



# Identifikasi Potensi Sumber Energi Berkelanjutan Berbasis Tanaman Perkebunan dari Suku *Arecaceae* Menggunakan AHP dengan Aplikasi Expert Choice

Purwo Subekti<sup>a\*</sup>, Defidelwina<sup>b</sup>, Eddy Elfiano<sup>c</sup>, Arif Rahman Saleh<sup>d</sup>, Siswo Pranoto<sup>e</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pasir Pengaraian, Kab. Rokan Hulu, Riau

<sup>b</sup>Program Studi Agribisnis, Universitas Pasir Pengaraian, Kab. Rokan Hulu, Riau

<sup>c</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Islam Riau, Pekanbaru, Riau

<sup>d</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Tidar, Magelang, Jawa Tengah

<sup>e</sup>Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru, Pekanbaru, Riau

## INFO ARTIKEL

Tersedia Online : Desember 2022

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi sumber bahan baku untuk energi berkelanjutan berbasis tanaman perkebunan dari suku *arecaceae*, menggunakan AHP dengan aplikasi *expert choice*. Tanaman yang dipilih sebagai kriteria adalah kelapa dalam, kelapa hibrida, kelapa sawit, pinang, aren dan sagu. Sedangkan untuk komponen tanaman yang dipilih sebagai sub kriteria adalah buah, batang dan pelepah. Sementara itu, struktur tujuan yang diharapkan dari kriteria dan sub kriteria adalah bio oil, bahan bakar langsung, bahan bakar campuran, bio gas, bahan peredam panas dan bio arang. Hasil analisis kriteria adalah kelapa sawit dengan nilai bobot tertinggi sebesar 48%, dilanjutkan tanaman sagu 25%, aren 13%, kelapa dalam 7,3%, kelapa hibrida 4,7% dan pinang 2,1%. Kemudian dari hasil analisis tujuan, bio gas merupakan prioritas utama dengan nilai pembobotan 22,5%, sedangkan untuk prioritas selanjutnya bahan bakar langsung 19,9%, bio arang 18%, bio oil 17,2%, bahan peredam panas 11,2%, dan bahan bakar campuran 10,7%. Sedangkan dari hasil analisis sub kriteria, buah merupakan prioritas utama sebagai sediaan bahan baku dengan nilai bobot sebesar 53,2%, kemudian disusul batang 35,4%, dan pelepah 11,4%. Berdasarkan analisis sensitivitas, metrik penilaian prioritas dari elemen kriteria, sub kriteria dan tujuan bisa diterima dan diandalkan. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai konsistensi kriteria sebesar 0%, konsistensi sub kriteria 8%, dan nilai konsistensi tujuan 4%.

**Kata kunci:** potensi; tanaman perkebunan; energi terbarukan; suku *arecaceae*

## E – MAIL

purwos@upp.ac.id

## ABSTRACT

The goal of this research is to identify the potential sources of raw materials for plantation-based sustainable energy from the *arecaceae* (family of perennial flowering plants). The plants selected as criteria were superior coconut, hybrid coconut, oil palm, areca nut, sugar palm and sago. As for the plant components selected as sub criteria are fruits, stems and fronds. Meanwhile, the objective expectation of the criteria and sub-criteria is bio-oil, direct fuel, mixed fuel, bio-gas, heat dissipation agent and bio charcoal. This study used AHP with an expert choice application. The results of the analysis of the criteria were oil palm with the highest weight value of 48%, followed by sago 25%, sugar palm 13%, coconut within 7,3%, hybrid coconut 4.7% and areca nut 2,1% respectively. Then the results of the objective analysis, bio-gas is the top priority with a weighting value of 22,5%, while for the next priority direct fuel is 19,9%, bio charcoal 18%, bio oil 17,2%, heat absorbers 11,2%, and 10,7% directly as mixed fuel. Meantime, the results of the sub-criteria analysis, fruit is the top priority as a raw material preparation with a weight value of 53,2%, followed by stems 35,4%, and fronds 11,4%. Based on the sensitivity analysis, the priority scoring metrics of the elements of the criteria, sub-criteria and objectives were acceptable and reliable. It is evidenced by the value of the

