

MODEL KEPUTUSAN *MULTI CRITERIA DECISION MAKING* - *DATA ENVELOPMENT ANALYSIS* DENGAN PENDEKATAN FUZZY UNTUK ANALISIS KEMAMPUAN KELOMPOK TANI

Oni Soesanto^{1*}, Dewi Sri Susanti¹, Yuana Sukmawaty¹,

Lisawati¹, Hermansyah¹, Ketut Mega Fortuna¹

¹ FMIPA Universitas Lambung Mangkurat

Jl. A. Yani Km. 36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, Indonesia

*Corresponding author: osoesanto@ulm.ac.id

ABSTRAK. Model *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP)* - *Data Envelopment Analysis (DEA)* merupakan metode *Multi Criteria Decision Making* dan optimasi yang dapat digunakan untuk mengetahui kinerja dari kelompok tani berdasarkan prioritas bobot penilaian. FAHP dan DEA digunakan untuk mengkaji kriteria yang penting dalam analisis kinerja kelompok tani dari penilaian kemampuan kelompok tani dan memberikan informasi mengenai peringkat kelompok tani dalam evaluasi kinerjanya. Penilaian kemampuan kelompok tani ini dibagi menjadi tiga bagian yaitu wahana belajar, wahana kerjasama, dan unit produksi. Dimana masing-masing bagian memiliki kriteria, subkriteria, dan subsubkriterianya tersendiri. Kriteria-kriteria tersebut didapat dari Pedoman Penilaian Kemampuan Kelompok Tani Tahun 2011 oleh Pusat Penyuluh Pertanian Jakarta. FAHP digunakan untuk pembobotan dalam perhitungan efisiensi pada DEA. Pada penelitian ini, dilakukan modifikasi model DEA-CCR (*Charnes, Cooper, dan Rhodes*) dengan melakukan pembobotan menggunakan fuzzy AHP pada input dan output untuk menganalisis kinerja kelompok tani. Fuzzy AHP digunakan untuk pembobotan berdasarkan kepentingan masing-masing kriteria yang dimasukkan dalam proses DEA. Model DEA ini dirancang untuk mengetahui efisiensi dari masing-masing *Decision Making Unit (DMU)* berdasarkan kepentingan kriteria masing-masing, dimana pada model DEA yang biasa setiap DMU mempunyai asumsi tidak ada kriteria input atau output lebih penting daripada yang lain. Model DEA ini juga membantu kelompok tani untuk mengetahui efisiensi dari kelompok dalam menjalankan fungsinya dalam wahana belajar, wahana kerjasama, dan unit produksi berdasarkan dinamika tingkat kepentingan kriteria dan sub kriteria yang menjadi prioritas pengambil keputusan..

Kata Kunci : *Kelompok Tani, DEA-CCR, Fuzzy AHP, Entropy*

1. PENDAHULUAN

Kelompok tani merupakan organisasi yang tidak bisa terpisahkan dalam pencapaian sukses pembangunan pertanian. Kelompok tani dibagi dalam beberapa kelas sesuai kemampuannya. Sebagian besar kelas kelompok tani tidak sesuai dengan keadaan yang sebenarnya, kegiatan kelompok tani bila diukur dengan skor penilaian tidak sesuai dengan status kelas kemampuan kelompok. Pembinaan dan pemberdayaan kelompok tani yang dilaksanakan secara berkesinambungan diarahkan pada upaya peningkatan kemampuan kelompok tani dalam melaksanakan fungsinya sehingga mampu mengembangkan usaha tani dan menjadi organisasi petani yang kuat dan mandiri. Salah satu upaya untuk mengetahui sejauh mana perkembangan kemajuan kelompok tani adalah melakukan penilaian kemampuan kelompok tani sehingga diperoleh perkembangan dan klasifikasi kelompok tani. Penilaian kemampuan kelompok tani ini dilakukan agar penyuluhan menjadi tepat sasaran dalam penggunaan teknologi maupun memperbaiki, sehingga dapat meningkatkan usaha tani yang lebih produktif dan efisien.

Model Data Envelopment Analysis (DEA) adalah pengukuran kinerja modern pertama kali diperkenalkan oleh Farrel (1957) dan kemudian dikembangkan oleh Charnes (1978). Pada awalnya DEA dikembangkan untuk pengukuran kinerja ekonomi oleh Charnes (1978) dan sekarang aplikasi DEA telah dipakai sebagai pengukuran pada berbagai disiplin ilmu pengetahuan dan berbagai kegiatan operasional. DEA tidak berakar pada teori penilaian dan psikologis. Berbeda dengan DEA, *Analytical Hierarchy Process (AHP)* yang diperkenalkan oleh Saaty (1990) berakar pada teori penilaian dan psikologis. Menurut Bowen (1990), DEA dan AHP melengkapi satu sama lain.

AHP adalah metode subjektif untuk menganalisis kriteria kualitatif, dimana Saaty (2001) mengusulkan AHP sebagai alat pengambil keputusan untuk memecahkan permasalahan yang tidak terstruktur. Namun, menurut Kahraman *et. al* (2008) dalam proses pengambilan keputusan, fuzzy AHP adalah metode yang lebih baik dalam mendeskripsikan keputusan dengan kriteria kualitatif yang bersifat samar pada AHP. Oleh karena itu, konsep dari teori himpunan fuzzy oleh Zadeh (1978) digunakan pada AHP untuk memberikan nilai dari keputusan berupa interval.

