.go.id/pressrelease/2023/02/06/1997/ekonomi-indonesia-tahun-2022-tumbuh-5-31-persen.html>
- Darianto, D., Siregar, A., Umroh, B., & Kurniadi, D. (2019). Simulasi Kekuatan Mekanis Material Komposit Tempurung Kelapa Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Journal of Mechanical Engineering Manufactures Materials and Energy*, 3(1), 39. <https://doi.org/10.31289/jmemme.v3i1.2443>
- Dos Santos, P. H., Neves, S. M., Sant'Anna, D. O., Oliveira, C. H. de, & Carvalho, H. D. (2019). The analytic hierarchy process supporting decision making for sustainable development: An overview of applications. *Journal of Cleaner Production*, 212, 119–138. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.270>
- Herbirowo, S., & Adjiantoro, B. (2019). Characteristics Of Mechanical Properties And Micro Structure Of Low Carbon Laterite Steel Alloy 1.7 Ni With Cold Rolling Process. *Jurnal Teknologi Bahan Dan Barang Teknik*, 9(1), 33. <https://doi.org/10.37209/jtbbt.v9i1.88>
- Ibraheem, A. T., & Atia, N. S. (2016). *Applying Decision Making With Analytic Hierarchy Process(AHP) for Maintenance Strategy Selection of Flexble Pavement*. 16(5).
- Liu, Q., Yang, H., & Xin, Y. (2019). Applying value stream mapping in an unbalanced production line: A case study of a Chinese food processing enterprise. *Quality Engineering*, 32(1), 111–123. <https://doi.org/10.1080/08982112.2019.1637526>
- Mastura, M. T., Nadlene, R., Jumaidin, R., Abdul Kudus, S. I., Mansor, M. R., &

- Firdaus, H. M. S. (2022). Concurrent Material Selection of Natural Fibre Filament for Fused Deposition Modeling Using Integration of Analytic Hierarchy Process/Analytic Network Process. *Journal of Renewable Materials*, 10(5), 1221–1238.
<https://doi.org/10.32604/jrm.2022.018082>
- Maulana, H. (2018). Development of Semi-Automatic Screen Printing Table Products Using the Qfd Method. *Tecnoscienza*, 2(2).
- Nelfiyanti, Mohamed, N., Rashid, M. F. F. A., & Ramadhan, A. I. (2022). Parameters of effects in decision making of automotive assembly line using the Analytical Hierarchy Process method. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 37, 370–377.
<https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2022.02.018>
- Patnaik, P. K., Swain, P. T. R., Mishra, S. K., Purohit, A., & Biswas, S. (2020). Composite material selection for structural applications based on AHP-MOORA approach. *Materials Today: Proceedings*, 33(xxxx), 5659–5663.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.063>
- Regna Tri Jayanti. (2021). Studi Pengujian Sifat Mekanik Material Baja ST-37. *Majalah Teknik Industri*, 29(2), 66–73.
- Singh, A. K., Avikal, S., Nithin Kumar, K. C., Kumar, M., & Thakura, P. (2019). A fuzzy-AHP and M - TOPSIS based approach for selection of composite materials used in structural applications. *Materials Today: Proceedings*, 26(xxxx), 3119–3123.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.644>
- Smarandache, F. (2010). α -Discounting Method for Multi-Criteria Decision Making (α -D MCDM). *13th International Conference on Information Fusion*, 29–42.
<https://doi.org/10.13140/2.1.4832.7364>
- Taherdoost, H. (2017). Decision Making Using the Analytic Hierarchy Process (AHP); A Step by Step Approach. *Journal of Economics and Management Systems*, 2(International), 244–246.
<http://www.iaras.org/iaras/journals/ijems>
- Vural, D., & Kose, E. (2020). Selection of alternative filling material in the bed production with AHP and ELECTRE methods. *Journal of Applied Research on Industrial Engineering*, 7(2), 163–176.
<https://doi.org/10.22105/jarie.2020.226156.1147>
- Zulfikar, A. J., Umroh, B., & Siahaan, M. Y. R. (2019). Investigation of Mechanical Behavior of Polymeric Foam Materials Reinforced By Oil Palm Empty Fruit Bunches (Opefb) Fibers Due To Static and Dynamic Loads. *Journal of Mechanical Engineering Manufactures Materials and Energy*, 3(1), 10.
<https://doi.org/10.31289/jmemme.v3i1.2416>