## I. PENDAHULUAN

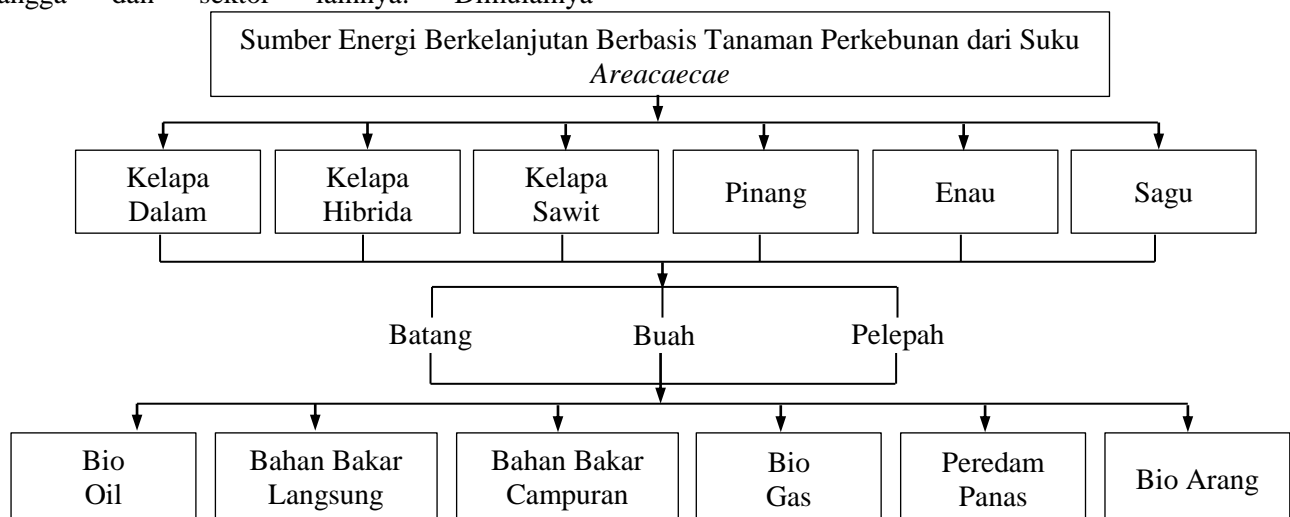
Identifikasi potensi sumber energi berkelanjutan perlu dilakukan sebagai upaya ikut berperan dalam mensukseskan program pemerintah Indonesia untuk meningkatkan penggunaan energi yang ramah lingkungan. Program tersebut diantaranya adalah target penggunaan energi terbarukan dalam bauran energi primer pada tahun 2025-2050 paling sedikit 23% - 30% [1] dan [2]. Bauran energi primer dengan energi terbarukan dalam kurun waktu 5 tahun terakhir terus mengalami peningkatan pada tahun 2020 mencapai 11,3%. Angka tersebut masih jauh dari target pemerintah sebesar 23% pada tahun 2025 [2]. Sumber bahan baku energi terbarukan diantaranya dari sisa produksi (limbah) tanaman perkebunan, jenis tanaman tersebut yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi adalah dari suku (famili) *arecaceae* atau suku pinang-pinangan (palem). Jenis tanaman dari suku *arecaceae* diantaranya kelapa dalam, kelapa hibrida, kelapa sawit, pinang, enau (aren) dan sagu [3], [4] dan [5].

Indonesia memiliki potensi yang cukup besar untuk mengembangkan pemanfaatan energi terbarukan berbasis tanaman suku palem, karena tanaman perkebunan tersebut tersedia merata hampir di seluruh wilayah Indonesia [5] dan [6]. Secara bertahap, pemanfaatan energi terbarukan berbasis tanaman perkebunan sudah dimulai pada sektor kelistrikan, transportasi, industri, rumah tangga dan sektor lainnya. Dimulainya

pemanfaatan energi terbarukan akan menambah sumber energi yang sudah tersedia di Indonesia [7].

