PEMILIHAN JENIS TUNGKU BIOMASSA DENGAN METODE AHP UNTUK DAERAH PEDESAAN

A.D.Garnadi¹, D.S.Priyarsono², M. Irzaman³,
Hanni Garminia⁴, dan Pudji Astuti⁵
^{1,3} Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
Jl. Meranti, Kampus Darmaga, Bogor
² Fakultas Ekonomi & Manajemen
Kampus Darmaga, Bogor
^{4,5} Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
Jl. Ganesha No.10 Bandung

Abstract

Pada makalah ini akan dibahas sistem pemilihan tungku biomassa dengan menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)*. Sistem ini kemudian diterapkan untuk membandingkan tungku biomassa IPB dengan 2 tungku biomassa yang diedarkan oleh sebuah NGO.

Kata kunci: *Analytic Hierarchy Process, Tungku Biomassa,*

1. PENDAHULUAN

Dalam banyak fakta kehidupan, kita seringkali dihadapkan pada suatu permasalahan mulai dari yang sederhana sampai pada suatu permasalahan yang kompleks, yang tentunya membutuhkan banyak kriteria sebagai bahan pertimbangan sebelum menentukan pilihan ataupun keputusan. Adanya berbagai macam kriteria sebagai bahan pertimbangan akan meminimalisir kesalahan dan memperkuat suatu keputusan sehingga keputusan yang di ambil akan terasa lebih adil dan transparan. Salah satu kasus yang melibatkan banyak

30 kriteria dan subkriteria sebagai bahan pertimbangan adalah masalah
31 pemilihan tungku biomassa.

32 Pada masalah pemilihan tungku biomassa tersebut, tentu kita
33 tidak bisa melihat satu sisi dan mengenyampingkan sisi yang lain se-
34 bagai salah satu potensi yang terintegrasi dalam kompetensi tungku
35 biomassa. Artinya, untuk melakukan pemilihan tungku biomassa,
36 berbagai kriteria seperti teknis dan nonteknis harus tetap diper-
37 hatikan sebagai satu kesatuan kompetensi. Salah satu metode yang
38 bisa mengakomodir berbagai kriteria penilaian yang ada adalah
39 *Analytic Hierarchy Process (AHP)*. AHP bermanfaat untuk meng-
40 hadapi perspektif rasional dan irrasional, serta resiko dan keti-
41 dakpastian dalam lingkungan yang kompleks. Disamping itu juga,
42 AHP sangat fleksibel untuk digunakan dalam pengambilan kepu-
43 tusan yang melibatkan perbandingan elemen keputusan yang sulit
44 untuk dinilai secara kuantitatif.

45 Pada prinsipnya, metode AHP ini memecah-mecah suatu situ-
46 asi yang kompleks, tidak terstruktur, ke dalam bagian-bagian se-
47 cara lebih terstruktur, yaitu dengan membentuk struktur hirarki
48 dari suatu permasalahan yang ingin diteliti. Hal ini berdasarkan
49 asumsi bahwa reaksi natural manusia ketika menghadapi pengam-
50 bilan keputusan yang kompleks adalah mengelompokkan elemen-
51 elemen keputusan tersebut menurut karakteristiknya secara umum.

52 Pada makalah ini penulis akan memanfaatkan metode AHP
53 untuk membangun sistem pemilihan tungku biomassa. Untuk itu,
54 lebih dulu akan diulas metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)*
55 yang diperkenalkan oleh Saaty di sekitar tahun 1970an sebelum
56 diperkenalkan sistem pemilihan tungku biomassa menggunakan metode
57 AHP. Selanjutnya sistem ini diimplementasikan untuk menentukan
58 tungku biomassa untuk memenuhi kebutuhan energi rumah tangga
59 yang memiliki sumber energi biomassa di Indonesia, terutama di
60 pedesaan.

61 2. ANALYTIC HIERARCHY PROCESS(AHP)

62 Dalam suatu proses pengambilan keputusan, adanya berbagai
63 macam kriteria, ketidakpastian atau ketidaksempurnaan informasi
64 merupakan suatu kendala yang harus disikapi dengan bijak. Salah
65 satu solusi yang memungkinkan untuk mengatasi berbagai macam
66 kendala itu adalah *Analytic Hierarchy Process (AHP)*.