Stern *et al.* (2000), mengusulkan metode AHP/DEA untuk memberikan peringkat suatu unit organisasi dari banyak input dan output. DEA digunakan untuk setiap pasangan indikator secara terpisah dan kemudian memilih nilai yang efisien untuk menghasilkan matriks perbandingan berpasangan, yang dapat digunakan dalam metode AHP pada



langkah selanjutnya. Ramanathan (2006) mengembangkan model DEA/AHP, yang menggunakan model DEA untuk menghasilkan bobot lokal dari sepasang matriks perbandingan berpasangan alternatif dan AHP untuk mengumpulkan bobot lokal dari setiap kriteria terhadap alternatif. Upaya lain adalah dengan dalam mengintegrasikan AHP dan DEA dalam satu model dilakukan oleh Li *et. al* (2016) dengan menggunakan fuzzy AHP untuk pembobotan dalam perhitungan efisiensi pada DEA. Ada beberapa pendekatan sintesis fuzzy AHP pada *Multi Criteria Decision Making* menurut Kahraman (2008) yaitu Van Laarhoven and Pedrycz, Buckley, Chang's Extent Analysis, dan Entropy.

Penilaian kemampuan kelompok tani secara umum didasarkan pada kriteria penilaian yang dikeluarkan oleh Pusat Penyuluhan Pertanian (2011), namun dalam penilaian tersebut belum ada tingkat kepentingan kriteria dan bersifat subjektif. Penelitian mengenai "Data Envelopment Analysis (DEA) dengan pendekatan Fuzzy untuk analisis kinerja kelompok tani ini merupakan model yang melibatkan penilaian kriteria dan sub kriteria penilaian yang bersifat subjektif dan berpotensi bias dalam pengambilan keputusan dengan mempertimbangkan dinamika tingkat kepentingan setiap kriteria dan subkriteria penilaian. Model ini menggabungkan antara metode *Multicriteria Analysis* yaitu AHP pada penentuan bobot kriteria dan subkriteria dengan pendekatan fuzzy untuk selanjutnya bobot tersebut digunakan pada analisis DEA.

2. METODE FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS- DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

2.1 DEFINISI DEFINISI

Definisi 2.1. Himpunan Fuzzy (Zimmermann, 1996)

Jika X adalah kumpulan objek yang dinotasikan secara umum oleh x maka suatu himpunan fuzzy $\tilde{A}$ di X merupakan himpunan pasangan berurut, dan dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)) | x \in X\} \quad \dots (1)$$

$\mu_{\tilde{A}}(x)$ disebut fungsi keanggotaan atau derajat keanggotaan dari x di $\tilde{A}$ yang memetakan X ke selang $[0,1]$.

Definisi 2.2. Fungsi Keanggotaan (Cheng, 1996)

Fungsi keanggotaan dari Triangular Fuzzy Number (TFN) $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ adalah sebagai berikut.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} (x - a_1)/(a_2 - a_1), & a_1 \leq x \leq a_2, \\ (a_3 - x)/(a_3 - a_2), & a_2 \leq x \leq a_3, \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases} \quad \dots (2)$$

Dimana $a_1 \leq a_2 \leq a_3$, a_1 dan a_3 adalah nilai bawah dan atas masing-masing di $\tilde{A}$, dan a_2 adalah nilai tengah.

Definisi 2.3. Interval of Confidence

TFN yang dinyatakan dalam himpunan level- α atau $\alpha - cut$ disebut *interval of confidence* pada level- α , yang dikarakteristikan sebagai berikut (Cheng, 1996):

$$\begin{aligned} \tilde{A}_\alpha &= [a_1^\alpha, a_3^\alpha] \\ \tilde{A}_\alpha &= [(a_2 - a_1)\alpha + a_1, -(a_3 - a_2)\alpha + a_3] \end{aligned} \quad \dots (3)$$

Beberapa operasi pada bilangan fuzzy dengan *interval of confidence*:

$$\forall a_L, a_R, b_L, b_R \in R^+, \tilde{A}_\alpha = [a_L^\alpha, a_R^\alpha], \tilde{B}_\alpha = [b_L^\alpha, b_R^\alpha], \alpha \in [0,1],$$

$$\tilde{A} \oplus \tilde{B} = [a_L^\alpha + b_L^\alpha, a_R^\alpha + b_R^\alpha] \quad \dots (4)$$

$$\tilde{A} \ominus \tilde{B} = [a_L^\alpha - b_L^\alpha, a_R^\alpha - b_R^\alpha] \quad \dots (4)$$

$$\tilde{A} \otimes \tilde{B} = [a_L^\alpha b_L^\alpha, a_R^\alpha b_R^\alpha] \quad \dots (5)$$

$$\tilde{A} \oslash \tilde{B} = [a_L^\alpha / b_L^\alpha, a_R^\alpha / b_R^\alpha] \quad \dots (6)$$

2.2 Indeks Optimasi

Indeks optimasi (λ) merupakan metode untuk membandingkan bilangan *fuzzy* berdasarkan kombinasi dari memaksimalkan kemungkinan dan meminimalkan kemungkinan. Indeks optimasi yang dinotasikan dalam selang tertutup $[0,1]$ menyatakan sikap pengambil keputusan terhadap risiko (*decision maker's risk taking attitude*). Indeks optimasi yang lebih besar menunjukkan tingkat keoptimisan yang lebih tinggi.

