

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar

2.1.1 Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan atau *artificial intelligence* merupakan salah satu bagian ilmu komputer yang membuat agar mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan manusia. Pada awal diciptakannya, komputer diciptakan sebagai alat hitung saja. Namun seiring dengan perkembangan zaman, maka peran komputer semakin mendominasi kehidupan umat manusia. Komputer tidak hanya digunakan sebagai alat hitung, lebih dari itu, komputer diharapkan dapat diberdayakan untuk mengerjakan segala sesuatu yang bisa dikerjakan manusia menurut Kusumadewi dan Purnomo (2010:1).

Menurut Budiharto dan Suhartono (2014: 2) *Artificial Intelligence* atau kecerdasan buatan merupakan bidang ilmu komputer yang mempunyai peran penting di era kini dan masa akan datang. Bidang ini telah berkembang sangat pesat di 20 tahun terakhir seiring dengan pertumbuhan kebutuhan akan perangkat cerdas pada industri dan rumah tangga. *Artificial Intelligence* mencakup bidang yang cukup besar. Mulai dari yang paling umum hingga yang khusus. Dari

learning atau *perception* hingga pada permainan catur, pembuktian teori matematika, menulis puisi, mengemudi mobil, dan melakukan diagnosa penyakit. *Artificial Intelligence* merupakan sebuah ilmu yang universal. Kata *intelligence* berasal dari bahasa latin *intelligo* yang berarti ‘saya paham’. Jadi, dasar dari *Intelligence* adalah kemampuan memahami dan melakukan aksi. Sebenarnya, kecerdasan buatan bermula dari kemunculan komputer sekitar tahun 1940an, meskipun sejarah perkembangannya dapat dilacak hingga zaman Mesir kuno. Pada masa sekarang, perhatian difokuskan pada kemampuan komputer untuk mengerjakan sesuatu yang dapat dilakukan oleh manusia. Dalam hal ini, komputer tersebut dapat meniru kemampuan kecerdasan dan perilaku manusia.

Mulloh dan Pitts pada tahun 1943 mengusulkan model matematis bernama *perceptron* dari *neuron* didalam otak menurut Budiharto dan Suhartono, (2014: 3). Mereka juga menunjukkan bagaimana neuron menjadi aktif seperti sakelar on-off. *Neuron* tersebut mampu belajar dan memberikan aksi berbeda terhadap waktu dari input yang diberikan. Sumbangan terbesar dibidang *artificial intelligence* diawali oleh tulisan dari Alan Turing pada tahun 1950 yang mencoba menjawab pertanyaan, “Dapatkah komputer berpikir?” dengan menciptakan *Turing Machine*. Paper Alan Turing pada tahun 1950 berjudul *Computing Machinery and Intelligence* mendiskusikan syarat sebuah mesin dianggap cerdas. Turing beranggapan bahwa jika mesin dapat dengan sukses berperilaku seperti manusia, maka mesin itu dapat dianggap cerdas. Pada akhir 1955, Newell dan Simon mengembangkan *The Logic Theorist* program AI pertama. Program ini mempresentasikan masalah sebagai model pohon, lalu penyelesaiannya dengan

memilih cabang yang akan menghasilkan kesimpulan terbenar. Program ini berdampak besar dan menjadi batu loncatan penting dalam mengembangkan bidang AI.

Menurut Budiharto dan Suhartono (2014: 4) Pada tahun 1956, John McCarthy dari Massachusetts Institute of Technology yang dianggap sebagai bapak AI, menyelenggarakan konferensi bertajuk *The Dartmouth Summer Research Project On Artificial Intelligence*. Konferensi ini bertujuan menarik bakat dan keahlian orang banyak untuk masuk kedalam dunia kecerdasan buatan. Konferensi Dartmouth mempertemukan para pendiri dalam dunia AI dan bertugas meletakkan dasar bagi masa depan mengembangkan serta penelitian AI. Definisi AI pada awalnya diusulkan oleh John McCarthy pada tahun 1955, yaitu : *The goal of AI is to develop machines that behave as though they were intelligent*. McCarthy mendefinisikannya sebagai, “AI merupakan cabang dari ilmu komputer yang berfokus kepada pengembangan komputer untuk dapat memiliki kemampuan dan berperilaku seperti manusia”. Untuk menguji definisi tersebut, anda dapat membayangkan sekelompok robot yang berjalan dan bergerak dengan berbagai macam manuver, namun tidak menabrak satu sama lain.

Pada tahun 1960 hingga 1970, muncul berbagai diskusi bagaimana komputer dapat meniru sedetail mungkin kemampuan otak manusia. Masa-masa tersebut dikategorikan sebagai *classical AI*. Pada tahun 1980, komputer semakin mudah diperoleh dengan harga yang lebih murah. Akibatnya berbagai riset dibidang kecerdasan buatan berkembang sangat pesat. Tabel 2.1 dibawah ini

merupakan rangkuman sejarah penting perkembangan bidang kecerdasan buatan menurut Budiharto dan Suhartono (2014: 5).

