



## MASALAH TATA LETAK FASILITAS LOGISTIK DENGAN MENGGUNAKAN FUZZY DYNAMIC ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (FDAHP)

Miftahol Arifin <sup>a</sup>, Ekawati Martianingsih <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Teknik Logistik, [arifin@ittelkok-pwt.ac.id](mailto:arifin@ittelkok-pwt.ac.id), Institut Teknologi Telkom Purwokerto

<sup>b</sup> Teknik Logistik, [ekawatimartianingsih@ittelkok-pwt.ac.id](mailto:ekawatimartianingsih@ittelkok-pwt.ac.id), Institut Teknologi Telkom Purwokerto

### ABSTRACT

*In determining the flow of goods using the Activity Relationship Chart (ARC) method, it is determined that the rating value is determined to place a unit with another unit. Usually the rating value is absolute, very important, important, sufficient, unimportant and undesirable. The problem is that in determining the value is very important, important, sufficient and not important when the problem of the layout of logistics facilities will be implemented. In this study, a method is to be developed in determining the real value of ARC by using a fuzzy theory approach and pairwise comparison of AHP with a dynamic assessment model to assess the level of consistency of the planner. The final results of this study are expected to obtain a model that is able to provide a more precise value from the problem of placing facilities or departments in a company. To test the accuracy of the model, it is carried out using computer simulations.*

**Keywords:** AHP dynamic, defuzzifikasi, Activity Relationship Chart

### Abstrak

Pada penentuan aliran barang dengan metode Activity Relationship Chart (ARC) adalah ditentukannya nilai rating untuk menempatkan suatu unit dengan unit lain. Biasanya nilai rating itu bersifat mutlak, sangat penting, penting, cukup, tidak penting dan tidak dikehendaki. Permasalahannya adalah dalam menentukan nilai sangat penting, penting, cukup dan tidak penting ketika masalah tata letak fasilitas logistik akan di implementasikan. Dalam penelitian ini, ingin dikembangkan suatu metode dalam menentukan nilai riil dari ARC dengan menggunakan pendekatan teori fuzzy dan perbandingan berpasangan dari AHP dengan model penilaian dinamis untuk menilai tingkat konsistensi dari perencana. Hasil Akhir penelitian ini diharapkan diperolehnya suatu model yang mampu memberikan nilai yang lebih tepat dari permasalahan penempatan fasilitas atau departemen pada suatu perusahaan. Untuk menguji keakuratan model maka dilakukan dengan menggunakan simulasi komputer.

**Kata kunci:** AHP dinamis, defuzzifikasi, Activity Relationship Chart

### 1. PENDAHULUAN

Perkembangan jasa logistik semakin lama semakin cepat sesuai dengan perkembangan ilmu dan teknologi yang mendukung industri [1]. Perkembangan yang terjadi disebabkan oleh hal-hal yang berada di dalam logistik itu sendiri maupun hal-hal yang berada di luar logistik. Perkembangan ini bukan merupakan hal yang harus dihindari, melainkan harus diantisipasi secara tepat agar jasa logistik dapat tetap bertahan serta mengembangkan dirinya dalam menghadapi perubahan yang terjadi di sekitarnya. Agar dapat bersaing dengan industri lain maka salah satu cara yang dapat dilakukan adalah menyusun (merancang) tata letak fasilitas logistik dengan mempertimbangkan keadaan saat ini maupun pada masa yang akan datang [2].

Dalam perancangan tata letak fasilitas, banyak faktor yang dipertimbangkan antara lain letak yang strategis, luas bangunan beserta penataan ruang, biaya perencanaan dan pembangunan, kekuatan bangunan, aliran bahan, barang logistik dan struktur organisasi [3]. Jadi perancangan sebuah logistik tidak semata fisik bangunan saja melainkan juga hal yang abstrak seperti kenyamanan dalam kerja dan motivasi merupakan hal yang perlu diperhitungkan secara matang dan cermat. Pertimbangan yang matang serta perhitungan

yang benar akan memberikan keuntungan kepada perusahaan dalam upaya pengembangan dan pemberdayaan kemampuan proses produksinya [4].

Dalam setiap logistik, akan selalu ada aliran fisik yang berupa aliran material dan aliran orang. Perencanaan saat menerima barang sampai barang itu berada dalam transportasi. Sehingga penataan fasilitas logistik yang tidak tepat akan mengakibatkan tingginya biaya pemindahan bahan (material handling). Dengan demikian perlu dilakukan upaya agar biaya pemindahan bahan dapat ditekan seminimal mungkin sehingga tidak menyebabkan tingginya biaya produksi. Untuk meminimumkan ongkos penanganan material, maka perencanaan dan perancangan tata letak fasilitas logistik merupakan hal yang penting yang perlu diperhatikan dan diperhitungkan .

Perencanaan dan perancangan tata letak fasilitas logistik merupakan hal yang sangat penting dan mendasar, mengingat tata letak yang baik dan tepat tidak hanya dapat menurunkan biaya produksi, namun juga dapat meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi terjadinya penumpukan pekerjaan dan tingkat produksi menjadi semakin ekonomis.

Ada dua metode yang dipakai dalam menentukan penempatan fasilitas yang optimal yaitu metode kualitatif dengan menggunakan ARC dan metode kuantitatif dengan menggunakan pendekatan koefisien outflow dan inflow. Metode kuantitatif memiliki kelemahan pada kerumitan dalam menentukan nilai penempatan dan prosedur penyusunan yang terlalu berbelit, juga kesulitan dalam proses melakukan revisi terhadap from to chart awal karena jika departemen berjumlah 20 departemen atau lebih, maka proses revisi terhadap from to chart mengalami gangguan dan lama [5].