Indeks optimasi dapat dinyatakan dengan (Cheng, 1996):

$$\hat{a}_{ij}^{\alpha} = (1 - \lambda)a_{ijl}^{\alpha} + \lambda a_{iju}^{\alpha}, \forall \lambda \in [0,1] \quad \dots (7)$$

2.3 Fuzzy-AHP

Dalam metode *fuzzy AHP* digunakan TFN untuk merepresentasikan penilaian pengambil keputusan/*decision maker* dalam matriks perbandingan berpasangan. TFN disimbolkan dengan $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$, dimana $a_1 \leq a_2 \leq a_3$ dan a_1 adalah nilai terendah, a_2 adalah nilai tengah, a_3 adalah nilai teratas. Nilai a_1 dan a_3 mewakili kisaran yang tidak pasti mungkin ada dalam keputusan yang diambil oleh *decision maker* yang dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini (Xu, 2011):

Tabel 1. Skala *Triangular Fuzzy Number* (TFN)

Fuzzy Number	Skala <i>Triangular Fuzzy Number</i>	Skala Resiprokal	Skala Linguistik
$\tilde{1}$	(1,1,1), jika diagonal (1,1,3), lainnya	(1,1,1), jika diagonal (1/3,1,1), lainnya	Sama Penting (SP)
$\tilde{3}$	(1,3,5)	(1/5,1/3,1)	Sedikit lebih penting (SLP)
$\tilde{5}$	(3,5,7)	(1/7,1/5,1/3)	Lebih penting (LP)
$\tilde{7}$	(5,7,9)	(1/9,1/7,1/5)	Sangat penting (SNP)
$\tilde{9}$	(7,9,9)	(1/9,1/9,1/7)	Mutlak lebih penting (MLP)

Tabel 1. Selanjutnya digunakan untuk membentuk matriks perbandingan berpasangan pada FAHP yang menggambarkan tingkat kepentingan untuk masing-masing kriteria dan sub kriteria pada setiap unit input – output.

2.4 Metode Entropy

Data Envelopment Analysis (DEA) pada dasarnya adalah metode untuk menentukan bobot optimal agar suatu unit produksi atau *Decision Making Unit* (DMU) menjadi efisien yaitu mencapai nilai 1. Namun, dalam terapannya DEA digunakan untuk penilaian DMU dilakukan untuk memperoleh suatu nilai efisiensi. Metode *fuzzy AHP* digunakan untuk menghasilkan bobot kriteria dari tingkat kepentingan masing-masing kriteria itu, yang akan digunakan dalam DEA untuk memperoleh nilai efisiensi dari DMU (Xu, 2011). Berikut adalah langkah-langkah pembobotan *fuzzy AHP* dengan metode *entropy* pada DEA model CCR (*Charnes, Cooper, dan Rhodes*):

1. Menentukan kriteria *input* dan *output*.
2. Menyusun struktur hirarki pada *input* dan *output*.
3. Menentukan *Fuzzy Judgment Matrix*

Fuzzy judgment matrix $\tilde{V}$ (matriks perbandingan berpasangan *input*) dan *fuzzy judgment matrix* $\tilde{U}$ (matriks perbandingan berpasangan *output*), yaitu:

$$\tilde{V} = \begin{bmatrix} \tilde{v}_{11} & \tilde{v}_{12} & \dots & \tilde{v}_{1n} \\ \tilde{v}_{21} & \tilde{v}_{22} & \dots & \tilde{v}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{v}_{n1} & \tilde{v}_{n2} & \dots & \tilde{v}_{nn} \end{bmatrix} \text{ dan } \tilde{U} = \begin{bmatrix} \tilde{u}_{11} & \tilde{u}_{12} & \dots & \tilde{u}_{1m} \\ \tilde{u}_{21} & \tilde{u}_{22} & \dots & \tilde{u}_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{u}_{m1} & \tilde{u}_{m2} & \dots & \tilde{u}_{mm} \end{bmatrix} \quad \dots (8)$$

4. Menentukan *Fuzzy Subjective Weight Vector*

Fuzzy subjective weight vector $\tilde{W}$ untuk tiap kolom dari *fuzzy judgment matriks* $\tilde{V}$ dan *fuzzy subjective weight vector* $\tilde{W}$ untuk tiap kolom dari *fuzzy judgment matriks* $\tilde{U}$, yaitu:

$$\tilde{W}_v = [\tilde{w}_{v_1} \quad \tilde{w}_{v_2} \quad \dots \quad \tilde{w}_{v_n}] \text{ dan } \tilde{W}_u = [\tilde{w}_{u_1} \quad \tilde{w}_{u_2} \quad \dots \quad \tilde{w}_{u_m}] \quad \dots (9)$$

Dimana

$\tilde{W}_v$ = Fuzzy Subjective Weight Vector $\tilde{W}$ untuk input

$\tilde{W}_u$ = Fuzzy Subjective Weight Vector $\tilde{W}$ untuk output

$\tilde{w}_{v_i}$ = bobot fuzzy subjektif input ke- i ($i = 1, 2, \dots, n$)

$\tilde{w}_{u_r}$ = bobot fuzzy subjektif output ke- r ($r = 1, 2, \dots, m$)

5. Menentukan Interval of Confidence

Menentukan *Interval of Confidence* yaitu dengan mengalikan *subjective weight vector* $\tilde{W}_v$ dengan kolom yang bersesuaian pada *fuzzy judgment matrix* $\tilde{V}$ dan *subjective weight vector* $\tilde{W}_u$ dengan kolom yang bersesuaian pada *fuzzy judgment matrix* $\tilde{U}$ dengan *interval of confidence*, yaitu:

$$\tilde{T} = \begin{bmatrix} \tilde{w}_{v_1} \otimes \tilde{v}_{11} & \tilde{w}_{v_2} \otimes \tilde{v}_{12} & \dots & \tilde{w}_{v_n} \otimes \tilde{v}_{1n} \\ \tilde{w}_{v_1} \otimes \tilde{v}_{21} & \tilde{w}_{v_2} \otimes \tilde{v}_{22} & \dots & \tilde{w}_{v_n} \otimes \tilde{v}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{w}_{v_1} \otimes \tilde{v}_{n1} & \tilde{w}_{v_2} \otimes \tilde{v}_{n2} & \dots & \tilde{w}_{v_n} \otimes \tilde{v}_{nn} \end{bmatrix} \text{ dan } \tilde{Z} = \begin{bmatrix} \tilde{w}_{u_1} \otimes \tilde{u}_{11} & \tilde{w}_{u_2} \otimes \tilde{u}_{12} & \dots & \tilde{w}_{u_m} \otimes \tilde{u}_{1m} \\ \tilde{w}_{u_1} \otimes \tilde{u}_{21} & \tilde{w}_{u_2} \otimes \tilde{u}_{22} & \dots & \tilde{w}_{u_m} \otimes \tilde{u}_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{w}_{u_1} \otimes \tilde{u}_{m1} & \tilde{w}_{u_2} \otimes \tilde{u}_{m2} & \dots & \tilde{w}_{u_m} \otimes \tilde{u}_{mm} \end{bmatrix} \quad (10)$$