Tabel 2.1 Sejarah penting perkembangan bidang kecerdasan buatan

No	Tahun	Deskripsi
1	1206	Robot humanoid pertama karya Al-jazari
2	1796	Boneka penuang the dari Jepang bernama Karakuri
3	1941	Komputer elektronik pertama
4	1949	Komputer dengan program tersimpan pertama
5	1956	Kelahiran <i>Artificial Intelligence</i> pada <i>Dartmouth Conference</i>
6	1958	Bahasa LISP dibuat
7	1963	Penelitian intensif departemen pertahanan Amerika
8	1970	Sistem pakar pertaman diperkenalkan secara luas
9	1972	Bahasa prolog diciptakan
10	1986	Perangkat berbasis AI dijual luas mencapai \$425 juta
11	2010	System kecerdasan buatan untuk pesawat komersial BOEING 900-ER ramai digunakan
12	2011	Service robot untuk restoran berhasil dibuat di Indonesia
13	2012	System pakar Troubleshooting Komputer berbasis <i>Fuzzy</i> dan <i>Self Learning</i>
14	2012	Sistem imun pada deteksi spam diciptakan
15	2013	<i>Intelligence Telepresence</i> Robot diciptakan di Bina Nusantara University

Sumber: Budiharto dan Suhartono (2014: 5) Artificial Intelegence

Saat ini, hampir semua perangkat komputer dan perangkat elektronika canggih menerapkan kecerdasan buatan. Dimasa yang akan datang, diperkirakan semua perangkat elektronik dan komputer menjadi jauh lebih cerdas dengan bekal metode kecerdasan buatan. Terdapat istilah *intelligent agent* sebagai sesuatu yang dapat melihat lingkungan melalui sensor dan beraksi terhadap lingkungan melalui *actuator*, *goal robot*, beberapa jenis kategori *intelligent agent* adalah *reflex agent*, *goal based agent*, dan *utility based agent*. Agent ini memiliki reaksi yang berbeda

dalam menanggapi *perception* yang masuk menurut Budiharto dan Suhartono (2014: 6).

2.1.1.1 Sistem Pakar

Sistem Pakar (*Expert System*) adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer, agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti yang biasa dilakukan oleh para ahli Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2010: 109). Sistem pakar yang baik dirancang agar dapat menyelesaikan suatu permasalahan tertentu dengan meniru kerja dari para ahli. Dengan system pakar ini, orang awampun dapat menyelesaikan masalah yang cukup rumit yang sebenarnya hanya dapat diselesaikan dengan bantuan para ahli. Bagi para ahli, sistem pakar ini juga akan membantu aktivitasnya sebagai asisten yang sangat berpengalaman.

Menurut Yuwono (2010: 42) Keahlian (*expertise*) adalah suatu kelebihan penguasaan pengetahuan dibidang tertentu yang diperoleh dari pelatihan, membaca atau pengalaman. Pengetahuan tersebut memungkinkan para ahli untuk dapat mengambil keputusan lebih cepat dan lebih baik dari pada seseorang yang bukan ahli. Pakar (*Expert*) adalah seseorang yang mampu menjelaskan suatu tanggapan, mempelajari hal-hal yang baru seputar topik permasalahan (domain), menyusun kembali pengetahuan jika dipandang perlu, memecah aturan-aturan jika dibutuhkan, dan menentukan relevan tidaknya keahlian mereka Menurut.

Pengetahuan keahlian (*transferring expertise*) dari para ahli ke komputer untuk kemudian dialihkan lagi ke orang lain yang bukan ahli, hal inilah yang merupakan tujuan utama dari sistem pakar. Menurut Yuwono (2010: 42) Proses ini membutuhkan 4 aktivitas yaitu:

1. Tambahan pengetahuan (dari para ahli atau sumber-sumber lainnya)
2. Representasi pengetahuan (ke komputer)
3. *Inferensi* pengetahuan
4. Dan pengalihan pengetahuan ke user

Pengetahuan yang disimpan di komputer disebut dengan nama basis pengetahuan. Ada dua pengetahuan, yaitu fakta dan prosedur (biasanya berupa aturan).

Menurut Yuwono (2010: 42) Salah satu fitur yang harus dimiliki oleh sistem pakar adalah kemampuan untuk menalar, jika keahlian-keahlian sudah tersimpan sebagai basis pengetahuan dan sudah tersedia program yang mampu mengakses basis data, maka komputer harus dapat diprogram untuk membuat inferensi. Proses inferensi ini dikemas dalam bentuk motor inferensi (*inference engine*). Sebagian besar sistem pakar komersial dibuat dalam bentuk *rule based systems*, yang mana pengetahuan disimpan dalam bentuk aturan-aturan. Aturan tersebut biasanya berbentuk *IF-THEN*. Fitur lainnya dari sistem pakar adalah kemampuan untuk memberikan nasehat atau merekomendasi. Kemampuan inilah yang membedakan sistem pakar dengan sistem konvensional.

2.1.1.2 Jaringan Saraf Tiruan

Menurut Suyanto (2014:169) Jaringan Syaraf Tiruan atau disingkat JST merupakan salah satu upaya manusia untuk memodelkan cara kerja atau fungsi system syaraf manusia dalam melaksanakan tugas tertentu. pemodelan ini didasari oleh kemampuan otak manusia dalam mengorganisasikan sel-sel penyusunan yang disebut *Neuron* hingga mampu melaksanakan tugas-tugas tertentu, khususnya pengenalan pola dengan efektifitas yang sangat tinggi.

Menurut Suyanto (2014: 170) Kecepatan sebuah *neuron* manusia dalam memproses suatu kejadian jauh lebih lambat bila dibandingkan dengan kecepatan gerbang logika *silicon*. Sebuah neuron memerlukan waktu 10^{-3} detik (1 milisecond) untuk memproses suatu kejadian sedangkan gerbang logika *silicon* hanya membutuhkan waktu 10^{-9} (1 nanosecond). Namun karna kemampuan system syaraf manusia yang sangat baik dalam mengorganisir kurang lebih 100 milyar *neuron* penyusunannya, maka kecepatan operasi secara keseluruhan yang dapat dicapai oleh sistem jaringan syaraf manusia menjadi lebih cepat daripada kecepatan komputer yang paling cepat saat ini. Alexander dan Morton mendefinisikan JST.