Pengembangan sumber energi terbarukan berbasis tanaman perkebunan terus dilakukan, karena selain keberlanjutan akan bahan baku juga kecenderungan lebih ramah lingkungan dibanding sumber energi dari fosil [2]. Produksi pengolahan lanjut dari tanaman kelapa dalam, kelapa hibrida, kelapa sawit, pinang, aren dan sagu menyisakan sisa proses produksi (limbah). Sisa proses produksi tersebut yang dapat dijadikan sebagai sumber energi antara lain bagian padatan pelepah daun, serabut, tempurung, tandan kosong, dan batang. Bagian komponen sisa tersebut dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku untuk energi, seperti bahan bakar ketel uap, bio oil, biogas, gasifikasi dan arang briket [6], [8], [9], [10], [11], [12] dan [13].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi potensi sumber bahan baku untuk menghasilkan energi berkelanjutan. Identifikasi dilakukan terhadap sumber bahan baku untuk menghasilkan energi dari sisa produksi tanaman perkebunan dari suku pinang-pinangan. Melalui identifikasi sumber energi terbarukan diharapkan dapat diketahui prioritas dan tingkat ketersediaan bahan baku untuk menghasilkan energi terbarukan dan peluang untuk pengembangan, serta peluang untuk peningkatan nilai tambah sisa produksi tanaman perkebunan dari suku *arecaceae*.



**Gambar 1.** Struktur hirarki identifikasi sumber energi berkelanjutan berbasis sisa produksi tanaman perkebunan dari suku *arecaceae*

## II. MATERIAL DAN METODE

Identifikasi potensi sumber bahan baku untuk menghasilkan energi berkelanjutan melalui studi pustaka dan pengisian kuesioner oleh para pakar di beberapa Kabupaten di Propinsi Riau, sedangkan data terkait bahan baku sumber energi berkelanjutan diambil dari data skunder sagu [3], [4] dan [5].

Penentuan isi kuesioner untuk *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dilakukan bersama responden pakar, dengan harapan pengambilan keputusan terkait potensi sumber bahan baku energi berkelanjutan memberikan hasil yang optimal. Untuk mengukur nilai bobot potensi sumber bahan baku yang menghasilkan energi berkelanjutan perlu penetapan hierarki, struktur hierarki tersebut adalah penentuan sasaran, kriteria, sub kriteria dan tujuan. Rincian struktur hierarki identifikasi potensi sumber bahan baku untuk menghasilkan energi berkelanjutan berbasis tanaman perkebunan dari suku *arecaceae* disajikan pada Gambar 1 [14] dan [15]. Setelah struktur hierarki ditentukan, kemudian menentukan kriteria komponen pertanyaan kuesioner sumber bahan baku untuk menghasilkan energi berkelanjutan berbasis tanaman perkebunan dari suku *arecaceae*. Kriteria komponen pertanyaan kuesioner disusun sebagaimana disajikan pada Tabel 1 [3] dan [5]. Keluaran dari kuesioner ini adalah urutan nilai prioritas bahan baku sumber energi berkelanjutan berdasarkan pendapat responden. Untuk menganalisis hasil kuesioner digunakan Aplikasi Expert Choice, aplikasi ini dapat memberikan urutan prioritas keputusan yang direkomendasikan dari responden [15] dan [16].

**Tabel 1.** Penilaian kuesioner kriteria

Kriteria	Kelapa Dalam	Kelapa Hibrida	Kelapa Sawit	Pinang	Aren	Sagu
Kelapa Dalam						
Kelapa Hibrida						
Kelapa Sawit						
Pinang						
Aren						
Sagu						

Berdasarkan sumber bahan baku sebagai kriteria yang sudah di tentukan pada tabel di atas, selanjutnya menentukan urutan komponen sumber

energi dari hasil tanaman perkebunan yang dipilih sebagai sub kriteria. Bentuk sumber energi terbarukan berupa bio oil, bahan bakar langsung, bahan bakar campuran, bio gas, peredam panas dan bio arang [6], [8] dan [17]. Urutan prioritas bentuk sumber energi ditentukan berdasarkan kuesioner yang dilanjutkan dengan analisis menggunakan aplikasi *expert choice* [15]. Kuesioner pilihan sub kriteria untuk menentukan urutan prioritas bentuk energi yang dihasilkan dari tanaman suku *arecaceae* disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Penilaian kuesioner sub kriteria