Berdasarkan operasi perkalian pada bilangan fuzzy dengan *interval of confidence* pada persamaan (3):

Untuk $v_{11} = (v_1, v_2, v_3)$, dengan $\alpha \in [0,1]$:

$$\tilde{v}_{11}^\alpha = [(v_2 - v_1)\alpha + v_1, -(v_3 - v_2)\alpha + v_3] \\ = [v_1^\alpha, v_3^\alpha]$$

Untuk $\tilde{w}_{v_1} = (w_1, w_2, w_3)$ dengan $\alpha \in [0,1]$, didapat:

$$\tilde{w}_{v_1}^\alpha = [(w_2 - w_1)\alpha + w_1, -(w_3 - w_2)\alpha + w_3] \\ = [w_1^\alpha, w_3^\alpha] \quad \dots (11)$$

Pada matriks di persamaan (10), $\tilde{w}_{v_1}^\alpha \otimes \tilde{v}_{11}^\alpha$ berdasarkan operasi perkalian pada bilangan fuzzy dengan *interval of confidence* pada persamaan (5), berlaku:

$$\tilde{w}_{v_1}^\alpha \otimes \tilde{v}_{11}^\alpha = [w_1^\alpha, w_3^\alpha] \otimes [v_1^\alpha, v_3^\alpha] = [w_1^\alpha v_1^\alpha, w_3^\alpha v_3^\alpha] \\ \text{diperoleh:}$$

$$\tilde{T}_\alpha = \begin{bmatrix} t_{11l}^\alpha, t_{11u}^\alpha & \dots & t_{1nl}^\alpha, t_{1nu}^\alpha \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{n1l}^\alpha, t_{n1u}^\alpha & \dots & t_{nnl}^\alpha, t_{nnu}^\alpha \end{bmatrix} \text{ dan } \tilde{Z}_\alpha = \begin{bmatrix} z_{11l}^\alpha, z_{11u}^\alpha & \dots & z_{1ml}^\alpha, z_{1mu}^\alpha \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{m1l}^\alpha, z_{m1u}^\alpha & \dots & z_{mml}^\alpha, z_{mmu}^\alpha \end{bmatrix}$$

6. Menghitung Indeks Optimasi

Dengan α diketahui, indeks optimasi akan dibentuk berdasarkan derajat optimisme (λ) dari pengambil keputusan. Indeks Optimasi pada persamaan (7) dinyatakan sebagai berikut:

$$\hat{t}_{ij}^\alpha = (1 - \lambda)t_{ijl}^\alpha + \lambda t_{iju}^\alpha, \forall \lambda \in [0,1] \quad \dots (12)$$

Sehingga diperoleh:

$$\hat{T} = \begin{bmatrix} \hat{t}_{11}^\alpha & \hat{t}_{12}^\alpha & \dots & \hat{t}_{1n}^\alpha \\ \hat{t}_{21}^\alpha & \hat{t}_{22}^\alpha & \dots & \hat{t}_{2n}^\alpha \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{t}_{n1}^\alpha & \hat{t}_{n2}^\alpha & \dots & \hat{t}_{nn}^\alpha \end{bmatrix} \text{ dan } \hat{Z} = \begin{bmatrix} \hat{z}_{11}^\alpha & \hat{z}_{12}^\alpha & \dots & \hat{z}_{1m}^\alpha \\ \hat{z}_{21}^\alpha & \hat{z}_{22}^\alpha & \dots & \hat{z}_{2m}^\alpha \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{z}_{m1}^\alpha & \hat{z}_{m2}^\alpha & \dots & \hat{z}_{mm}^\alpha \end{bmatrix} \quad \dots (13)$$

7. Matriks Frekuensi Relatif

Setelah didapatkan hasil dari indeks optimasi maka akan dibentuk matriks frekuensi relatif.

$$F = \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & \dots & f_{1n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{n1} & f_{n2} & \dots & f_{nn} \end{bmatrix} \text{ dan } G = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} & \dots & g_{1m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{m1} & g_{m2} & \dots & g_{mm} \end{bmatrix} \quad \dots (14)$$



Di mana

$$f_{ij} = \frac{\hat{t}_{ij}^\alpha}{s_{t_i}} \text{ dan } g_{ij} = \frac{\hat{z}_{ij}^\alpha}{s_{z_i}} \text{ untuk setiap } i, j$$

$$s_{t_i} = \sum_{i=1}^n \hat{t}_{ki}^\alpha \text{ dan } s_{z_r} = \sum_{r=1}^m \hat{z}_{kr}^\alpha \text{ untuk baris ke-} k$$

8. Selanjutnya menghitung nilai *entropy* dan bobot *entropy* persamaan berikut (Kahraman, 2008):

$$V_1 = - \sum_{i=1}^n (f_{1i}) \log_2(f_{1i})$$

$$V_2 = - \sum_{i=1}^n (f_{2i}) \log_2(f_{2i})$$

$$\vdots$$

$$V_n = - \sum_{i=1}^n (f_{ni}) \log_2(f_{ni})$$

dan

$$U_1 = - \sum_{r=1}^m (g_{1r}) \log_2(g_{1r})$$

$$U_2 = - \sum_{r=1}^m (g_{2r}) \log_2(g_{2r})$$

$$\vdots$$

$$U_m = - \sum_{r=1}^m (g_{mr}) \log_2(g_{mr})$$

Dimana V_i merupakan nilai *entropy input* ke- i dan U_r merupakan nilai *entropy output* ke- r .