Menurut Suyanto (2014: 170) JST adalah prosesor tersebar paralel (*parallel Distribution Processor*) yang sangat besar yang memiliki kecenderungan untuk menyimpan pengetahuan yang bersifat pengalaman dan membuatnya siap untuk digunakan. JST menyerupai otak manusia dalam 2 hal, yaitu: pengetahuan diperoleh jaringan melalui proses belajar; kekuatan hubungan antar sel syaraf (*neuron*) yang dikenal sebagai bobot-bobot *sinaptik* digunakan untuk menyimpan

pengetahuan. JST mempunyai struktur tersebar paralel yang sangat besar dan mempunyai kemampuan belajar, sehingga bisa melakukan *generalitiation* atau diterjemahkan sebagai generalisasi, yaitu bisa menghasilkan output yang benar untuk input yang belum pernah dilatihkan. Dengan kedua kemampuan pemrosesan informasi ini, JST mampu menyelesaikan masalah-masalah yang sangat kompleks.

2.1.2 Fuzzy Logic

Menurut Budiharto dan Suhartono (2014: 151) *Fuzzy Logic* memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 (nol) hingga 1(satu), berbeda dengan logika digital atau diskrit yang hanya memiliki 2 nilai yaitu 1 (satu) atau 0 (nol). *Logika Fuzzy* digunakan untuk menerjemahkan suatu besaran yang diekspresikan menggunakan bahasa (*linguistic*). Misalnya, besaran kecepatan laju kendaraan yang diekspresikan dengan pelan, agak cepat, cepat, dan sangat cepat. *Fuzzy logic* dapat mengolah nilai yang tidak pasti berupa batasan, seperti “sangat”, “sedikit”, dan “kurang lebih”. Manusia dapat dengan mudah mengartikan kalimat “saya pergi sebentar saja”, mungkin sebentar bisa selama 4 atau 5 menit. Komputer tidak mengerti nilai asli dari kata “sebentar”. Dengan *Fuzzy logic*, komputer dalam mengolah ketidakpastian tersebut dapat digunakan untuk memutuskan sesuatu yang membutuhkan kepintaran manusia dalam penalaran.

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2010: 153) *Logika fuzzy* adalah suatu cara untuk memetakan suatu ruang input kedalam suatu ruang output. Dengan logika *fuzzy* sesuatu yang dapat memiliki nilai diantara range 0 dan 1. “*fuzzy*”

berarti kabur atau samar. Logika fuzzy adalah *logika multivalued* yang memungkinkan untuk mendefinisikan nilai menengah diantara 2 logika atau evaluasi konvensional yang berbeda, seperti benar atau salah, iya atau tidak, tinggi atau rendah, panas atau dingin, dan lain-lain. Oleh karena itu logika ini disebut logika samar. Sehingga dalam teori *fuzzy* sesuatu dapat bernilai salah atau benar secara bersamaan.

Menurut Suyanto (2014: 103) *Logika fuzzy* adalah suatu jenis logik yang bernilai ganda dan berhubungan dengan ketidakpastian dan kebenaran parsial. Seperti pernah dibahas pada proposional logic dan first order logic, objek dasar dari suatu logik adalah proposion (proposisi) atau pertanyaan yang menyatakan suatu fakta.

2.1.2.1 Himpunan Fuzzy

Menurut Budiharto dan Suhartono (2014: 154) himpunan *fuzzy* adalah kumpulan prinsip matematika sebagai penggambaran pengetahuan berdasarkan derajat keanggotaan daripada menggunakan derajat rendah dari logika biner klasik. Sebuah himpunan *fuzzy* adalah sebuah himpunan yang mengandung elemen-elemen derajat keanggotaan yang bervariasi dalam himpunan-himpunan. Ini berlawanan dengan himpunan klasik karena anggota dari sebuah himpunan klasik tidak mungkin menjadi anggota kecuali memiliki derajat keanggotaan penuh dalam himpunan.

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2010: 156) pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item x dalam suatu himpunan A , yang sering ditulis dengan $\mu_A[x]$, memiliki 2 kemungkinan, yaitu:

1. Satu (1) yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan.
2. Nol (0) yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2010: 158) Kalau pada himpunan *crisp*, nilai keanggotaan hanya ada 2 kemungkinan, yaitu 0 dan 1, pada himpunan *fuzzy* nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1. Apabila x memiliki nilai keanggotaan *fuzzy* $\mu_A[x]=0$ berarti x tidak menjadi anggota himpunan A , demikian pula apabila x memiliki nilai keanggotaan *fuzzy* $\mu_A[x]=1$ berarti x menjadi anggota penuh pada himpunan A . Terkadang kemiripan antara keanggotaan *fuzzy* dengan probabilitas menimbulkan kerancuan. Keduanya memiliki nilai pada interval $[0,1]$, namun *interpretasi* nilainya sangat berbeda antara kedua kasus tersebut. Keanggotaan *fuzzy* memberikan suatu ukuran terhadap pendapat atau keputusan, sedangkan *probabilitas* mengindikasikan proporsi terhadap keseringan suatu hasil bernilai benar dalam jangka panjang.

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2010: 158) Himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut, yaitu:

1. *Linguistik*, yaitu penamaan suatu grup yang memiliki suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa, seperti: muda, parobaya, tua.

2. *Numeris*, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel : 5, 10, 15, dan seterusnya.

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2010: 158) Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami himpunan *fuzzy*, yaitu:

- a. Variabel *fuzzy*

Variabel *fuzzy* merupakan suatu lambang atau kata yang menunjuk kepada suatu yang tidak tertentu dalam sistem *fuzzy*. Contoh: umur, temperatur, dan permintaan.