AHP dikembangkan oleh Thomas L. Saaty di *Wharton School of Business University of Pennsylvania* pada sekitar tahun 1970-an dan baru dipublikasikan pada tahun 1980 dalam bukunya yang berjudul *Analytic Hierarchy Process*. Seiring dengan perkembangan zaman, AHP tidak saja digunakan untuk menentukan prioritas pilihan-pilihan dengan banyak kriteria, tetapi penerapannya telah meluas sebagai model alternatif untuk menyelesaikan bermacam-macam masalah; seperti memilih portofolio, analisis manfaat biaya, peramalan dan lain sebagainya. Dengan kata lain, AHP menawarkan penyelesaian masalah keputusan yang melibatkan seluruh sumber kerumitan. Hal ini dimungkinkan karena AHP cukup mengandalkan pada intuisi yang datang dari pengambil keputusan yang cukup akan informasi dan memahami masalah keputusan yang dihadapi sebagai input utamanya.

Dari struktur yang kompleks, tidak terstruktur, kemudian dibentuk struktur hirarki. Dalam hirarki sendiri terdapat goal atau tujuan utama yang hendak dicapai, kriteria-kriteria, sub-kriteria, dan alternatif-alternatif. Dari sini, pembuat keputusan kemudian membuat perbandingan berpasangan untuk memperoleh prioritas seluruh alternatif yang ada. Hasil dari perbandingan berpasangan ini akan membentuk matrik dimana skala rasio diturunkan dalam bentuk vektor eigen.

Secara umum terdapat tiga prinsip yang menjadi satu kesatuan di dalam mengkonstruksi AHP. Tiga prinsip yang dimaksud adalah: *decomposition, comparative judgment, dan synthesis of priority*.

Decomposition

Setelah persoalan didefinisikan, maka perlu dilakukan *decomposition* yaitu memecah persoalan yang utuh menjadi unsur-unsur yang lebih sederhana. Selanjutnya, dibuat struktur hirarki yang diawali dengan tujuan umum, dilanjutkan dengan kriteria-kriteria, kemudian sub-kriteria dengan kemungkinan alternatif-alternatif pada tingkatan kriteria yang paling bawah. Jika ingin mendapatkan hasil yang akurat, pemecahan juga dilakukakan terhadap unsur-unsur sampai tidak mungkin dilakukan pemecahan lagi. Pemecahan tersebut akan menghasilkan beberapa tingkatan dari suatu persoalan. Oleh karena itu proses analisis ini dinamakan hierarki.

Comparative Judgment

104 Prinsip ini berarti membuat penilaian tentang kepentingan relatif
 105 dua elemen pada suatu tingkat tertentu dalam kaitannya dengan
 106 tingkat di atasnya. Penilaian ini merupakan inti dari AHP karena
 107 ia akan berpengaruh terhadap prioritas elemen-elemen. Hasil dan
 108 penilaian ini akan tampak lebih baik bila disajikan dalam bentuk
 109 matriks perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*).

110 Misalkan kita mempunyai n obyek yang akan dibandingkan
 111 dari suatu tingkat hirarki yang dinotasikan oleh $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$
 112 dengan bobot pengaruh masing-masing $w_1, w_2, \dots, w_n$. Bila dike-
 113 tahui nilai perbandingan elemen C_i terhadap elemen C_j adalah a_{ij}
 114 , $i, j = 1, 2, 3, \dots, n$, maka kita dapat menuliskan matriks *pairwise*
 115 *comparison* dari A sebagai berikut:

$$A \cong \begin{array}{c|cccc} & C_1 & C_2 & \cdots & C_n \\ \hline C_1 & a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ C_2 & a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ C_n & a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{array}$$

116 Matriks A merupakan matriks positif $n \times n$ yang reciprocal sehingga
 117 $a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}$. Matriks tersebut konsisten jika $a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}$, untuk i, j, k
 118 $= 1, 2, 3, \dots, n$. Dengan demikian $a_{ij} = \frac{a_{ik}}{a_{jk}}$ [5]. Jika A konsisten
 119 dan $a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$, dengan $i, j = 1, 2, 3, \dots, n$ maka dengan mengalikan
 120 A dengan vektor w diperoleh $Aw = nw$. Ini menunjukan bahwa w
 121 merupakan eigenvektor dari matriks A dengan nilai eigen n .