Tujuan	Bio Oil	Bahan Bakar Langsung	Bahan Bakar Campuran	Bio Gas	Peredam Panas	Bio Arang
Bio Oil						
Bahan Bakar Langsung						
Bahan Bakar Campuran						
Bio Gas						
Peredam Panas						
Bio Arang						

Setelah struktur hirarki kriteria dan sub kriteria ditentukan kemudian menentukan tujuan komponen dari tanaman yang dipilih sebagai bahan baku untuk menghasilkan sumber energi, komponen tersebut adalah batang, buah dan pelepah [8]. Untuk menentukan urutan prioritas bahan baku yang menghasilkan sumber energi ditentukan berdasarkan kuesioner, pertanyaan kuesioner disajikan pada Tabel 2. Data hasil kuesioner kemudian diolah menggunakan aplikasi *expert choice* [15].

**Tabel 3.** Penilaian kuesioner sub kriteria

Alternatif	Batang	Buah	Pelepah
Batang			
Buah			
Pelepah			

Tahapan terakhir adalah melakukan analisis sensitivitas secara grafis, dengan tujuan untuk melihat sejauh mana perubahan interaksi antara kriteria, sub kriteria, dan tujuan yang dipilih. Selain itu, analisis sensitivitas dilakukan untuk mengetahui konsistensi kriteria yang dipilih dan mempermudah dalam melihat perubahan nilai prioritas jika dilakukan perubahan nilai

pembobotan pada setiap elemen [15], [16], [17], [18] dan [19].

Pengisian kuesioner penilaian pembobotan pada Tabel 1-3 di atas untuk membandingkan mana yang lebih penting dari elemen faktor A (vertikal) dengan elemen faktor B (horizontal), skala penilaian dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 4. Tabel tersebut menyajikan nilai perbandingan dan penjabaran dari nilai tersebut [15] dan [16].

**Tabel 4.** Bobot skala penilaian kuesioner

Nilai Perbandingan	Definisi
1	A sama penting dengan B
3	A sedikit lebih penting dari B
1/3	B sedikit lebih penting dari A
5	A jelas lebih penting dari B
1/5	B jelas lebih penting dari A
7	A sangat jelas lebih penting daripada B
1/7	B sangat jelas lebih penting daripada
9	A mutlak lebih penting daripada B
1/9	B mutlak lebih penting daripada A
2, 4, 6, 8 atau 1/2, 1/4, 1/6	Diberikan apabila terdapat sedikit perbedaan dengan patokan di atas

\*Modifikasi [16]

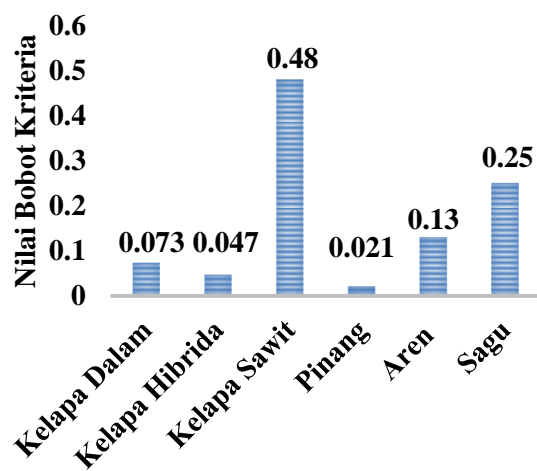
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Nilai Prioritas Bobot Kriteria

Berdasarkan analisis kriteria dari data masukan pertanyaan pada Tabel 1 dan diolah menggunakan aplikasi *expert choice*, dihasilkan urutan komponen sumber bahan baku untuk menghasilkan energi berkelanjutan berbasis tanaman perkebunan dari suku *arecaceae*. Urutan nilai bobot prioritas hasil analisis menggunakan metode AHP disajikan pada Gambar 1. Gambar tersebut memperlihatkan bahwa nilai bobot tanaman kelapa sawit merupakan prioritas utama dari tanaman perkebunan yang pilihan sebagai sumber energi terbarukan dengan presentase 48%. Sedangkan tanaman sagu, aren, kelapa dalam, kelapa hibrida dan pinang menempati urutan prioritas selanjutnya. Selain itu, dari data tersebut menguatkan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kelapa sawit merupakan diantara tanaman yang dapat dijadikan sebagai sumber bahan baku unggulan untuk menghasilkan minyak dan energi [2], [8], [20] dan [21] [22].