Untuk bobot *entropy* dapat ditentukan dengan persamaan:

$$W_{V_i} = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^n V_i}, i = 1, 2, \dots, n \text{ dan } W_{U_r} = \frac{U_r}{\sum_{r=1}^m U_r}, r = 1, 2, \dots, m \quad \dots (16)$$

Bobot *entropy* ini yang akan digunakan dalam perhitungan efisiensi DEA model CCR.

9. Menghitung efisiensi DEA

Perhitungan efisiensi menggunakan persamaan sebagai berikut (Charnes, et.al. 1994):

$$\max \theta_p = \frac{\sum_{r=1}^n w_{ur} y_{rp}}{\sum_{i=1}^m w_{vi} x_{ip}} \quad \dots (17)$$

dengan

$$\frac{\sum_{r=1}^n w_{ur} y_{rp}}{\sum_{i=1}^m w_{vi} x_{ip}} \leq 1 ; W_{U_r} \geq 0, W_{V_i} \geq 0 ; x_{ij} > 0, y_{rj} > 0$$

Dimana

θ_p = efisiensi untuk DMU ke- p

W_{U_r} = bobot *entropy* untuk *output* ke- r ($r = 1, 2, \dots, n$)

W_{V_i} = bobot *entropy* untuk *input* ke- i ($i = 1, 2, \dots, m$)

y_{rj} = nilai *output* ke- r pada DMU ke- j ($j = 1, 2, \dots, d$)

x_{ij} = nilai *input* ke- i pada DMU ke- j ($j = 1, 2, \dots, d$)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Identifikasi Kriteria *Input* dan *Output*

Penilaian kemampuan kelompok tani dirumuskan dan disusun dengan pendekatan aspek manajemen dan aspek kepemimpinan yang meliputi kriteria *input* yaitu (A) perencanaan, (B) pengorganisasian, dan (C) pelaksanaan, dan kriteria *output* yaitu (D) pengendalian dan pelaporan, (E) pengembangan kepemimpinan kelompok tani (Panca Kemampuan Kelompok Tani/PAKEM POKTAN) dari fungsi-fungsi kelompok tani sebagai Wahana Belajar (14 *input* dan 18 *output*), Wahana Kerjasama (17 *input* dan 16 *output*) dan Unit Produksi (19 *input* dan 16 *output*).

3.2 Pembobotan *Input* dan *Output* dengan FAHP

Bobot *entropy* untuk kriteria, subkriteria dan sub subkriteria dari *input* yang dihitung menggunakan FAHP metode *entropy* langkah 1 sampai dengan 7, yang selanjutnya bobot *entropy* ini akan digunakan sebagai pembobotan pada *Data Envelopment Analysis* (DEA). Sebagai contoh hasil perhitungan Bobot *Entropy* pada Kriteria *Input* untuk Wahana Belajar diberikan pada Tabel 2. dan Bobot *Entropy* pada Kriteria *Output* untuk Wahana Belajar pada Tabel 3.



Perhitungan yang sama juga dilakukan pada kriteria-kriteria Input - Output untuk Wahana Kerjasama dan Unit Produksi.

Tabel 2. Bobot *Entropy* pada Kriteria *Input* untuk Wahana Belajar

Kriteria	Sub Kriteria	Sub Subkriteria	Bobot <i>Entropy</i> Akhir (W_{v_i})
A (0,2979)	A1 (0,4981)	A11	0,0737
		A12	0,0743
	A2 (0,5019)	A21	0,0447
		A22	0,0520
		A23	0,0533
B (0,3466)	B1 (1.0000)	B11	0,1710
		B12	0,1300
		B13	0,0460
C (0,3555)	C1 (0,4981)	C11	0,0580
		C12	0,0720
		C13	0,0470
	C2 (0,5019)	C21	0,0300
		C22	0,0640
		C23	0,0840
Total Bobot <i>Entropy</i>			1,0000

Dan hasil pembobotan yang dilakukan pada kriteria-kriteria *output*, sebagai berikut:

Tabel 3. Bobot *Entropy* pada Kriteria *Output* untuk Wahana Belajar

Kriteria	Sub Kriteria	Sub Subkriteria	Bobot <i>Entropy</i> Akhir (W_{v_i})
D (0,4981)	D1 (0,2759)	D11	0,0369
		D12	0,0316
		D13	0,0296
		D14	0,0228
		D15	0,0165
	D2 (0,2501)		0,1246
	D3 (0,2357)	D31	0,0187
		D32	0,0172
		D33	0,0150
		D34	0,0198
		D35	0,0133
		D36	0,0139
		D37	0,0195
	D4 (0,2382)		0,1186
E (0,5019)	E1 (0,3488)		0,1750
	E2 (0,3128)		0,1570
	E3 (0,3385)	E31	0,0898
		E32	0,0802
	Total Bobot <i>Entropy</i>		

Kriteria *input* untuk unit Wahana Belajar pada Tabel 2 terlihat bahwa bobot kepentingan tertinggi pada kriteria C (Pelaksanaan) dan pada kriteria output kepentingan tertinggi pada kriteria pengembangan kepemimpinan kelompok tani (E), dengan cara yang sama dapat diketahui bobot kepentingan untuk sub kriteria dan sub sub kriteria pada setiap unitnya.