Sedangkan metode ARC disamping mudah dan fleksibel, metode ini mampu merespon variabel-variabel yang tidak direspon dalam metode kualitatif yaitu seperti kebisingan, suhu dan lain sebagainya. Hasil dari ARC ini juga lebih bersifat 'informasi' bukan merupakan suatu keputusan yang harus dipakai oleh pengambil keputusan. Karena nilai yang ditawarkan bersifat mutlak, sangat penting, penting, cukup penting, tidak penting dan tidak dikehendaki, sehingga dalam prakteknya akan ditemui kesulitan berupa sebenarnya nilai (jarak) dari penting, sangat penting, cukup penting dan lain sebagainya.

Namun demikian ARC mempunyai kelemahan ketika merepresentasikan berapa nilai riil dari masing-masing rating yaitu sangat penting, penting, cukup penting dan tidak penting. Sehingga dalam implementasinya metode ARC lebih mampu merespon kebutuhan akan perencanaan tata letak fasilitas yang cepat dan tepat.

Yang menjadi pokok permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana penentuan nilai riil dari ARC yang mampu menentukan jarak sebenarnya dari penempatan fasilitas. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan Fuzzy dan AHP [6]. Untuk mencapai tujuan tersebut diatas maka metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah Metode pendekatan Fuzzy dan metode AHP dengan penilaian Dinamis. Metode Fuzzy dipilih karena metode ini mampu menentukan secara cepat nilai pada suatu fungsi yang vague (samar, tidak jelas). Sedangkan metode AHP dipakai untuk menilai tingkat konsistensi penilai terhadap aspek yang dinilai [7].

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Activity Relationship Chart

Dalam industri ada sejumlah banyak fasilitas pelayanan kegiatan. Fasilitas pelayanan kegiatan dikelompokkan menjadi pelayanan administrasi, produksi, pelayanan pegawai, dan pelayanan logistik. Dengan begitu banyaknya fasilitas pelayanan, maka untuk menggambarkan keterkaitan antar fasilitas menjadi agak begitu rumit. Untuk mempermudah penganalisaannya, hal yang pertama adalah mengenali kegiatan pelayanan tersebut, untuk menyakinkan bahwa tidak ada kegiatan penting yang terlewatkan. Juga seperti yang ditunjukkan, baik lokasi kegiatan di dalam maupun pola aliran harus memperhitungkan hubungan keluar yaitu dengan lingkungan fasilitas dan sifat-sifatnya.

#### a. Pemilihan Pusat Kegiatan

Dalam memilih pusat kegiatan, sifat utama yang harus dipertimbangkan adalah :

- b. Apakah terjadi kegiatan tunggal, kegiatan khusus atau sekelompok kegiatan tertentu.
- c. Apakah kegiatan menuntut sejumlah ruang tertentu, misalnya 100 m<sup>2</sup> lebih atau kurang? (jika suatu kegiatan menempati ruang terlalu kecil ada kemungkinan kegiatan ini tidak teralokasikan pada suatu daerah).
- d. Apakah kegiatan tersebut banyak dilewati aliran.

#### b. Jenis-jenis Keterkaitan

Sebelum berhubungan dengan keterkaitan tertentu akan lebih baik jika jenis-jenis keterkaitan yang ada di beberapa kegiatan dikenali terlebih dahulu. Umumnya adalah :

1. Antara dua kegiatan produksi.
2. Antara suatu kegiatan produksi, kegiatan pelayanan atau kegiatan tambahan.

3. Antara dua kegiatan pelayanan.

c. *Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Keterkaitan*

Banyak aspek lain dalam proses perencanaan keterkaitan kegiatan terdapat sejumlah faktor yang harus dipertimbangkan. Beberapa diantaranya sangat penting yaitu :

- 1.) tuntutan khusus dari kegiatan tertentu atau departemen.
- 2.) Sifat atau karakteristik bangunan, misalnya tipe, ukuran, bangun, jumlah lantai, tinggi bersi, lokasi tiang, jarak antar tiang, lokasi pintu dan arah perluasan.
- 3.) Tapak bangunan-bangunan seperti lokasi, ukuran, topografi, bangun, orientasi bangunan cuaca.
- 4.) Fasilitas luar seperti alat angkut, parkir, keperluan umum (*utilitas*), fasilitas lainnya.
- 5.) Perluasan mencakup :
  - aliran produksi dimasa mendatang dan perubahan tata letak.
  - Gang : lokasi serta lebarnya.
  - Lokasi kegiatan yang mungkin berkembang dan urutannya.
  - Peralatan permanen.
  - Ruang tambahan dan lantai tambahan.
  - Bangun bangunan.
  - Lokasi serta jarak tiang.

d. *Derajat Keterkaitan Kegiatan*

Untuk membantu menentukan kegiatan yang harus diletakkan pada suatu tempat, telah ditetapkan satu pengelompokan derajat kedekatan, yang diikuti dengan tanda bagi tiap derajat kedekatan tadi. Semuanya telah ditentukan oleh [8], yaitu :

A = Mutlak perlu kegiatan-kegiatan tersebut berhampiran satu sama lain (merah).

E = Sangat penting kegiatan-kegiatan tersebut berdekatan (orange).

I = Penting bahwa kegiatan-kegiatan tersebut berdekatan (hijau).

O = Biasa (kedekatannya), dimana saja tidak masalah (biru).

U = Tidak perlu adanya keterkaitan geografis apapun (tidak berwarna).

X = Tidak diharapkan kegiatan-kegiatan tersebut berdekatan (coklat).