- b. Himpunan *fuzzy*

Himpunan *fuzzy* merupakan suatu kumpulan yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. Contoh: variabel umur terbagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu: muda, parobaya, tua, variabel, dan temperatur terbagi menjadi 5 himpunan *fuzzy*, dingin, sejuk, normal, hangat, dan panas.

- c. Semesta pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri kekanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya.

- d. Domain

Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan *real* yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri kekanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

2.1.2.2 Fungsi Keanggotaan

Fungsi Keanggotaan dalam penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah untuk menghitung nilai x .

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi Menurut Kusummadewi dan Purnomo (2010: 160).

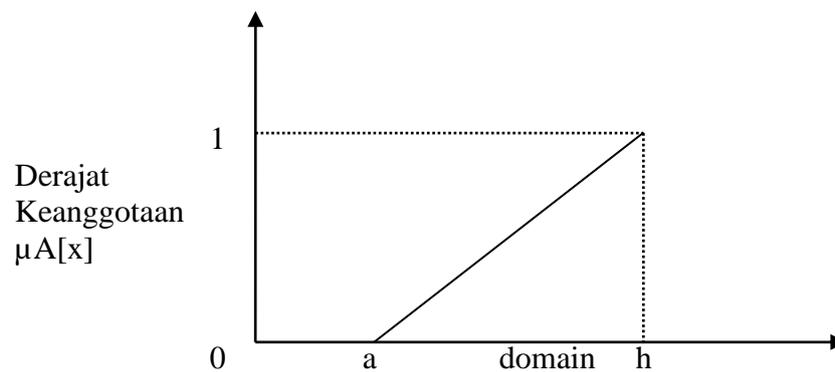
Kusummadewi dan Purnomo (2010: 160) Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan, yaitu:

1. Representasi Linear

Pada *representasi linear*, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas.

Ada 2 keadaan himpunan *fuzzy* yang linear:

- a. Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak kekanan menuju kenilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.



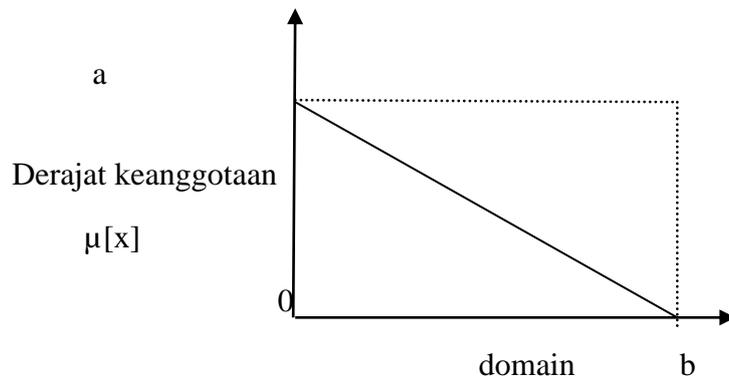
Gambar 2.1 Representasi Linear Naik

Fungsi keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} (b-x)/(b-a) & ; a \leq x \leq b \\ 0 & ; x \geq b \end{cases}$$

Rumus 2.1 Representasi Linear Naik

- b. Kedua, merupakan kebalikan yang pertama. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.



Gambar 2.2 Representasi Linear Turun

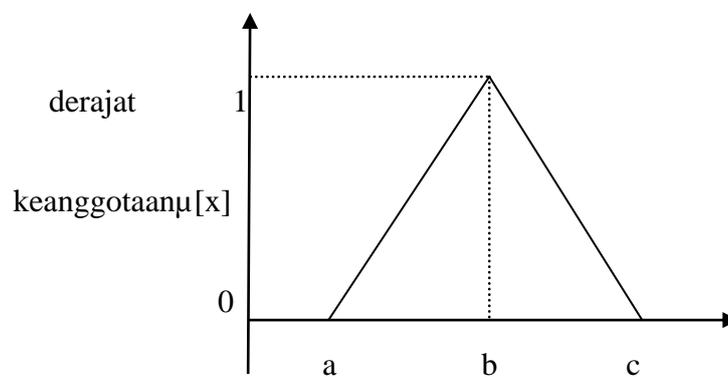
Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} (b - x) / (b - a); & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases}$$

Rumus 2.2 Representasi Linear Turun

2. Representasi Kurva Segitigaasi

Representasi kurva segitiga, pada dasarnya adalah gabungan antara dua *representasi linear* (*representasi linear* naik dan *representasi linear* turun).



Gambar 2.3 Representasi Kurva Segitiga

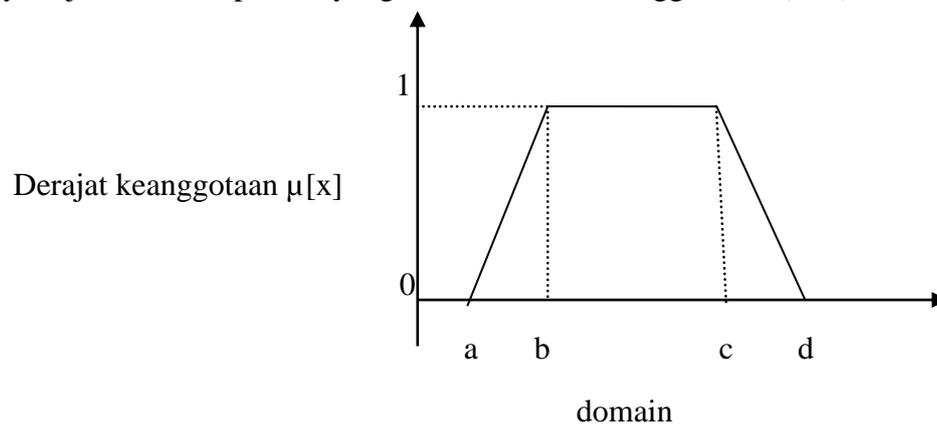
Fungsi keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ (x - a) / (b - a); & a \leq x \leq b \\ (B - x) / (c - b); & b \leq x \leq c \end{cases}$$

Rumus 2.3 Representasi Kurva Segitiga

3. Representasi Kurva Trapezium

Representasi kurva trapezium pada dasarnya seperti bentuk kurva segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1 (satu).