Selain nilai prioritas bobot kriteria, Gambar 1 menampilkan hasil analisis nilai kriteria tingkat

konsistensi. Berdasarkan gambar tersebut nilai konsistensi adalah 0%, nilai konsistensi di bawah 10% menandakan bahwa matrik penilaian prioritas kriteria diterima dan jika tingkat kriteria lebih besar dari 10% perhitungan tidak diterima. Selain itu, hasil analisis nilai konsistensi menjelaskan bahwa rincian struktur hierarki identifikasi potensi sumber bahan baku untuk menghasilkan energi berkelanjutan berbasis tanaman perkebunan dari suku *arecaceae* diindikasikan penilaian kuesioner dilakukan secara random [15] dan [16].

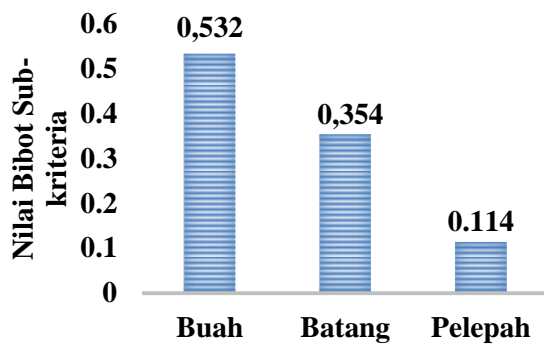


**Gambar 2.** Nilai prioritas bobot kriteria tanaman perkebunan perkebunan dari suku *arecaceae*

#### 3.2 Nilai Prioritas Bobot Sub Kriteria

Nilai prioritas bobot kriteria sudah diketahui, melalui analisis AHP juga dapat diketahui nilai prioritas bobot sub kriteria yang dipilih. Alternatif dari bagian tanaman perkebunan yang dipilih adalah batang, buah, dan pelepah. Berdasarkan hasil analisis AHP, bobot sub kriteria tertinggi adalah buah dengan persentase 53,2%, seperti disajikan pada Gambar 2. Selain itu, dari analisis AHP dapat dilihat nilai konsistensi sebesar 8%, yang artinya bahwa matrik penilaian prioritas bobot sub kriteria diterima dan diindikasikan penilaian kuesioner penentuan sub kriteria dilakukan secara random. Secara umum seluruh sub kriteria yang dipilih memiliki potensi sebagai penyedia bahan baku untuk energi terbarukan. Namun demikian, dari penilaian ke enam kriteria yang dipilih buah dari tanaman perkebunan merupakan sediaan yang paling potensial untuk dikembangkan sebagai bahan baku energi terbarukan. Semua komponen buah dapat dijadikan sebagai bahan baku untuk energi, diantaranya adalah daging buah,

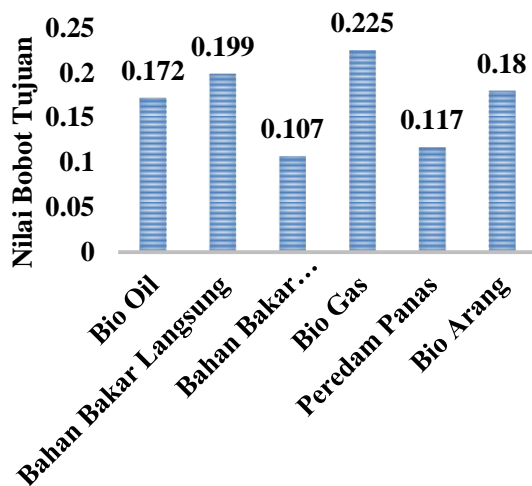
tempurung/cangkang, serat dan tandan buah [6], [8], [21] dan [22].



Gambar 3. Nilai Prioritas Bobot Sub Kriteria

### 3.3 Nilai Prioritas Bobot Tujuan

Tanaman perkebunan dari suku pinang-pinangan yang dipilih dapat dijadikan sebagai sumber energi terbarukan. Untuk menentukan produk yang prioritas unggul dari bahan bakau tanaman ditentukan berdasarkan hirarki pembobotan. Hirarki dari tujuan adalah bio oil, bahan bakar langsung, bahan bakar campuran, bio gas, peredam panas, dan bio arang. Hasil dari analisis AHP menggunakan aplikasi *expert choice*, nilai prioritas bobot prioritas urutan utama adalah bio gas dengan presentase 22,5% seperti disajikan pada Gambar 3.