Pengelompokan dan tanda-tanda ini digunakan dalam Peta Keterkaitan Kegiatan atau Activity Relationship Chart (ARC).

## 2.2. *Teori-Teori Set Fuzzy*

Misalkan X menjadi set crisp dari objek, maka X disebut semesta (*universe*) yang memiliki elemen-elemen yang dinyatakan dengan x keanggotaan dalam subset klasik A terhadap X sering dipandang sebagai fungsi karakteristik  $\mu_A(x)$  dengan  $\{0,1\}$  sehingga

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{jika dan hanya jika } x \in A \\ 0 & \text{jika dan hanya jika } x \notin A \end{cases}$$

$\{0,1\}$  disebut set penilaian (valuation set). Set penilaian memperlihatkan diskriminasi antara anggota dan bukan anggota dari set crisp tertentu. Fungsi ini digeneralisasi sehingga nilai-nilai yang ditugaskan pada masing-masing elemen set sementara berada pada jangkauan tertentu dan mengindikasikan derajat keanggotaan elemen-elemen ini dalam set. Nilai lebih besar menyatakan derajat keanggotaan set lebih tinggi. Fungsi demikian disebut fungsi keanggotaan dan set didefinisikan sebagai set Fuzzy [9], [10]

Jika set penilaian ditunjukkan menjadi interval real  $[0,1]$ , maka A disebut set fuzzy [10]  $\mu_A(x)$  adalah derajat keanggotaan X dalam A. Nilai  $\mu_A(x)$  yang lebih dekat ke 1, milik x lebih ke A. Jelasnya, A adalah subset X yang memiliki lingkup yang tidak jelas atau tegas.

A dikarakteristikan secara lengkap dengan set pasangan  $A = \{(x, \mu_A(x)), x \in X\}$ . Jika X adalah suatu set finite  $\{X_1, X_2, X_3, \dots, X_n\}$ , suatu set fuzzy pada X diekspresikan sebagai :

$$A = \mu_A(x_1)/x_1 + \dots + \mu_A(x_n)/x_n = \sum \mu_A(x_j)/x_j \quad (1)$$

Jika tidak finite :

$$A = \int_x \mu_A(x)/x$$

a. *Operasi-operasi pada set-set fuzzy*

Teori set fuzzy pada dasarnya merupakan formulasi dalam operator-operator khusus, komplemen, union, interseksi set sebagai berikut :

$$\mu_A(x) = 1 - \mu_A(x) \quad (2)$$

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max [\mu_A(x) \mu_B(x)]$$

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min [\mu_A(x) \mu_B(x)]$$

Komplemen suatu set fuzzy A dispesifikasikan dengan fungsi :

$$C : [0,1] \rightarrow [0,1],$$

Yang menugaskan nilai  $C(\mu_A(x))$  ke masing-masing derajat keanggotaan  $\mu_A(x)$ . Penugasan nilai ini diartikan sebagai derajat. Keanggotaan elemen  $x$  dalam set fuzzy menggmabrkan negasi (negation) dari A. Kemudian, jika A adalah set fuzzy orang tinggi, komplemennya adalah set fuzzy orang yang tidak tinggi.

Union dua set fuzzy A dan B dispesifikasikan secara umum dengan suatu fungsi dengan bentuk :

$$u : [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1] \quad (3)$$

untuk masing-masing elemen  $x$  dalam set universal fungsi ini berlaku sebagai argumen paangan yang berisi derjat keanggotaan elemen dalam set A dan dalam set B dan menghasilkan derajat keanggotaan elemen dalam set yang menaikkan union A dan B.

$$\mu_{A \cup B}(x) = \mu[\mu_A(x), \mu_B(x)] \quad (4)$$

seperti union fuzzy, fuzzy umum dari interaksi dua set fuzzy A dan B dispesifikasikan dengan suatu fungsi :

$$i : [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$$

Argumentai untuk fungsi ini adalah paangan derajat keanggotaan beberapa elemen  $x$  dalam fuzzy A dan derajat keanggotaan dari elemen yang sama dalam fuzzy set B. Fungsi memasukkan derajat keanggotaan elemen dalam set  $A \cap B$ . Kemudian,

$$\mu_{A \cap B}(x) = i[\mu_A(x), \mu_B(x)] \quad (5)$$

#### b. Relasi-relasi Fuzzy

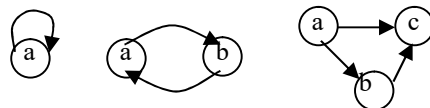
Suatu relasi crisp menggambarkan ada atau tidak adanya asosiasi, interaksi atau keterkaitan antara elemen-elemen dua atau lebih set.  $\alpha_{cut}$  bisa didefinisikan untuk relasi fuzzy sebagai suatu se fuzzy dn bisa dinyatakan dengan  $R_\alpha$ . Dengan operator max untuk set union, setiap relasi fuzzy bisa digambarkan dengan bentuk resolusi :

$$R = \alpha \cup R_\alpha \quad (6)$$

Dengan  $\alpha \in Ar$  (set level R)

##### 1.) Relasi Biner

Berbagai jenis penting relasi  $R(X,Y)$  ditekankan berdasarkan tigas jenis sifat yang berbeda yaitu reflexivity, symetry dan transitivity. Ketiga sifat tersebut bisa diperluas untuk relasi fuzzy  $R(X,X)$  dengan mendefinisikan dalam kerangka fungsi keanggotaan relasi. Kemudian  $R(X,X)$  adalah :



Gambar 1. Karakteristik Komponen Relasi-relasi refleksi, simetris dan transitif

##### 2.) Relasi Similaritas

Relasi biner fuzzy yang refleksif simetrik dan transitif diketahui sebagai relasi similiritas (similarity relation). Untuk masing-masing  $x \in X$  suatu kelas similiritas bisa didefinisikan sebagai suatu set fuzy dengan derajat keanggotaan elemen tertentu merupakan similiritas elemen-elemen itu ke elemen-elemen lain. Jika semua elemen dalam kelas similar ke  $x$  untuk derajat 1 dan similar ke semua elemen luar set untuk derjat 0, maka pengelompokan menjadi kelas ekuivalensi. Suatu relasi fuzzy bisa digambarkan dalam bentuk resolusi.