Rumus 2.4 Representasi Kurva Trapezium

Fungsi keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ (x - a) / (b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ (d - x) / (d - c); & c \leq x \leq d \end{cases}$$

Rumus 2.4 Kurva Trapezium

4. Representasi Kurva-S

Kurva pertumbuhan dan penyusutan merupakan kurva-S atau *sigmoid* yang berhubungan dengan kenaikan dan penurunan permukaan secara tak linear.

Kurva-S untuk pertumbuhan akan bergerak dari sisi paling kiri (nilai keanggotaan = 0) ke sisi paling kanan (nilai keanggotaan = 1). Fungsi keanggotaannya akan tertumpu pada 50% nilai keanggotaannya yang sering disebut dengan titik *infleksi*.

Kurva-S untuk penyusutan akan bergerak dari sisi paling kanan (nilai keanggotaan = 1) ke sisi paling kiri (nilai keanggotaan = 0) seperti terlihat pada gambar 2.6

2.1.2.3 Operator Dasar Zadeh

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2010: 176) ada beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasikan dan memodifikasi

himpunan *fuzzy*. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi 2 himpunan sering dikenal dengan nama fire strength atau α -predikat.

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2010: 176) Ada 3 operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh, yaitu:

1. Operator AND

Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

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

Rumus 2.5 Operator AND

2. Operator OR

Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antara elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan

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

Rumus 2.6 Operator OR

3. Operator NOT

Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangkan nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1.

$$\mu' = 1 - \mu A[x]$$

Rumus 2.7 Operator NOT

2.1.2.4 Sistem Inferensi Fuzzy

Inferensi hubungannya dengan penelitian yang dilakukan oleh peneliti adalah untuk proses evaluasi aturan fuzzy untuk mendapatkan output dari setiap aturan. Masing-masing aturan memberikan nilai yang sesuai dengan input yang telah diberikan.

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2010: 180) secara umum sistem *inferensi fuzzy (fuzzy inference system)* dibagi atas 3 metode yaitu: metode Tsukamoto, metode Mamdani, dan metode Sugeno. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode mamdani.

2.1.2.4.1 Metode Tsukamoto

Metode Tsukamoto merupakan perluasan dari penalaran monoton. Pada metode Tsukamoto, setiap konsekuaen pada aturan yang berbentuk *IF-Then* harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan α -predikat (*fire strength*). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot Menurut kusumadewi dan Purnomo (2010: 180).

2.1.2.4.2 Metode Mamdani

Metode Mamdani juga sering dikenal dengan nama metode *Max-Min* Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2010: 186). metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2010: 186) Untuk mendapatkan output diperlukan 4 tahapan:

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*

Pada Metode Mamdani, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.

2. Aplikasi fungsi *implikasi*

Pada Metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah *Min*.

3. Komposisi Aturan

Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan.

Ada 3 metode, yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy*, yaitu: *max*, *additive* dan *probabilistic OR* (*probor*).

a. Metode Max (Maximum)

Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai maximum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah *fuzzy*, dan mengaplikasikannya ke output dengan menggunakan operator *OR* (union). Jika semua propposisi telah dievaluasi, maka output akan berisi suatu himpunan *fuzzy* yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proposisi. Secara umum dapat dituliskan :

$$\mu_{sf} [x_i] \leftarrow \max (\mu_{sf} [x_i], \mu_{kf}[x_i])$$

Rumus 2.8 Metode Max

dengan :

$\mu_{sf} [x_i]$ = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-I;

$\mu_{kf}[x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-I;

misalkan ada 3 aturan (proposisi) sebagai berikut :

[R1] = IF Biaya produksi RENDAH And permintaan NAIK

THEN Produksi Barang Bertambah

[R2] = IF biaya produksi STANDAR

THEN Produksi Barang NORMAL

[R3] = IF Biaya Produksi Tinggi And Permintaan TURUN

THEN Produksi Barang BERKURANG;

Proses inferensi dengan menggunakan metode Max dalam melakukan komposisi aturan. Apabila digunakan fungsi implikasi *MIN*, maka metode komposisi ini sering disebut dengan nama *MAX-MIN* atau *MIN-MAX* atau MAMDANI.

b. Metode Additive (Sum)

Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan *Bounded-sum* terhadap semua output daerah *fuzzy*.

4. Penegasan (*defuzzy*)

Input dari proses *defuzzifikasi* adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai output.

2.1.2.4.3 Metode Sugeno

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2010: 181) penalaran dengan metode sugeno hampir sama dengan penalaran mamdani, hanya saja output (konsekuaen) sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konsanta atau persamaan linear. Metode ini sering juga dinamakan dengan metode Takagi-Sugeno Kang.

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2010: 181) Metode Takagi-Sugeno Kang terdiri dari dua jenis, yaitu:

1. Model Fuzzy Sugeno Orde-Nol

Secara umum bentuk model fuzzy sugeno Orde-Nol adalah:

$$\text{IF } (X_1 \text{ is } A_1) \text{ o } (X_2 \text{ is } A_2) \text{ o } (X_3 \text{ is } A_3) \text{ o} \dots \text{O } (X_N \text{ is } A_N) \text{ THEN } z = k$$

Rumus 2.9 Orde-Nol

Dengan A_i adalah himpunan *fuzzy* ke- i sebagai anteseden, dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.