122 Skala dasar yang digunakan untuk membandingkan elemen-
 123 elemen tersebut oleh Saaty [4], dibuat dalam bentuk skala per-
 124 bandingan yang selanjutnya kita sajikan sebagai berikut;

125 Tabel 1. Skala Perbandingan Berpasangan

Bobot	Definisi
1	Sama pentingnya
3	Agak lebih penting yang satu dengan yang lainnya
5	Cukup penting yang satu dengan yang lainnya
7	Sangat penting yang satu dengan yang lainnya
9	Mutlak lebih penting yang satu dengan yang lainnya
2,4,6,8	Nilai antara
Kebalikan	Jika i mempunyai nilai lebih tinggi dari j , maka j bernilai kebalikannya bila dibanding dengan i
Rasio	Rasio yang didapat langsung dari pengukuran

127 ***Synthesis of Priority***

128 Dari setiap matriks *pairwise comparison* yang telah dibuat kemu-
129 dian dicari vektor eigennya untuk mendapatkan prioritas local (*lo-*
130 *cal priority*). Karena matriks *pairwise comparison* terdapat pada
131 setiap tingkat, maka untuk mendapatkan *global priority* harus di-
132 lakukan sintesa di antara *local priority*. Prosedur melakukan sintesa
133 ini berbeda menurut bentuk hirarki. Pengurutan elemen-elemen
134 menurut kepentingan relatif melalui prosedur sintesa dinamakan
135 *priority setting*. Dari prioritas global akhir itulah yang digunakan
136 sebagai dasar pengambilan keputusan.

137 Disamping ketiga prinsip dasar tersebut, hal lain yang harus
138 diperhatikan dalam membuat suatu keputusan dengan AHP adalah
139 konsistensi dari jawaban. Idealnya, setiap orang menginginkan
140 keputusan yang konsisten. Namun demikian banyak kasus yang
141 kita tidak dapat mengambil keputusan yang *perfectly consistent*.

142 Dalam menggunakan AHP ada beberapa faktor yang dapat
143 menyebabkan responden memberikan jawaban yang tidak konsis-
144 ten, yaitu: keterbatasan informasi, kurang konsentrasi, ketidakkon-
145 sistenan dalam dunia nyata, struktur model yang kurang memadai.
146 Sebagai contoh ketika seseorang mengatakan madu dua kali lebih
147 manis dari pada gula, dan gula tiga kali lebih manis dari pada sirup,
148 maka kita tidak bisa memaksakan bahwa madu enam kali lebih
149 manis dari pada sirup. Salah satu hal yang perlu dicatat dalam
150 hal inkonsistensi adalah bahwa tujuan utama proses pengambilan
151 keputusan bukanlah derajat inkonsistensi yang rendah. Inkonsis-
152 tensi rasio yang rendah bersifat perlu namun belum cukup untuk

153 sebuah keputusan yang baik. Dibandingkan konsistensi, kita lebih
154 baik mengutamakan akurasi. [3]

155 Untuk mengatasi hal tersebut, maka Saaty telah mendefin-
156 isikan kekonsistenan suatu keputusan yang dikenal dengan Indek
157 konsistensi (CI) sebagai berikut,

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

158 Adapun batas ketidakkonsistenan suatu matrik, oleh Saaty
159 diukur dengan menggunakan *Consistency Ratio* (CR) yaitu per-
160bandingan antara indek konsistensi (CI) dengan nilai *Random In-*
161 *deces* (RI)

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

162 Random Indek tersebut bergantung pada ukuran suatu matrik.
163 Jika nilai *consistency ratio* (CR) yang diperoleh kurang dari 10
164 persen, maka keputusan yang diambil dianggap konsisten, akan
165 tetapi jika rasio konsistensi yang diperoleh ternyata lebih dari 10
166 persen, maka si pembuat keputusan disarankan melakukan kajian
167 ulang terhadap matrik perbandingan yang diperoleh. Ini artinya
168 keputusan yang diambil kurang konsisten.