### 2.3. Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)

Metode AHP adalah seperangkat pengambilan keputusan yang serbaguna dan fleksibel. Keunggulan dari metode ini adalah dapat memasukkan variabel mulikriteria yang memungkinkan dimasukkannya faktor-faktor obyektif dan subyketif. Walaupun mampu digunakan dalam menganalisa masalah yang kompleks, namun proses dalam metode AHP ini cukup sederhana. Penerapan AHP umumnya melalui empat langkah [11], [12] sebagai berikut :

- Bagi problem kedalam suatu hirarkie. Langkah pertama dalam penerapan AHP adalah menguraikan problem yang kompleks ke dalam struktur hiraki yang lebih dapat dioerasonalkan.

- b. Tetapkan prioritas pada elemen-elemen pada hirarki. Langkah ini memanfaatkan pendapat para ahli serta dapat menampung pula pendapat yang bersifat kualitatif.
- c. Sintesa. Proses sintesa menggabungkan prioritas yang ditemukan pada setiap tingkat hirarki, dan untuk menghitung prioritas total.
- d. Evaluasi konsistensi. Karena memanfaatkan pendaoat subyektif maka memungkinkan terjadi ketidak-konsistenan yang dapat menyebabkan model menjadi tidak valid.

Langkah 2 dilakukan dengan memanfaatkan judgment para ahli. Dalam AHP langkah ini dilakukan dengan meminta pengambil keputusan memberikan evaluasi realtif terhadap setiap pasangan elemen berdasarkan preferensi, atau tingkat kepentingan (*importance*) atau tingkat kemungkinan (*likelihood*). Judgmen ini seringkali diperoleh dari ahli baik dalam kelompok maupun perorangan. Para ahli diminta menilai sepasang obyek memberi pendapatnya apakah salah satu lebih penting (atau mungkin saja lebih disukai, lebih mungkin terjadi dan seterusnya) dari yang lain dengan memberikan skor yang nilainya 1 (sama penting) sampai dengan 9 (salah satu mendominasi yang lain).

Angka nilai perbandingan pasangan aij tersebut diinterpretasikan sebagai bobot faktor (I(wi) terhadap faktor bobot j (wj). Berangkat dari perbandingan berpasangan antar faktor aij = Wi/wj

Dimana I<sub>j</sub> = 1,2,3...n

Apabila disusun suatu matriks dengan elemen-elemen perbandingan pasangan tersebut, A = [aij]. Perkalian matriks A dengan vektor w menghasilkan :

$$\begin{pmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ w_3/w_1 & w_3/w_2 & \dots & w_3/w_n \\ w_4/w_1 & w_4/w_2 & \dots & w_4/w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ w_4 \\ \dots \\ \dots \\ w_n \end{pmatrix} = n \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ w_4 \\ \dots \\ \dots \\ w_n \end{pmatrix}$$

Dalam persoalan yang dihadapi, kita mempunyai matriks A ( yaitu hasil perbandingan pairwise yang dilakukan oleh para ahli) dan kita ingin mencari faktor w. Dengan perkataan lain kita memecahkan sistem persamaan [ A – n I] w = 0. Solusi bukan nol jika dan hanya jika n sama dengan eigen value dari A.

$$A_w = \lambda_w \tag{7}$$

Dimana λ adalah eigen value dari matriks A. Matriks A diatas mempunyai karakteristik khas yaitu setiap kolom merupakan kelipatan kolom pertama. Jadi terdapat n buah eigen value semua bernilai nol kecuali satu. Satu eigen value yang tidak nol itu kita sebut λ<sub>max</sub>, maka

$$A w = \lambda_{max} w. \tag{8}$$

Namun dalam penerapannya karena aij merupakan pendapat subyektif, maka hanpir tidak pernah diperoleh konsistensi yang sempurna. Semakin konsisten judgment yang dimasukkan, maka semakin dekat λ<sub>max</sub> kepada n. dengan demikian kita dapat memeriksa konsistensi dengan indkes. Saaty mendefinisikan konsistensi index (CI) sebagai :

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) \tag{9}$$

Jika perbandingan pairwise kosnisten sempurna maka CI mempunyai nilai mendekati nol. Saaty telah melakukan simulasi dengan bilangan random dan menghasilkan indeks konsistensi untuk random judgment. Hal tersebut kemudian dinamakan sebagai Consistensi Ratio (CR) yang merupakan perbandingan consistency indeks dari suatu judgment tertentu dengan index dari random judgment. Dengan demikian CR akan mengambil nilai antara nol (konsisten sempurna) dengan 1 ( indeks sama dengan random judgment). Consistency ratio terbesar yang dianggap masih dapat diterima adalah 0,1.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Ketika suatu keputusan yang berubah sesuai dengan perubahan waktu, penyelesaian masalah nilai eigen, seperti yang ditunjukkan oleh :

$$A(t)w(t) = \lambda_{max}(t) w(t). \tag{10}$$

Akan merupakan suatu fungsi yang bergantung pada waktu. Definisi konsistensi total dari matriks keputusan dinamis merupakan suatu matriks keputusan  $(A(t) = (a_{ij})_{n \times m})$  adalah konsisten total pada  $(t_0, t_1)$  jika :

$$A_{ij}(t) = m \frac{A_{ik}(t)}{A_{jk}(t)} \quad (i, j, k = 1, 2, \dots, n, t_0 \leq t \leq t_1) \tag{11}$$