2. Model fuzzy Sugeno Orde-Satu

Secara umum bentuk model *fuzzy* sugeno orde-Satu adalah:

$$\text{IF } (X_1 \text{ is } A_1) \text{ o} \dots \text{oo } (X_N \text{ is } A_N) \text{ THEN } z = P_1 * X_1 + \dots + P_N * X_N + q$$

Rumus 2.10 Orde-Satu

Dari tiga metode logika *fuzzy* diatas, oleh karena itu peneliti menggunakan dengan metode Mamdani.

2.1.3 Rumah Susun

Menurut Penelitian Syafitri, dkk (2015: 1) Rumah Susun dapat diartikan sebagai bangunan gedung bertingkat yang dibangun dalam suatu lingkungan yang terbagi dalam bagian-bagian yang distrukturkan secara fungsional dalam arah horizontal maupun vertical dan merupakan satuan-satuan yang masing-masing dapat dimiliki dan digunakan secara terpisah terutama untuk tempat hunian yang dilengkapi dengan bagian bersama, benda bersama dan tanah bersama.

Menurut Penelitian Randy (2013: 99) Istilah Rumah Susun Kondominium merupakan istilah yang dikenal dalam system hukum Negara Italia. Kondominium terdiri atas dua suku *Con* yang berarti bersama-sama dan *dominum* berarti pemilikan. Rumah Susun adalah bangunan gedung bertingkat yang dibangun dalam suatu lingkungan yang terbagi dalam bagian-bagian yang distrukturkan secara fungsional dalam arah horizontal maupun vertical dan merupakan satuan-satuan yang digunakan secara terpisah, terutama untuk tempat hunian yang dilengkapi dengan bagian bersama, benda bersama, dengan atau tanpa tanah bersama. Rumah Susun harus memenuhi syarat-syarat minimum seperti rumah biasa yakni dapat menjadi tempat berlindung, member rasa aman, menjadi wadah sosialisasi, dan memberikan suasana harmonis. Pembangunan rumah susun diarahkan untuk mempertahankan kesatuan komunitas kampung asalnya. Pembangunannya diprioritaskan pada lokasi di atas bekas kampung kumuh dan sasaran utamanya adalah penghuni kampung kumuh itu sendiri yang mayoritas penduduknya berpenghasilan rendah. Mereka diprioritaskan untuk dapat membeli

atau menyewa rumah susun tersebut secara kredit atau angsuran ringan (Peraturan Pemerintah RI No.4/1988).

2.2 Variabel

Variabel adalah segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulannya Menurut Sugiyono (2014: 4).

Menurut Alma (2007: 169) tentang kebijaksanaan harga (*price policies*). Pemerintah memiliki peranan sangat penting dalam menetapkan harga jual suatu barang dan hasil dari wawancara peneliti kepada pengelola Rusunawa Muka Kuning Batam untuk dijadikan variabel adalah:

1. Harga kamar perlantai

Tarif Rusunawa pemko Batam berdasarkan peraturan daerah kota Batam No.3 tahun 2011 dihitung per ruangan per bulan.

1. Lantai I harga sewa/orang Rp.240.000
2. Lantai II harga sewa/orang Rp.225.000
3. Lantai III harga sewa/orang Rp.210.000
4. Lantai IV harga sewa/orang Rp.195.000

2. Posisi Kamar

Posisi kamar pada Rusunawa muka kuning berbeda-beda tergantung pada posisi kamar yang dipilih berdasarkan tingkat lantai semakin tinggi maka harga kamar akan semakin murah.

3. Kondisi Dapur

Kondisi dapur dilihat dari segi keadaan dapur yang ada pada setiap kamar yang ada di Rusunawa Muka Kuning.

4. Kondisi Toilet

Kondisi toilet dilihat dari segi keadaan toilet yang ada pada setiap toilet yang ada pada setiap kamar yang ada di Rusunawa Muka Kuning.

2.3 Software Pendukung

2.3.1 Matlab

Menurut Peranginangin, Kasiman (2006:1) Matlab adalah sebuah bahasa *high-peformance* untuk komputasi teknis. Matlab merupakan singkatan dari *Matrix Laboratory*. Matlab mengintegrasikan perhitungan, visualisasi, dan pemograman dalam suatu lingkungan yang mudah digunakan dimana permasalahan dan solusi dinyatakan dalam notasi secara matematis yang dikenal umum. Pertama, matlab dapat digunakan sebagai kalkulator ilmiah. Berikutnya

matlab memungkinkan anda untuk memvisualisasi data dalam berbagai cara, melakukan aljabar matriks, bekerja dengan *polynomial* dan fungsi integrasi. Seperti dalam sebuah kalkulator yang dapat diprogram, Anda dapat menciptakan, mengeksekusi, dan menyimpan urutan perintah sehingga memungkinkan komputasi dilakukan secara otomatis. Matlab dapat diperlakukan sebagai sebuah bahasa pemograman yang akrab pengguna, yang memungkinkan untuk menangani kalkulasi matematis dalam suatu cara yang mudah. Penggunaan matlab:

- a. Matematika dan komputasi
- b. Pengembangan algoritma
- c. Pengumpulan data
- d. Pemodelan, simulasi, dan *prototype*
- e. Analisis data, eksplorasi, dan visualiasi
- f. Rancang-bangun grafis
- g. Pengembangan aplikasi, termasuk membangun *Graphical User interface (GUI)*

Ringkasnya Matlab secara khusus dirancang untuk bekerja dengan sekumpulan data tertentu sebagai vector, matriks, dan gambar.