3.3 Perhitungan Efisiensi Kelompok Tani Menggunakan *Data Envelopment Analysis* (DEA) Model CCR

DMU yang digunakan pada penelitian ini ada 15 kelompok tani. Kelompok Tani pada Tabel 4 dihitung efisiensi dan dirangking untuk mengetahui hasil kinerja kelompok tani tersebut. Total nilai pada Tabel 4. diperoleh dari hasil penilaian subyektif pengambil keputusan (*Decision Maker*) untuk setiap DMU pada setiap kriteria dan sub kriteria. Perhitungan efisiensi dilakukan berdasarkan Persamaan 17 dengan menggunakan Bobot *Entropy* pada Kriteria pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 4. Kelompok Tani (DMU)

DMU ke-j	Nama Kelompok Tani	Total Nilai	Kelas
1	Mufakat Keluarga	359	Lanjut
2	Bandad Mamurai	297	Lanjut
3	Ulu Benteng Raya	317	Lanjut
4	Khairul Yakini	311	Lanjut
5	Bina Bersama I	241	Pemula
6	Bina Bersama II	173	Pemula
7	Barakat Hakula	141	Pemula
8	Keluarga Bersama	108	Pemula
9	Gotong Royong Suka Maju	113	Pemula
10	Karya Bersama	295	Lanjut
11	Kerja Sama	325	Lanjut
12	Rakat Mufakat	314	Lanjut
13	Fajar Harapan	271	Lanjut
14	Harapan Mulia	286	Lanjut
15	Kurnia	288	Lanjut

Model DEA menggunakan persamaan (11) dengan formulasi sebagai berikut:

$$\theta_1 = \frac{W_{u_1}y_{11} + W_{u_2}y_{21} + W_{u_3}y_{31} + \dots + W_{u_{16}}y_{161} + W_{u_{17}}y_{171} + W_{u_{18}}y_{181}}{W_{v_1}x_{11} + W_{v_2}x_{21} + W_{v_3}x_{31} + \dots + W_{v_{12}}x_{121} + W_{v_{13}}x_{131} + W_{v_{14}}x_{141}}$$

$$\theta_2 = \frac{W_{u_1}y_{12} + W_{u_2}y_{22} + W_{u_3}y_{32} + \dots + W_{u_{16}}y_{162} + W_{u_{17}}y_{172} + W_{u_{18}}y_{182}}{W_{v_1}x_{12} + W_{v_2}x_{22} + W_{v_3}x_{32} + \dots + W_{v_{12}}x_{122} + W_{v_{13}}x_{132} + W_{v_{14}}x_{142}}$$

$$\vdots$$

$$\theta_{15} = \frac{W_{u_1}y_{115} + W_{u_2}y_{215} + W_{u_3}y_{315} + \dots + W_{u_{17}}y_{1715} + W_{u_{18}}y_{1815}}{W_{v_1}x_{115} + W_{v_2}x_{215} + W_{v_3}x_{315} + \dots + W_{v_{13}}x_{1315} + W_{v_{14}}x_{1415}}$$

θ_1 merupakan efisiensi untuk DMU_1 , $y_{11}, y_{21}, \dots, y_{181}$ menunjukkan nilai *output* ke-1,2, ...,18 untuk DMU_1 dan $x_{11}, x_{21}, \dots, x_{141}$ menunjukkan nilai *input* ke-1,2, ...,14 untuk DMU_1 , serta untuk $W_{u_1}, W_{u_2}, \dots, W_{u_{18}}$ dan $W_{v_1}, W_{v_2}, \dots, W_{v_{14}}$ masing-masing menunjukkan bobot *entropy input* dan *output*. Dengan syarat efisiensi $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_{15}$ mempunyai nilai lebih besar sama dengan 0 atau kurang dari sama dengan 1. Sehingga diperoleh hasil perhitungan pada Tabel 5. sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Perhitungan DEA CCR untuk Wahana Belajar

DMU _j	Kelompok Tani	Kelas	Total Nilai	Efisiensi	Peringkat
1	Mufakat Keluarga	Lanjut	359	0,8820	1
2	Bandad Mamurai	Lanjut	297	0,5680	2
3	Ulu Benteng Raya	Lanjut	317	0,4509	5
4	Khairul Yakini	Lanjut	311	0,4603	4
5	Bina Bersama I	Pemula	241	0,2949	8
6	Bina Bersama II	Pemula	173	0,4666	3
7	Barakat Hakula	Pemula	141	0,4010	6
8	Keluarga Bersama	Pemula	108	0,3654	7
9	Gotong Royong Suka Maju	Pemula	113	0,2421	9
10	Karya Bersama	Lanjut	295	0,0222	15
11	Kerja Sama	Lanjut	325	0,0228	13

12	Rakat Mufakat	Lanjut	314	0,0222	14
13	Fajar Harapan	Lanjut	271	0,0253	12
14	Harapan Mulia	Lanjut	286	0,0250	11
15	Kurnia	Lanjut	288	0,0250	10

Dari Tabel 5 diperoleh peringkat untuk setiap kelompok pada wahana belajar berdasarkan model DEA CCR, yaitu pada urutan pertama adalah kelompok tani Mufakat Keluarga dengan efisiensi relatif 0,882 dan termasuk kelas lanjut. Dari tabel di atas, dapat dilihat ada dua kelompok tani dengan efisiensi relatif yang sama (0,025) yaitu kelompok tani Fajar Harapan, kelompok tani Harapan Mulia dan kelompok tani Kurnia. Ketiga kelompok ini juga berada pada kelas yang sama dengan total nilai yang berbeda masing-masing 271, 286, dan 288. Begitu pula, kelompok tani Karya Bersama dan kelompok tani Rakat Mufakat dengan efisiensi relatif 0,022 dan total nilai berturut-turut 295 dan 314.