Untuk  $A = (a_{ij})_{n \times m}$  konsisten dan konsistensi totalnya merupakan hal yang sama, jika kita mendesaian fungsi konstan untuk setiap elemen dari matriks keputusan dinamis. Pada umumnya, suatu dinamis mungkin konsisten pada suatu titik waktu yang diberikan meskipun tidak konsisten total. Berkenaan dengan konsep konsistensi total maka perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut : Pertama, suatu matriks keputusan dinamis konsisten total pada  $(t_0, t_1)$  , jika dan hanya jika :

$$A(T) = M(t) A_0 M^{-1}(t) \quad (t_0 < t < t_1) \tag{11}$$

Dimana  $A_0$  adalah suatu matriks reciprocal dengan konsistensi dan  $M(t) = \text{diag}[m_i(t)]$ .

Kedua, Suatu matriks keputusan  $n \times m$  konsisten total pada  $[t_0, t_1]$ , jika dan hanya jika :

$$\lambda_{\max}(t) = n \tag{12}$$

untuksuatu  $t \in [t_0, t_1]$

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1. Penyusunan Model Fuzzy Untuk ARC**

**4.1.1. Menetapkan Semesta Pembicaraan**

Untuk membentuk model Fuzzy maka perlu mendefinisikan variabel-variabel yang akan digunakan. Variabel-variabel ini disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Variabel model fuzzy

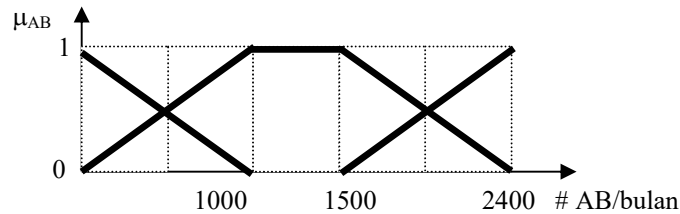
Fungsi	Nama Variabel	Nama Himpunan	Semesta pembicaraan	Domain	Satuan	Keterangan
Input	Aliran bahan (AB)	Rendah	[0 2400]	[0 1000]	Pieces	Jumlah bahan tiap bulan
		Sedang		[0 2400]		
		Tinggi		[1500 2400]		
	Aliran peralatan (AP)	Rendah	[0 16]	[0 6]	Unit	Jumlah peralatan berupa keranjang atau kereta
		Sedang		[0 16]		
		Tinggi		[10 16]		
	Aliran Informasi (AI)	Rendah	[0 12]	[0 4]	Unit	Jumlah informasi berupa telepon atau laporan
		Sedang		[0 12]		
		Tinggi		[8 12]		
	Aliran Tenaga kerja (ATK)	Rendah	[0 5]	[0 2]	Orang	Jumlah orang tiap aktivitas
		Sedang		[0 5]		
		Tinggi		[3 5]		
Bobot Faktor (FB)	Rendah	[0 0.5]	[0 0.25]	desimal	Bobot faktor tiap aktivitas	
	Sedang		[0 0.5]			
	Tinggi		[0.25 0.5]			
Output	Penilaian (P)	X	[0 6]	[0 2]	Ordinal	
		U		[1 3]		
		O		[2 4]		
		I		[3 5]		
		E		[4 6]		
		A		[5 6]		

**4.1.2. Hasil dekomposisi Himpunan Fuzzy**

Untuk membentuk himpunan fuzzy perlu ditentukan representasi yang sesuai dengan semesta pembicaraan variabel-variabel. Adapun representasi tersebut diperoleh dari simulasi sebagai berikut:

**a. Variabel Aliran Bahan**

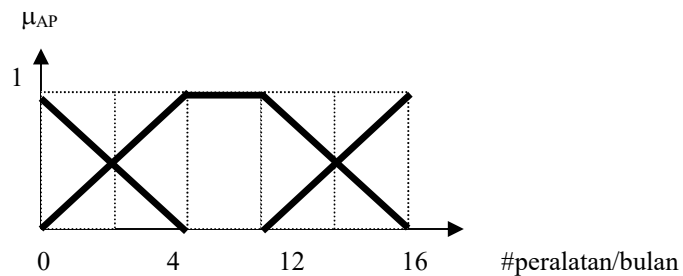
Untuk mempresentasikan variabel aliran bahan digunakan kurva bentuk trimf untuk himpunan *fuzzy* rendah dan tinggi sedangkan kurva bentuk tramf untuk himpunan *fuzzy* sedang. Secara grafis, himpunan ini disajikan pada gambar 2.



Gambar 2. Fungsi keanggotaan 'Aliran bahan'

**b. Variabel Aliran Peralatan**

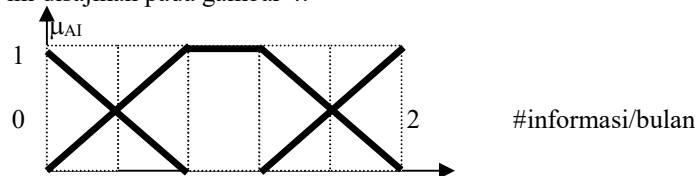
Untuk mempresentasikan variabel aliran peralatan digunakan kurva bentuk trimf untuk himpunan *fuzzy* rendah dan tinggi sedangkan kurva bentuk tramf untuk himpunan *fuzzy* sedang. Secara grafis, himpunan ini disajikan pada gambar 3 .