2.3.2 Cara Menggunakan Matlab

2.3.2.1 Memulai Matlab

Untuk memulai matlab dapat dilakukan dengan cara berikut:

Pilih **start**> **all program**> **matlab 7.04**> **Matlab7.04** atau klik ganda ikon shortcut matlab matlab 7.0.4 ink pada desktop windows anda Peranganing (2007: 2). Setelah ditunggu beberapa saat akan muncul desktop Matlab. Matlab membuat beberapa jendela pada layar dekstopnya, antara lain *Command Window*, *Workspace*, dan *Command History*, namun yang terpenting adalah jendela *Command Window*, yang merupakan tempat anda berinteraksi dengan matlab (misalnya memasukkan perintah dan menampilkan teks hasil). *String >>* merupakan prompt matlab atau string **EDU >>** untuk MATLAB Student Edition.

Ketika *Commnad Window* aktif, kursor akan muncul setelah prompt, menandakan bahwa matlab menunggu perintah yang anda berikan. Matlab akan merespons dengan mencetak teks dalam *Command Window* atau dengan menciptakan suatu *Figure Window* untuk grafik.

2.3.2.2 Mengakhiri Matlab

Untuk mengakhiri matlab dapat dilakukan dengan cara berikut:

Pilih **File >> exit matlab** atau menekan tombol **Ctrl+Q** pada *keyboard* atau Mengetikkan perintah **exit** atau **quit** pada *Command Window* diakhiri dengan **enter**.

2.4 Penelitian Terdahulu

Sebagai bahan pertimbangan dalam penelitian ini akan dicantumkan beberapa hasil penelitian terdahulu oleh beberapa peneliti yang diambil dari beberapa jurnal ilmiah, yaitu:

Menurut Penelitian Muthohar, Aris. (2016). **Implementasi Logika Fuzzy Mamdani pada Penilaian Kinerja Pelayanan Perawat**. Dalam melakukan peningkatan kualitas kinerja pelayan keperawatan pihak rumah sakit maupun puskesmas rawat inap banyak yang belum melibatkan pasien sehingga masih terdapat kekurangan-kekurangan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengukuran yang melibatkan pasien agar upaya peningkatan pelayanan keperawatan yang akan dilakukan dapat memenuhi harapan pasien. Penilaian tentang kinerja pelayanan keperawatan dapat berbeda-beda bagi setiap orang. Misalnya ada orang yang merasa cukup puas terhadap kinerja pelayanan keperawatan tertentu tetapi ada pula orang yang menilai kurang puas terhadap kinerja pelayanan yang sama. Pendekatan yang dipakai penulis untuk mengukur kinerja pelayanan perawat adalah *logika fuzzy mamdani*. *Fuzzy mamdani* merupakan salah satu metode yang yakni, lebih intuitif, diterima oleh banyak pihak, lebih cocok input yang diterima dari manusia bukan mesin. Metode tersebut akan coba penulis terapkan pada kasus *evaluasi* kinerja pelayanan perawat berdasarkan *tangability*, *Reliability*, *Responsiveness*, *Assurance*, dan *Empaty*. Dari variabel-variabel tersebut dihasilkan *defuzzyfikasi* yang merupakan output evaluasi kinerja didapatkan bilangan riil sebesar 84,9 yaitu merupakan keanggotaan dari domain himpunan bilangan *fuzzy* yang artinya variabel evaluasi kinerja sudah dapat dikatakan baik yaitu mencapai 84,9.

Menurut penelitian Randy, Muhammad. (2013). **Identifikasi kemampuan dan kemauan membayar sewa masyarakat berpenghasilan rendah terhadap rumah susun sederhana sewa dan factor-faktor yang mempengaruhinya.** Semakin terbatasnya lahan membuat harga lahan menjadi meningkat, terutama dipusat kota. Dengan keterbatasan lahan tersebut, pembangunan perumahan *vertikal* merupakan *alternatif* untuk dikembangkan karena lebih minim dalam penggunaan lahannya. Akan tetapi, rusunawa yang ditujukan untuk masyarakat berpenghasilan rendah, sering tidak tepat sasaran. Oleh karenanya, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi tingkat kemampuan dan kemauan membayar sewa masyarakat berpenghasilan rendah terhadap rusunawa dan factor-faktor yang mempengaruhi. Untuk mencapai tujuan tersebut, dilakukan analisis statik deskriptif dengan metode pengumpulan data kuesioner. Sementara untuk mengetahui hubungan antara karakteristik sosial ekonomi terhadap kemampuan membayar responden untuk membayar harga sewa Rusunawa Marunda adalah pendapatan keluarga perbulan, pendidikan pekerjaan, dan akses ketempat kerja.

Menurut penelitian Taufik, Hendra dan Yesi Arianti. (2013). **Analisis Kelayakan Ekonomi Rumah Susun Sederhana Sewa Pekanbaru.** Rumah susun merupakan salah satu cara untuk memenuhi perumahan. Kebutuhan perumahan akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk. Pembangunan rumah susun sederhana umumnya ditujukan bagi masyarakat berpenghasilan menengah kebawah. Penetapan harga sewa harus mempertimbangkan kemauan masyarakat tersebut. Tujuannya adalah mengkaji layak atau tidaknya proyek pembangunan rumah susun tersebut dibangun

berdasarkan analisa ekonomi sehingga dihasilkan suatu rekomendasi kepada pihak terkait. Indikator kelayakan investasi yaitu *NPV (Net Present Value)*, *BCR (Benefit Cost Ratio)*, *IRR (Internal Rate of Return)* dan *BEP (Break event point)* serta analisa sensitivitas. Hasil perhitungan biaya investasi pada penelitian ini menggunakan metode pendekatan perkiraan (*approximate estimates*) adalah Rp 22.315.717.450 dengan hasil analisa kelayakan investasi untuk semua parameter menunjukkan investasi tersebut layak untuk diteruskan karena pada tingkat suku bunga 12%, tingkat inflantasi pekanbaru sebesar 5,75% menunjukkan indicator kelayakan, yaitu nilai NPV positif, nilai BCR diatas 1 (satu) yakni 1,83. Nilai IRR dari 17,73% lebih besar dari 12% dan BEP 9 tahun 8 bulan lebih kecil dari konsesi proyek 25 tahun. Analisa sensitivitas untuk investasi Rp.14.266.365.531, sampai Rp.22.315.717.450, untuk benefit Rp.246.615.001.632, samapai menurun Rp.238.565.649.004, untuk biaya Rp.122.618.826.327, meningkat sampai Rp.130.668.178.246, untuk tingkat suku bunga meningkat dari 12% samapai 67,73%