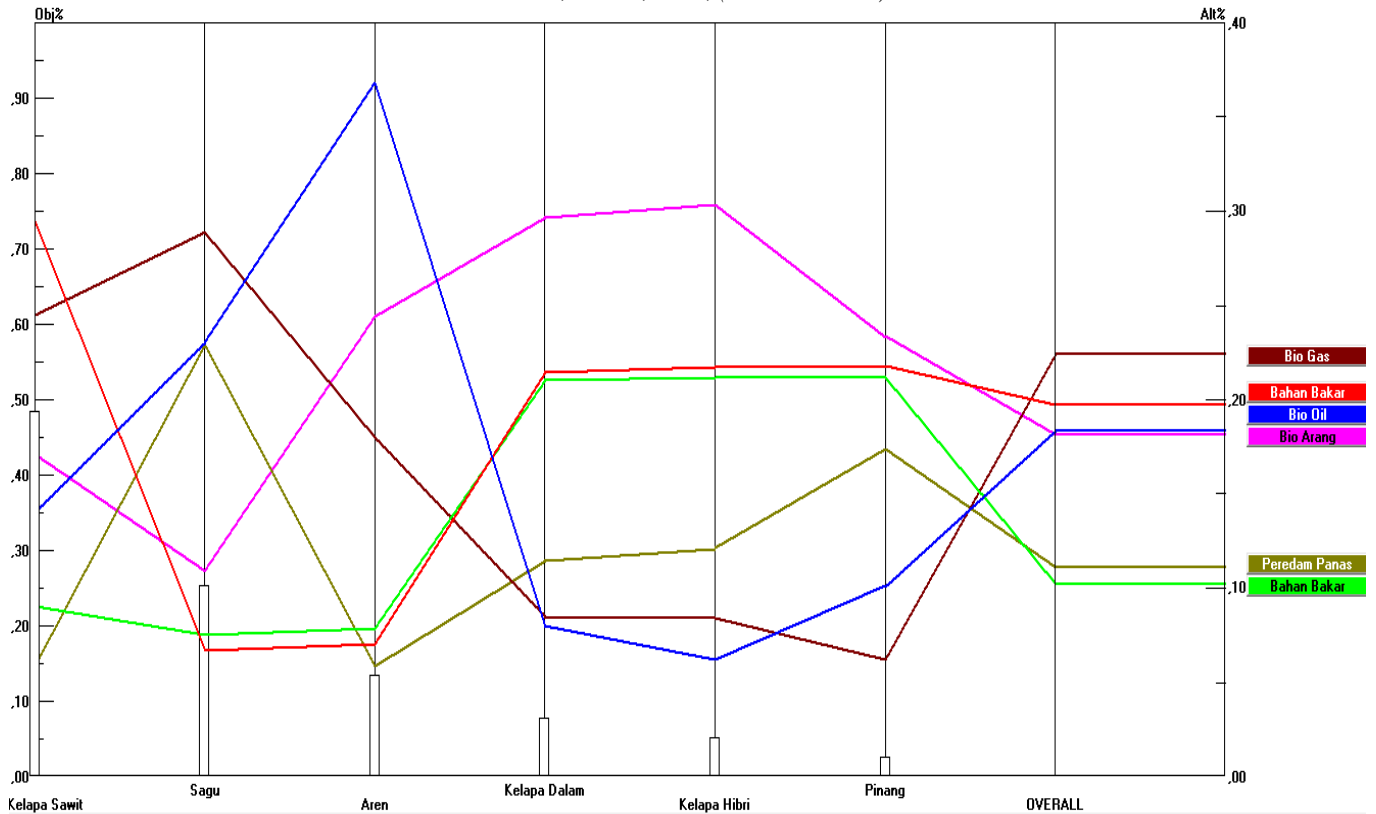


Gambar 4. Nilai Prioritas Bobot Tujuan

Sementara itu, untuk urutan prioritas kedua dan seterusnya adalah bahan bakar langsung, bio arang, bio oil, bahan peredam panas, dan bahan bakar campuran. Sedangkan untuk hasil analisis nilai konsistensi sebesar 4%, yang artinya bahwa matrik penilaian prioritas kriteria diterima dan diindikasikan penilaian kuesioner dilakukan secara random. Secara umum, komponen kriteria seluruhnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk membuat bio gas. Berdasarkan hasil urutan prioritas, pemanfaatan untuk bio gas merupakan kontribusi terbesar dari penggunaan tanaman perkebunan yang dipilih sebagai bahan baku untuk menghasilkan energi. Penggunaan bio gas dari tanaman perkebunan dapat di jadikan sebagai bahan bakar untuk sektor kelistrikan, transportasi, industri dan rumah tangga [6], [20] dan [21].

### 3.4 Analisis Sensitivitas

Tanaman kelapa sawit menjadi prioritas utama dari hasil identifikasi potensi sumber energi berkelanjutan berbasis tanaman perkebunan dari suku *arecaceae*. Selain itu, berdasarkan analisis sensitivitas bio gas merupakan produk utama energi terbarukan yang dapat dikembangkan dengan sediaan bahan baku yang cukup dari pemanfaatan tanaman perkebunan yang dipilih. Gambar 4 merupakan grafik sensitivitas interaksi hubungan kriteria tanaman perkebunan yang dipilih dengan tujuan yang dihasilkan. Gambar tersebut memperlihatkan konsistensi nilai bobot prioritas dari kriteria dan nilai tujuan. Selain itu, grafik tersebut juga mempermudah jika akan dilakukan perubahan nilai pembobotan sesuai masukan yang diharapkan dan akan merubah bobot kinerja interaksi antar kriteria, tujuan ataupun alternatif [17], [18] dan [19].



Gambar 5. Grafik sensitivitas interaksi