169 **Tabel 2. Tabel *Random Indices* (RI)**

170	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51

171 Adapun tahapan- tahapan proses pengambilan keputusan dengan
172 AHP adalah sebagai berikut: [4]

- 173
- 174 1. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan.
 - 175 2. Membuat struktur hirarki yang diawali dengan tujuan umum,
176 dilanjutkan dengan sub tujuan-sub tujuan, kriteria dan ke-
177 mungkin alternative pada tingkatan kriteria yang paling
178 bawah.

- 179 3. Membuat matrik perbandingan berpasangan (*pairwise com-*
180 *parison*) yang menggambarkan kontribusi relatif atau pen-
181 garuh setiap elemen terhadap masing-masing tujuan atau kri-
182 teria yang setingkat di atasnya.
- 183 4. Melakukan perbandingan berpasangan sehingga diperoleh kete-
184 tapan (*judgment*) seluruhnya sebanyak $n \times [(n-1)/2]$ buah [5].
- 185 5. Menghitung prioritas dan menguji kekonsistennannya.
- 186 6. Mengulangi langkah 3, 4, dan 5 untuk seluruh tingkat hirarki.

188 3. PENERAPAN AHP DALAM PEMILIHAN TUNGKU BIOMASSA

189 Pada bagian ini akan dibahas penggunaan AHP dalam menen-
190 tukan tungku biomassa. Pemilihan tungku biomassa ini kita lakukan
191 untuk memenuhi kebutuhan energi rumah tangga yang memiliki
192 sumber energi biomassa di Indonesia, terutama di pedesaan. Un-
193 tuk menghindari subyektifitas dalam pengambilan data pembob-
194 otan antar kriteria / subkriteria, maka penilaian antar obyek peneli-
195 tian dilakukan oleh lebih dari satu orang. Masing-masing tujuan,
196 kriteria, subkriteria sampai pada alternatif pemilihan dapat kita
197 sajikan dalam bentuk hirarki sebagai berikut

198 Garis-garis yang menghubungkan kotak-kotak antar level meru-
199 pakan hubungan yang diukur dengan perbandingan berpasangan
200 dengan arah ke level yang lebih tinggi [1]. Tujuan dari penelitian
201 ini adalah untuk menentukan tungku biomassa. Kriteria dan sub-
202 kriteria yang menjadi pertimbangan di dalam menentukan tungku
203 biomassa disajikan hanya pada level 2.

204 Proses perhitungannya telah dilakukan secara berjenjang dengan
205 setiap matriks perbandingan berpasangan pada setiap tingkat hie-
206 rarkhi, sesuai dengan langkah-langkah penggunaan AHP di atas.
207 Pada tabel 3 disajikan skala prioritas hasil perhitungan antar kri-
208 teria dan sub kriteria tersebut. Dari hasil perhitungan didapatkan
209 prioritas antara empat kriteria yang dibandingkan yaitu KA1, KA2,
210 KA3 dan KA4 masing-masing sebesar x_1 , x_2 , x_3 , dan x_4 . Sedang-
211 kan dari lima sub-kriteria K2 yang terdiri atas A21 dan A22 diper-
212 oleh prioritas berturutan y_1 dan y_2 . Dengan demikian prioritas

Figure 1: Hierarkhi penilaian pemilihan tungku biomassa

213 tertinggi dari kriteria adalah A? dan prioritas tertinggi dari sub-
214 kriteria bidang teknis sendiri adalah Axy.

215 Adapun pada bidang KA3 yang terdiri atas 6 sub-kriteria, di-
216 dapatkan prioritas sebagai berikut; untuk A3i diperoleh prioritas
217 secara berturutan yi, 1ji6. Berdasarkan prioritas yang diperoleh,
218 maka A3z mendapatkan prioritas yang lebih dibandingkan dengan
219 subkriteria yang lain.

220 Adapun pada bidang KA4 yang terdiri atas 2 sub-kriteria, di-
221 dapatkan prioritas sebagai berikut; untuk A4i diperoleh prioritas
222 secara berturutan yi, 1,2. Berdasarkan prioritas yang diperoleh,
223 maka A4z mendapatkan prioritas yang lebih dibandingkan dengan
224 subkriteria A4y.