Menurut Penelitian Rachmawati, dkk (2013) **Evaluasi harga sewa rusun Penjaringansari dan Siwalankerto**. Harga sewa ditetapkan pada sebuah rusun, seharusnya dapat menutup biaya operasional dan perawatan. Namun harga sewa rusun Penjaringansari dan Siwalankerto tidak bisa menutup biaya perawatan dan pemeliharaan. Tujuan tugas akhir ini adalah mengevaluasi harga sewa unit rusun Penjaringansari dan Siwalankerto dengan metode analisa titik impas dan meninjau subsidi serta alokasinya. Metode analisa titik impas digunakan untuk menetapkan harga sewa unit yang dapat mencapai kondisi impas antara total pengeluaran

dengan total pendapatan yang diterima. Dari perhitungan ini dapat diketahui harga sewa dinyatakan dalam per m^2 . Dari harga sewa per m^2 tersebut dapat ditentukan harga sewa masing-masing unit yang disewakan. Dari hasil perhitungan pada penelitian ini harga sewa unit yang dapat menutupi kebutuhan perawatan dan pemeliharaan adalah sebesar Rp 680.942.98 untuk Rusun Penjaringansari dan untuk rusun Siwalankerto antar Rp.629,526.92 – Rp.2,238,317.93. Dari harga sewa eksisting, subsidi untuk menutup biaya perawatan dan pemeliharaan adalah sebesar Rp.59,226,526.29 untuk rusun Penjaringansari sedangkan untuk rusun Siwalankerto sebesar Rp 218,996,215.22. Alokasi subsidi yang berpengaruh adalah gaji pegawai.

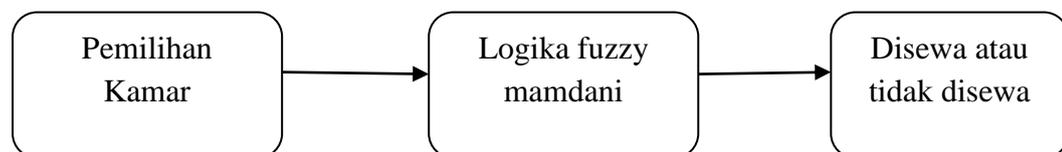
Menurut Estri dan Assegaf (2012) **Aplikasi fuzzy inference system metode mamdani untuk rekomendasi pemilihan bidang kajian pada mahasiswa program studi matematika unsoed**. Metode mamdani yang diaplikasikan untuk merekomendasikan pemilihan bidang kajian pada mahasiswa prodi matematika Unsoed. Tahapan metode mamdani meliputi *fuzzifikasi*, *aplikasi fungsi implikasi*, *komposisi aturan*, dan *defuzzifikasi*. Input *Fuzzifikasi* berupa nilai mata kuliah pendukung masing-masing bidang kajian. Aplikasi fungsi implikasi yang digunakan adalah *implikasi min*. Komposisi aturan disusun berdasarkan pada penilaian acuan patokan yang berlaku diprodi matematika Unsoed. Tahap *defuzzifikasi* memerlukan input berupa nilai angka mata kuliah pendukung masing-masing bidang kajian dan output berupa tingkat rekomendasi.

Berdasarkan tingkat rekomendasi yang diperoleh, mahasiswa diharapkan dapat memilih yang sesuai dengan mata kuliahnya.

2.5 Kerangka Pemikiran

Menurut Sugiyono (2014: 60) kerangka pemikiran adalah model konseptual tentang bagaimana teori berhubungan dengan berbagai factor yang telah diidentifikasi sebagai masalah yang penting. Kerangka berfikir yang baik akan menjelaskan secara teoritis pertautan antar variabel yang akan diteliti. Jadi secara teoritis perlu dijelaskan hubungan antar variabel indenpenden dan dependen. Bila dalam penelitian ada variabel moderator dan intervening. Maka juga perlu dijelaskan, mengapa variabel itu perlu dilibatkan dalam penelitian. Pertautan antar variabel tersebut, selanjutnya dirumuskan kedalam bentuk paradig penelitian. Oleh karena itu pada setiap penyusunan paradig penelitian harus didasarkan pada kerangka berfikir.

Berdasarkan judul penelitian peneliti, maka penulis membuat kerangka pemikiran dalam penelitian ini sebagai berikut:



Gambar 2.2 Kerangka pemikiran

Sumber: Data olahan

Dari kerangka pemikiran diatas dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pemilihan posisi kamar

Pemilihan posisi kamar ini akan dilihat dari variabel yaitu harga kamar per lantai, dan posisi kamar.

2. Logika fuzzy mamdani

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan logika fuzzy dengan metode mamdani untuk menganalisis dan pengambilan keputusan dalam pemilihan kamar

3. Disewa atau tidak disewa

Setelah data-data yang diolah menggunakan logika fuzzy metode mamdani, maka keputusan dapat dilihat kamar jadi disewa dan tidak disewa.