Gambar 3. Fungsi keanggotaan 'Aliran peralatan'

**c. Variabel Aliran Informasi**

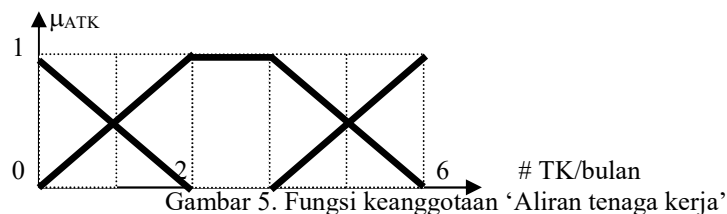
Untuk mempresentasikan variabel aliran informasi maka digunakan kurva bentuk trimf untuk himpunan *fuzzy* rendah dan tinggi sedangkan kurva bentuk tramf untuk himpunan *fuzzy* sedang. Secara grafis, himpunan ini disajikan pada gambar 4.



Gambar 4. Fungsi keanggotaan 'Aliran informasi'

**d. Variabel Aliran Tenaga Kerja**

Untuk mempresentasikan variabel aliran tenaga kerja maka digunakan kurva bentuk trimf untuk himpunan *fuzzy* rendah dan tinggi sedangkan kurva bentuk tramf untuk himpunan *fuzzy* sedang. Secara grafis, himpunan ini disajikan pada gambar 5.

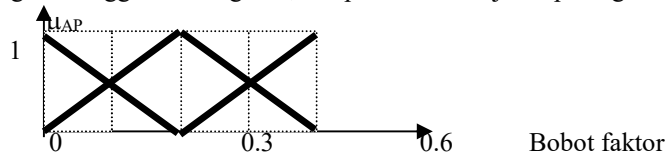


Gambar 5. Fungsi keanggotaan 'Aliran tenaga kerja'

**e. Variabel Bobot Faktor**

Untuk mempresentasikan bobot faktor (FB) menggunakan kurva bentuk trimf untuk himpunan *fuzzy*

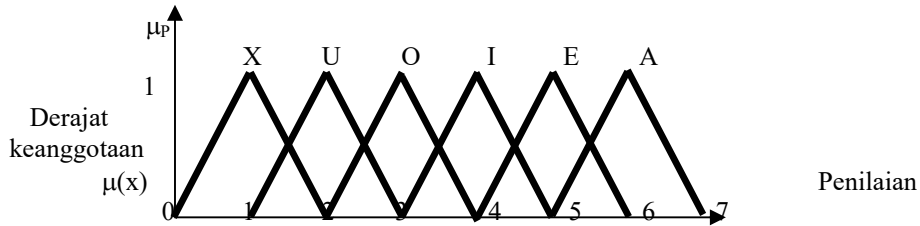
rendah, sedang dan tinggi. Secara grafis, himpunan ini disajikan pada gambar 6.



Gambar 6. Fungsi keanggotaan ‘Bobot faktor’

**f. Variabel Penilaian**

Untuk mempresentasikan penilaian (P) yang merupakan output *fuzzy* menggunakan kurva bentuk trimf untuk himpunan *fuzzy* X, U, O, I, E, dan A. Secara grafis, himpunan ini disajikan pada gambar 7.



Gambar 7. Fungsi Keanggotaan ‘Penilaian Kedekatan’

**4.1.3. Menetapkan Aturan-aturan**

Untuk mengendalikan jumlah total aturan maka digunakan persamaan sebagai berikut:

$$K = \sum_{j=1}^m \left( \prod_{i=1}^n L_i \right) = \sum_{j=1}^4 (3 \times 3) = 9 + 9 + 9 + 9 = 36 \text{ aturan}$$

dimana:

- K = jumlah total aturan yang dibutuhkan dalam mengendalikan sistem
- m = 4 yaitu AB, AP, AI dan ATK
- n = 2 (misal AB dengan bobot faktor (FB))
- L = 3 (Rendah, sedang dan tinggi)

Penetapan aturan ini berdasarkan pendapat pengambil keputusan dan data kuantitas aliran. Aturan-aturan ini dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 2. IF Aliran bahan AND faktor pembobotan THEN Penilaian

AB	FB		
	Rendah	Sedang	Tinggi
Rendah	U	O	I
Sedang	I	I	E
Tinggi	I	E	A

Tabel 3. IF Aliran peralatan AND faktor pembobotan THEN Penilaian

AP	FB		
	Rendah	Sedang	Tinggi
Rendah	U	O	I
Sedang	O	I	I
Tinggi	I	I	E

Tabel 4. IF Aliran informasi AND faktor pembobotan THEN Penilaian

AI	FB		
	Rendah	Sedang	Tinggi
Rendah	O	O	I
Sedang	O	I	E
Tinggi	I	E	A

Tabel 5. IF Aliran tenaga kerja AND faktor pembobotan THEN Penilaian

ATK	FB		
	Rendah	Sedang	Tinggi



Rendah	O	O	I
Sedang	O	I	E
Tinggi	I	E	A

#### 4.1.4. Hasil Defuzzifikasi

Proses defuzzifikasi merupakan nilai solusi yang tegas dari sistem yang tidak pasti. Proses *defuzzifikasi* menggunakan metode Center Of Area (COA) adalah mengkombinasikan nilai keanggotaan yang minimum dengan penilaian yang diberikan dari masing-masing faktor.