Tabel 6. Hasil Perhitungan DEA CCR untuk Wahana Kerjasama

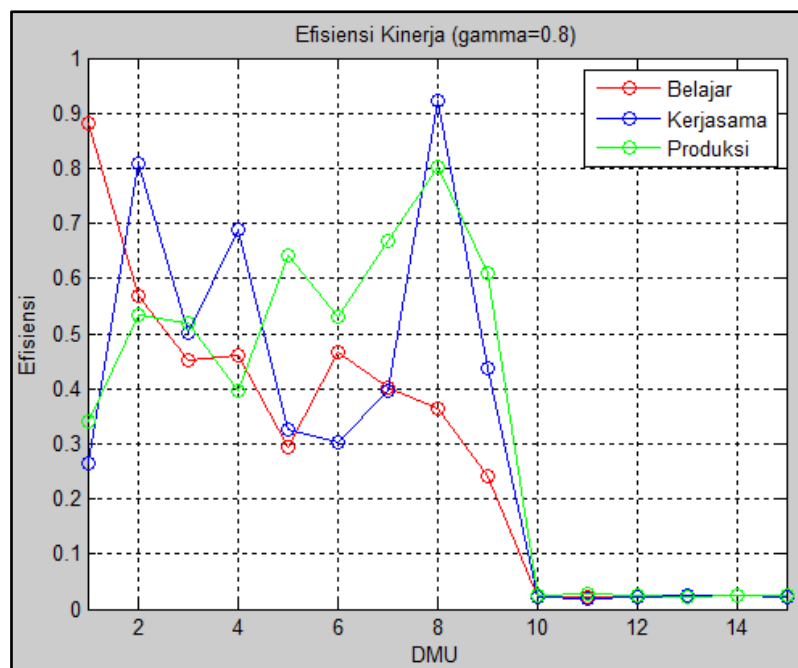
<i>DMU_j</i>	Kelompok Tani	Kelas	Total Nilai	Efisiensi	Peringkat
1	Mufakat Keluarga	Lanjut	359	0,2661	9
2	Bandad Mamurai	Lanjut	297	0,8081	2
3	Ulu Benteng Raya	Lanjut	317	0,5011	4
4	Khairul Yakin	Lanjut	311	0,6891	3
5	Bina Bersama I	Pemula	241	0,3255	8
6	Bina Bersama II	Pemula	173	0,3015	7
7	Barakat Hakula	Pemula	141	0,3958	6
8	Keluarga Bersama	Pemula	108	0,9230	1
9	Gotong Royong Suka Maju	Pemula	113	0,4371	5
10	Karya Bersama	Lanjut	295	0,0212	14
11	Kerja Sama	Lanjut	325	0,0180	15
12	Rakat Mufakat	Lanjut	314	0,0212	13
13	Fajar Harapan	Lanjut	271	0,0249	10
14	Harapan Mulia	Lanjut	286	0,0240	11
15	Kurnia	Lanjut	288	0,0227	12

Dari Tabel 6 diperoleh peringkat untuk setiap kelompok pada wahana kerjasama berdasarkan model DEA CCR, yaitu pada urutan pertama adalah kelompok tani Kur Keluarga Bersama dengan efisiensi relatif 0,923 dan termasuk kelas pemula. Dari tabel di atas, dapat dilihat ada dua kelompok tani dengan efisiensi relatif yang sama (0,021) yaitu kelompok tani Karya Bersama dan kelompok tani Rakat Mufakat. Kedua kelompok ini juga berada pada kelas yang sama dengan total nilai yang berbeda yaitu 295 untuk kelompok tani Karya Bersama dan 314 untuk kelompok tani Rakat Mufakat.

Tabel 7. Hasil Perhitungan DEA CCR untuk Unit Produksi

<i>DMU_j</i>	Kelompok Tani	Kelas	Total Nilai	Efisiensi	Peringkat
1	Mufakat Keluarga	Lanjut	359	0,3397	9
2	Bandad Mamurai	Lanjut	297	0,5355	6
3	Ulu Benteng Raya	Lanjut	317	0,5181	5
4	Khairul Yakin	Lanjut	311	0,3970	8
5	Bina Bersama I	Pemula	241	0,6411	3
6	Bina Bersama II	Pemula	173	0,5297	7
7	Barakat Hakula	Pemula	141	0,6688	2
8	Keluarga Bersama	Pemula	108	0,8036	1
9	Gotong Royong Suka Maju	Pemula	113	0,6089	4
10	Karya Bersama	Lanjut	295	0,0245	11
11	Kerja Sama	Lanjut	325	0,0271	10
12	Rakat Mufakat	Lanjut	314	0,0237	14
13	Fajar Harapan	Lanjut	271	0,0219	15
14	Harapan Mulia	Lanjut	286	0,0248	12
15	Kurnia	Lanjut	288	0,0237	13

Berdasarkan Tabel 7 diperoleh peringkat untuk setiap kelompok pada unit produksi berdasarkan model DEA CCR, yaitu pada urutan pertama adalah kelompok tani Keluarga Bersama dengan efisiensi relatif 0.804 dan termasuk kelas pemula. Dari hasil perhitungan pada Wahana Belajar (Tabel 5), Wahana Kerjasama (Tabel 6), dan Unit Produksi (Tabel 7) terdapat kelompok tani dengan nilai efisiensi tertinggi. Kelompok tani tersebut dapat menjadi acuan bagi kelompok tani lainnya agar dapat mencapai nilai efisiensi yang sama atau lebih besar lagi. Untuk kelompok tani yang mempunyai nilai efisiensi rendah atau kurang dapat melakukan evaluasi kembali, bagian mana yang masih belum maksimal atau perlu perbaikan. Tingkat efisiensi kinerja setiap DMU untuk setiap Kriteria pada $\lambda = 0.8$ (Optimis) dapat digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Efisiensi Kinerja untuk setiap Kriteria pada $\lambda = 0.8$ (Optimis)