#### IV. KESIMPULAN

Hasil analisis nilai prioritas kriteria sumber bahan baku untuk menghasilkan energi berkelanjutan berbasis tanaman perkebunan dari suku *arecaceae*, yang memiliki nilai bobot tertinggi adalah kelapa sawit. Kemudian dari hasil analisis prioritas sub kriteria nilai bobot tertinggi adalah buah. Sedangkan berdasarkan analisis prioritas tujuan, nilai bobot tertinggi adalah bio gas. Berdasarkan nilai pembobotan setiap struktur hirarki dan analisis sensitivitas interaksi hubungan kriteria, bahwa seluruh kriteria terpilih mampu menjadi sediaan bahan bakau energi terbarukan. Namun demikian, kelapa sawit merupakan prioritas utama sebagai penyedia bahan bakau untuk bio gas sebagai tujuan dengan nilai pembobotan tertinggi.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada seluruh kolega Fakultas Teknik dan mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasir Pengaraian dalam penelitian dan pembuatan artikel ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Perpres, "Peraturan Presiden No. 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional," Sekretariat Kabinet RI, Jakarta, 2017.
- [2]. Sekretarats Jenderal Dewan Energi Nasional, Outlook Energi Indonesia Tahun 2021, Jakarta: Sekretaris Jenderal Dewan Energi Nasional, 2021.
- [3]. Pemerintah Propinsi Riau Dinas Perkebunan, Statistik Perkebunan Propinsi Riau Tahun 2020, Pekanbaru: Sub Bagian Perencanaan Program Dinas Perkebunan Provinsi Riau, 2021.
- [4]. Badan Pusat Statistik Provinsi Riau, Statistik Kelapa Sawit Provinsi Riau 2020, Pekanbaru: Badan Pusat Statistik Provinsi Riau, 2021.
- [5]. Direktorat Jenderal Perkebunan Direktorat Jenderal Perkebunan, Statistik Perkebunan Indonesia tahun 2020-2022, Jakarta: Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian, 2021.
- [6]. E. Mufrizon dan P. Subekti, "Kebijakan Energi Baru-terbarukan Serta Peluang Pemanfaatan Biogas dan Biomasa Limbah Pengolahan Kelapa Sawit untuk Pembangkit Tenaga Listrik di Propinsi Riau," *APTEK*, vol. 5, no. 1, pp. 9-14, 2013.
- [7]. Dewan Energi Nasional, "Laporan Hasil Analisis Neraca Energi Nasional 2021,"