Misalkan: hasil defuzzifikasi departemen 1 (gudang) dengan 2 (potong) maka diperoleh hasil:

$$R_{1-2} = \frac{(0.76 * 6) + (0.67 * 4) + (0.50 * 5) + (0.88 * 4)}{(0.76 + 0.67 + 0.50 + 0.88)} = 4.54$$

Berdasarkan variabel penilaian *fuzzy*, dikatakan tidak diharapkan nilainya antara 0 sampai 2, tidak diperlukan nilainya antara 1 sampai 3, biasa nilainya antara 2 sampai 4, penting nilainya antara 3 sampai 5, sangat penting 4 sampai 6 dan mutlak nilainya 5 sampai 7.

Berdasarkan variabel penilaian *fuzzy*, dikatakan tidak diharapkan nilainya antara 0 sampai 2, tidak diperlukan nilainya antara 1 sampai 3, biasa nilainya antara 2 sampai 4, penting nilainya antara 3 sampai 5, sangat penting 4 sampai 6 dan mutlak nilainya 5 sampai 7. Dari pengolahan *fuzzy* tersebut, diperoleh informasi mengenai departemen 1-2 dalam tata letak, menunjukkan bahwa:

- Faktor Aliran bahan (AB) mempunyai nilai 2300 yang termasuk himpunan bagian *fuzzy* tinggi dengan nilai keanggotaan 0.89. Sedangkan faktor pembobotan mempunyai nilai bobot 0.44 termasuk himpunan bagian *fuzzy* tinggi dengan nilai keanggotaan 0.76. Demikian, P (penilaian) termasuk mutlak (=6).
- Faktor Aliran Peralatan (AP) mempunyai nilai 4 yang termasuk himpunan bagian *fuzzy* sedang dengan nilai keanggotaan 0.67. Sedangkan faktor pembobotan mempunyai nilai bobot 0.22 termasuk himpunan bagian *fuzzy* sedang dengan nilai keanggotaan 0.88. Demikian penilaian termasuk penting (= 4).
- Faktor Aliran informasi (AI) mempunyai nilai 10 yang termasuk himpunan bagian *fuzzy* tinggi dengan nilai keanggotaan 0.50. Sedangkan faktor pembobotan mempunyai nilai bobot 0.11 termasuk himpunan bagian *fuzzy* rendah dengan nilai keanggotaan 0.56. Demikian penilaian termasuk sangat penting (= 5).
- Faktor Aliran Tenaga Kerja (ATK) mempunyai nilai 3 yang termasuk himpunan bagian *fuzzy* sedang dengan nilai keanggotaan 1.00. Sedangkan faktor pembobotan mempunyai nilai bobot 0.22 termasuk himpunan bagian *fuzzy* sedang dengan nilai keanggotaan 0.88. Demikian penilaian termasuk penting (= 4).

Proses ini dilakukan untuk semua pasangan departemen. Dan dalam aplikasi aturan yang dibuat perancang ditulis sebagai berikut:

Aturan 1: if AB is TINGGI and FB is TINGGI then P (PENILAIAN) is A (Mutlak);

Aturan 2: if AP is SEDANG and FB is SEDANG then P (PENILAIAN) is I (Penting);

Aturan 3: if AI is TINGGI and FB is RENDAH then P (PENILAIAN) is I (Penting);

Aturan 4: if ATK is SEDANG and FB is SEDANG then P (PENILAIAN) is I (Penting);

Untuk memperoleh nilai *crisp* dalam penyusunan *ARC*, maka operator 'AND' digunakan untuk memilih nilai minimal derajat keanggotaan dari masing-masing aturan. Untuk departemen 1-2 diperoleh aturan ke-1 termasuk nilai derajat keanggotaan 0.76 dengan penilaian 6, aturan ke-2 termasuk dalam nilai derajat keanggotaan 0.67 dengan penilaian 4, sedangkan aturan ke-3 termasuk dalam nilai derajat keanggotaan 0.50 dengan penilaian 5, dan terakhir aturan ke-4 termasuk dalam nilai derajat keanggotaan 0.88 dengan penilaian 4. Sehingga diperoleh nilai *crisp* untuk departemen 1 (gudang) dengan departemen 2 (potong) adalah 4.54. Proses ini dilakukan untuk semua pasangan departemen.

#### 4.1.5. Penyusunan *ARC Fuzzy*

*ARC* modern merupakan *ARC* yang memiliki nilai *crisp* (tegas) atau *nonfuzzy* (tidak samar) dibandingkan *ARC* tradisional, karena *ARC* ini mampu mengolah data baik secara kualitatif maupun kuantitatif secara bersama-sama. Nilai *crisp* ini diperoleh dari proses defuzzifikasi (lampiran 3). Nilai-nilai

ini memudahkan dalam penyusunan *ARC* modern. Proses penempatannya dalam *ARC* dimulai dengan nilai defuzzifikasi tertinggi sampai nilai defuzzifikasi terendah sehingga semua ditempatkan. Hasil penyusunan *ARC* ini disajikan pada gambar 8.