225 **Tabel 3.**
226 **Hasil Perhitungan Prioritas antar Kriteria dan Subkriteria**

Kriteria	Subkriteria	Prior	CR	Prior	CR	Prior	CR	Prior
A1. Cost Per Unit								0,602
A2. Social Impact	A21. People Acceptability							
	A22. Quality of Life							
A3. Technical	A31. Equipment Design amd Complexity							
	A32. Plant Design							
	A33. Equipment and Parts Availability							
	A34. Plant Safety							
	A35. Maintainability							
	A36. Training Requirement							
A4 Environment	A41 Impact on Ecosystem							
	A42 Smoke							

228 Pada tabel 4 disajikan hasil akhir prioritas global dari masing-
229 masing calon tungku biomassa yang berpasangan dengan masing-
230 masing kriteria dan subkriteria. Pada tabel tersebut diperoleh
231 gambaran mengenai prioritas dari keseluruhan kriteria dan sub-
232 kriteria sebagai dasar penilaian tungku biomassa yang dikenakan
233 pada masing-masing kandidat. Dalam menentukan prioritas calon
234 diawali dengan membuat matriks *pairwise comparison* pada setiap
235 sub kriteria pada level paling bawah. Pada penelitian ini ada XX
236 matriks *pairwise comparison* pada alternatif. Banyaknya kandidat
237 yang dimaksud ada sebanyak delapan orang yang diperoleh dari
238 3 jenis tungku yang berbeda yang terdiri dari tungku A, tungku
239 B, dan tungku C. Untuk mempermudah di dalam menganalisis
240 masing-masing tungku, maka pada tabel disajikan dalam bentuk
241 simbol yang mempresentasikan asal dari tiap jenis tungku.

242 **Tabel 4. Tabel Prioritas Global dari Setiap Alternatif.**

243

Kriteria	A	B	C
A1.			
A2.			
A21.			
A22.			
A3.			
A31.			
A32.			
A33.			
A34.			
A35.			
A36.			
A4.			
A41.			
A42.			
Total Prioritas	z	y	x

244 **Keterangan:**

245 *Pilihan tungku biomassa:*

246 A. Tungku A B. Tungku B C. Tungku C

247 Dengan memperhatikan tabel di atas diperoleh urutan total
 248 prioritas yang pada akhirnya akan digunakan sebagai dasar pengam-
 249 bilan keputusan dalam pemilihan tungku biomassa . Berdasarkan
 250 hasil perhitungan yang sudah ada, maka diperoleh kandidat per-
 251 ingkat pertama, kedua, ketiga, dan seterusnya dengan perincian se-
 252 bagai berikut: kandidat peringkat pertama adalah tungku X dengan
 253 nilai global prioritas sebesar 0, xxx, yang kedua adalah tungku Y
 254 dengan total prioritas global 0,yyy. Sedangkan prioritas terkecil
 255 adalah Z dengan skor 0,zzz.

256 4. KESIMPULAN

257

258 Dari pembahasan yang sudah diuraikan di atas ,
 259 dapat kita simpulkan bahwa telah dapat dipilih suatu
 260 sistem pengambilan keputusan dengan menggunakan metode
 261 AHP untuk menentukan prioritas calon tungku biomassa
 262 untuk memenuhi kebutuhan energi rumah tangga yang
 263 memiliki sumber energi biomassa di Indonesia, terutama
 264 di pedesaan. AHP dapat memberikan solusi yang opti-

mal dengan cara yang transparan.

References

- [1] Analytic Hierarchy Process - Wikipedia, the free encyclopedia, *[http://en.wikipedia.org/wiki/ AHP](http://en.wikipedia.org/wiki/AHP)* (download 11 Nopember 2008)
- [2] Masood A Badri;Mohammed H Abdulla., Awards of excellence in institution: an AHP approach, *International Journal of Educational Management* **V.18 No. 4** (2004) pp224-242.
- [3] Penelitian dan Pengembangan Ekonomi UGM (PPE-FE UGM),2006,"*Modul Pelatihan*", *Disrict and Provincial Economic Development Training*.
- [4] Saaty, T.L., Decision making for leaders, *University of Pittsburg*, (1988).
- [5] Saaty, T.L., Decision-making with the AHP: Why is principal eigenvector necessary, *EJOR* **145** (2002) 85-91.