Dari Gambar 1., proses pengambilan keputusan dapat dilakukan dengan menetapkan batas minimal efisiensi kinerja setiap kriteria sehingga dapat ditentukan DMU atau kelompok tani yang perlu ditingkatkan dan perbaikan kinerja disetiap kriteria maupun subkriteriannya. Sebagai perbandingan dalam pengambilan keputusan dapat dilakukan kombinasi $\lambda = 0.2$ (Pesimis) dan $\lambda = 0.5$ (Moderate) sebagai alternatif keputusan seperti digambarkan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Efisiensi Kinerja dengan DEA-CCR

DMU_j	$\lambda = 0.2$ (Pesimis)			$\lambda = 0.5$ (Moderate)			$\lambda = 0.8$ (Optimis)		
	Wahana Belajar	Wahana Kerjasama	Unit Produksi	Wahana Belajar	Wahana Kerjasama	Unit Produksi	Wahana Belajar	Wahana Kerjasama	Unit Produksi
1	0,9467	0,2766	0,3424	0,9057	0,2697	0,3396	0,8820	0,2661	0,3397
2	0,5681	0,8063	0,5318	0,5697	0,8066	0,5346	0,5680	0,8081	0,5355
3	0,5019	0,5025	0,5365	0,4739	0,5021	0,5239	0,4509	0,5011	0,5181
4	0,4984	0,7066	0,4178	0,4784	0,6956	0,4028	0,4603	0,6891	0,3970
5	0,2935	0,3295	0,6603	0,2916	0,3228	0,6493	0,2949	0,3255	0,6411
6	0,4749	0,3267	0,5718	0,4678	0,3095	0,5412	0,4666	0,3015	0,5297
7	0,4034	0,4281	0,6664	0,3995	0,4061	0,6677	0,4010	0,3958	0,6688
8	0,3743	0,9708	0,7946	0,3708	0,9407	0,7963	0,3654	0,9230	0,8036
9	0,2504	0,4718	0,6124	0,2455	0,4478	0,6111	0,2421	0,4371	0,6089

10	0,0201	0,0193	0,0222	0,0213	0,0204	0,0235	0,0222	0,0212	0,0245
11	0,0208	0,0163	0,0244	0,0219	0,0174	0,0259	0,0228	0,0180	0,0271
12	0,0201	0,0193	0,0216	0,0213	0,0204	0,0228	0,0222	0,0212	0,0237
13	0,0230	0,0224	0,0198	0,0243	0,0238	0,0209	0,0253	0,0249	0,0219
14	0,0229	0,0215	0,0225	0,0241	0,0229	0,0238	0,0250	0,0240	0,0248
15	0,0229	0,0205	0,0216	0,0241	0,0217	0,0228	0,0250	0,0227	0,0237

4. SIMPULAN

Pada penelitian ini, dilakukan modifikasi model DEA CCR dengan melakukan pembobotan menggunakan fuzzy AHP pada *input* dan *output* untuk menganalisis kinerja kelompok tani. Fuzzy AHP digunakan untuk pembobotan berdasarkan kepentingan masing-masing kriteria yang dimasukkan dalam proses DEA. Model DEA ini dirancang untuk mengetahui efisiensi dari masing-masing DMU berdasarkan kepentingan kriteria masing-masing, dimana pada model DEA yang biasa setiap DMU mempunyai asumsi tidak ada kriteria *input* atau *output* lebih penting daripada yang lain. Model DEA ini juga membantu kelompok tani untuk mengetahui efisiensi dari kelompok dalam menjalankan fungsinya dalam wahana belajar, wahana kerjasama, dan unit produksi.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Lambung Mangkurat melalui Program Dosen Wajib Meneliti dengan Pendanaan DIPA Universitas Lambung Mangkurat Tahun Anggaran 2020.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Pusat Penyuluhan Pertanian. 2011. *Petunjuk Pelaksanaan Penilaian Kemampuan Kelompok tani*. Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Farrel, M. J.. 1957. *The Measurement of Productive Efficiency*. Journal of The Royal Statistical Society. Series A (General) 120(3), 253-290.
- Charnes, A., W. W. Cooper, E. Rhodes. 1978. *Measuring The Efficiency of Decision Making Units*. European Journal of Operational Research 2(6), 429-444.
- Bowen, William M.. 1990. *Subjective Judgements and Data Envelopment Analysis in Site Selection*. Comput., Environ., and Urban System vol 14, 133-144.
- Saaty, T.L. 1990. *How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process*. European Journal of Operational Research 48, 9-26.
- Li, Xin, Yue Liu, Yaojun Wang. 2016. *Evaluating Transit Operator Efficiency: An Enhanced DEA Model with Constrained Fuzzy-AHP Cones*. Journal of Traffic and Transportation Engineering 3(3), 215-225.
- Zimmermann, H, J, 1996. *Fuzzy Set Theory and Its Applications, Third Edition*. Kluwer Publishing. Co. Amsterdam.
- Cheng, C.H.. 1996. *Evaluating Naval Tactical Missile Systems by Fuzzy AHP Based on the Grade Value of Membership Function*. European Journal of Operational Research 96(2), 343-350.
- Xu J. and Zhou X., 2011. *Fuzzy Like Multiple Objective Decision Making*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- Kahraman, Cengiz. 2008. *Fuzzy Multi-Criteria Decision Making*. Istanbul Technical University, Turki.
- Charnes, Abraham, William W. Cooper, Arie Y. Lewin. 1994. *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application*. Kluwer Academic Publisher.