- Sekretariat Dewan Energi Nasional, Jakarta, 2021.
- [8]. P. Subekti, E. Hambali, A. Suryani dan P. Suryadarma, "Potential production of palm oil-based foaming agent as fire extinguisher of peatlands in Indonesia: Literature review," dalam *International Conference on Biomass: Technology, Application, and Sustainable Development*, Bogor, 2017.
- [9]. B. Sudarmanta, A. Gafur, A.R. Saleh, B. A. Dwiyanoro, Sampurno "The effect of two stage gasifying agent on biomass downdraft gasification to the gasifier performance," *AIP Conference Proceedings*, vol. 1983, no. 1, pp. 1-6, 2018.
- [10]. A. R. Saleh, B. Sudarmanta, S. Mujiarto, K. Suharno, S.Widodo, "Modeling of oil palm frond gasification process in a multistage downdraft gasifier using aspen plus," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1517, no. 012036, pp. 1-7, 2020.
- [11]. Y. R. Novia dan I. Lestari, "Potensi Limbah Padat Perkebunan Kelapa Sawit di Provinsi Riau," *Wahana Forestra: Jurnal Kehutanan*, vol. 15, no. 2, pp. 1-11, 2020.
- [12]. Y. R. Novia, E. Hambali, G. Pari dan A. Suryani, "Karakteristik Arang Aktif Tandan Kosong Kelapa Sawit yang Diimpregnasi Logam Nikel sebagai Katalis," *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, vol. 38, no. 3, pp. 129-138, 2020.
- [13]. P. Subekti, "Penentuan Nilai Hierarki Rancang Bangun Reaktor Pembuat Foaming Agent Pemadam Kebakaran Lahan Gambut Menggunakan AHP dengan Aplikasi Expert Choice," *APTEK*, vol. 13, no. 1, pp. 27-32, 2021.
- [14]. A. Ishizaka dan A. Labib, "Analytic Hierarchy Process and Expert Choice: Benefits and limitations," *ORInsight*, vol. 22, no. 4, pp. 201-2020, 2009.
- [15]. L. S. Thomas, "Decision making with the analytic hierarchy process," *International Journal Services Sciences*, vol. 11, pp. 83-98, 2008.
- [16]. T. Hamed, "Decision Making Using the Analytic Hierarchy Process (AHP); A Step by Step Approach," *International Journal of Economics and Management Systems*, vol. 2, no. -, pp. 244-246, 2017.
- [17]. K. Priyohadi, Z. M. F. Aguk dan Semin, "Analisa Prediksi Potensi Bahan Baku Biodiesel Sebagai Suplemen Bahan Bakar Motor Diesel di Indonesia," *JURNAL TEKNIK POMITS*, vol. 2, no. 1, pp. 62-66, 2013.
- [18]. G. Gusta, "Implementasi Metode Analytical Hierarchy Process dalam Pengelolaan Daerah Aliran Sungai," *Jurnal Inersia*, vol. 6, no. 1, pp. 91-97, 2014.
- [19]. W. Sri, "Analisis Sensitivitas Metode AHP dengan Menggunakan Weighted Sum Model (WSM) pada Simulasi Pemilihan Investasi Sektor Finansial," *Media Jurnal Informatika*, vol. 9, no. 1, pp. 1-8, 2017.
- [20]. Joshua dan K. Tickell, *From the Frayer to the Fuel Tank: The Complete Guide to Using Vegetable Oil as an Alternative Fuel*, Sarasota, FL: Green Teach Publishing, 1999.
- [21]. H. Erick, *Pengenalan Bioenergi, Mendukung Diklat Teknis Pengenalan Bioenergi*, Jakarta: Pusdiklat Ketenagalistrikan, Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi, 2015.
- [22]. P. Subekti, J. Pradesi dan E. Hambali, "Studi Awal Pemanfaatan Bahan Baku Lokal untuk Membuat Busa Ramah Lingkungan sebagai Pemadam Api pada Kebakaran Lahan Gambut," dalam *Seminar Nasional Mesin dan Teknologi Kejuruan*, Jakarta, 2016.