Dept.	Area	Dept. #	6	5	4	3	2	1
Gudang	96,00	1	3.58	3.00	3.00	4.11	4.54	-
Potong	20,50	2	3.38	3.00	3.00	4.67		
Persiapan	40,00	3	3.33	3.00	4.35	-		
Produksi	157,50	4	3.43	4.00	-			
Packing	46,50	5	3.79	-				
Kantor	75,00	6	-					

Gambar 8. *ARC* Modern

Penyusunan *ARC* tradisional menggunakan data secara kualitatif. Sehingga nilai *crisp ARC* tradisional menghasilkan 6 (mutlak) bagi departemen 1-2, 4 (penting) bagi departemen 1-3, 2 (tidak perlu) bagi departemen 1-4, 2 (tidak perlu) bagi departemen 1-5, 4 (penting) bagi departemen 1-6, 5 (sangat penting) bagi departemen 2-3, 2 (tidak perlu) bagi departemen 2-4, 2 (tidak perlu) bagi departemen 2-5, 3 (biasa) bagi departemen 2-6, 5 (sangat penting) bagi departemen 3-4, 2 (tidak perlu) bagi departemen 3-5, 3 (biasa) bagi departemen 3-6, 4 (penting) bagi departemen 4-5, 3 (biasa) bagi departemen 4-6, 4 (penting) bagi departemen 5-6. Sedangkan penyusunan *ARC* modern menggunakan data kualitatif dan kuantitatif secara bersamaan. Sehingga nilai *crisp ARC* modern menghasilkan 4.54 bagi departemen 1-2, 4.11 bagi departemen 1-3, 3.00 bagi departemen 1-4, 3.00 bagi departemen 1-5, 3.58 bagi departemen 1-6, 4.67 bagi departemen 2-3, 3.00 bagi departemen 2-4, 3.00 bagi departemen 2-5, 3.38 bagi departemen 2-6, 4.35 bagi departemen 3-4, 3.00 bagi departemen 3-5, 3.33 bagi departemen 3-6, 4.00 bagi departemen 4-5, 3.43 bagi departemen 4-6, 3.79 bagi departemen 5-6.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam penelitian ini disimpulkan bahwa penilaian kedekatan aktivitas mempertimbangkan faktor aliran bahan, faktor aliran peralatan, faktor aliran informasi dan faktor aliran tenaga kerja. Ternyata semua faktor tersebut merupakan kebutuhan yang perlu direspon dalam penyusunan *ARC*. Dari penyusunan *ARC* tradisional menggunakan data secara kualitatif menghasilkan nilai *crisp* secara berturut-turut yaitu: 6, 4, 2, 2, 4, 5, 2, 2, 3, 5, 2, 3, 4, 3, dan 4. Sedangkan penyusunan *ARC* modern menggunakan data kualitatif dan kuantitatif secara bersamaan menghasilkan nilai *crisp* secara berturut-turut, yaitu: 4.54, 4.11, 3.00, 3.00, 3.58, 4.67, 3.00, 3.00, 3.38, 4.35, 3.00, 3.33, 4.00, 3.43, dan 3.79.

6. Namun pengujian distribusi-t yang diperoleh menunjukkan bahwa output (keluaran) model tidak jauh berbeda dengan output (keluaran) sistemnya yaitu  $0.889 < 2.048$

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Yu, X. Sun, W. D. Solvang, and X. Zhao, "Reverse logistics network design for effective management of medical waste in epidemic outbreaks: Insights from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in Wuhan (China)," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 17, no. 5, 2020, doi: 10.3390/ijerph17051770.
- [2] M. H. Kulkarni, S. G. Bhatwadekar, and H. M. Thakur, "A literature review of facility planning and plant layouts," *Int. J. Eng. Sci. Res. Technol.*, vol. 4, no. 3, 2015.
- [3] J. Guo, X. Wang, S. Fan, and M. Gen, "Forward and reverse logistics network and route planning under the environment of low-carbon emissions: A case study of Shanghai fresh food E-commerce enterprises," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 106, 2017, doi: 10.1016/j.cie.2017.02.002.
- [4] P. Pérez-Gosende, J. Mula, and M. Díaz-Madroñero, "Facility layout planning. An extended literature review," *International Journal of Production Research*, vol. 59, no. 12, 2021. doi: 10.1080/00207543.2021.1897176.
- [5] M. Peron, G. Fragapane, F. Sgarbossa, and M. Kay, "Digital facility layout planning," *Sustain.*, vol. 12, no. 8, 2020, doi: 10.3390/SU12083349.
- [6] A. Bathaei *et al.*, "Application of fuzzy analytical network process (ANP) and VIKOR for the assessment of green agility critical success factors in dairy companies," *Symmetry (Basel)*, vol. 11, no. 2, 2019, doi: 10.3390/sym11020250.
- [7] M. Arifin, "Genetic Algorithm Approach to Logistics Transportation and Distribution Problems: A

- Case Study of Parcel Delivery Services,” *OPSI*, vol. 14, no. 2, p. 122, Dec. 2021, doi: 10.31315/opsi.v14i2.4903.
- [8] Q. L. Lin and D. Wang, “Facility Layout Planning with SHELL and Fuzzy AHP Method Based on Human Reliability for Operating Theatre,” *J. Healthc. Eng.*, vol. 2019, 2019, doi: 10.1155/2019/8563528.
- [9] E. S. Lee and R. J. Li, “Comparison of fuzzy numbers based on the probability measure of fuzzy events,” *Comput. Math. with Appl.*, vol. 15, no. 10, 1988, doi: 10.1016/0898-1221(88)90124-1.
- [10] L. A. Zadeh, “Probability measures of Fuzzy events,” *J. Math. Anal. Appl.*, vol. 23, no. 2, 1968, doi: 10.1016/0022-247X(68)90078-4.
- [11] S. S. Goswami, “Outranking Methods: Promethee i and Promethee II,” *Found. Manag.*, vol. 12, no. 1, 2020, doi: 10.2478/fman-2020-0008.
- [12] D. Hall, W. Astuti, and E. F. Rini, “FAKTOR-FAKTOR PEMILIHAN LOKASI SHOPPING MALL DI KOTA SURAKARTA,” *Desa-Kota*, vol. 1, no. 2, 2019, doi: 10.20961/desa-kota.v1i2.12552.121-129.