

**ANALISA PERBANDINGAN METODE MAMDANI, SUGENO
DAN TSUKAMOTO PADA *FUZZY INFERENCE SYSTEM*
UNTUK PENGURANGAN KONSUMSI ENERGI LISTRIK
PENDINGIN UDARA**

T E S I S

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Program Strata Dua (S2) Magister Komputer**



OLEH:

AEP SAEPULLAH

371 210 1116

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
PROGRAM PASCA SARJANA (S2) MAGISTER KOMPUTER
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA DAN KOMPUTER ERESHA
JAKARTA
2012**

PERSETUJUAN TESIS

Nama : Aep Saepullah
NPM : 3712101116
Konsentrasi : Rekayasa Perangkat Lunak
Judul tesis : Analisa Perbandingan Metode Mamdani, Sugeno Dan Tsukamoto Pada *Fuzzy Inference System* Untuk Pengurangan Konsumsi Energi Listrik Pendingin Udara

Telah disetujui untuk disidangkan pada Sidang Tesis pada Program Pasca Sarjana (S2) Magister Komputer, Program Studi Teknik Informatika Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Eresha.

Jakarta, 18 Juli 2012

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

(Romi Satria Wahono, B.Eng, M.Eng) (Dr. Rufman Iman Akbar E,MM,M.Kom)

Mengetahui:

Ketua
STMIK ERESHA

Direktur
Program Pasca Sarjana

(Ir. Damsirudin Siregar,MMT)

(Dr. Rufman Iman Akbar E,MM,M.Kom)

PENGESAHAN TESIS

Nama : Aep Saepullah
NPM : 3712101116
Konsentrasi : Rekayasa Perangkat Lunak
Judul tesis : Analisa Perbandingan Metode Mamdani, Sugeno Dan Tsukamoto Pada *Fuzzy Inference System* Untuk Pengurangan Konsumsi Energi Listrik Pendingin Udara

Telah disidangkan dan dinyatakan Lulus Sidang Tesis pada Program Pasca Sarjana (S2) Magister Komputer, Program Studi Teknik Informatika Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Eresha pada tanggal 18 Juli 2012.

Nama Penguji	Tanda Tangan
Romi Satria Wahono, B.Eng., M.eng (Ketua)
Ir. Damsirudin Siregar, MMT (Sekretaris)
Ahmad Fitriansyah (Anggota)

Mengetahui :
Direktur
Program Pasca Sarjana

(Dr. Rufman Iman Akbar E, MM, M.Kom.)

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Nama : Aep Saepullah
NPM : 3712101116
Konsentrasi : Rekayasa Perangkat Lunak
Judul tesis : Analisa Perbandingan Metode Mamdani, Sugeno Dan Tsukamoto Pada *Fuzzy Inference System* Untuk Pengurangan Konsumsi Energi Listrik Pendingin Udara

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Jakarta, 18 Juli 2012

Materai 6000

(Aep Saepullah)

Aep Saepullah, 3712101116

Analisa Perbandingan Metode Mamdani, Sugeno Dan Tsukamoto Pada *Fuzzy Inference System* Untuk Pengurangan Konsumsi Energi Listrik Pendingin Udara; dibawah bimbingan Romi Satria Wahono, B.Eng, M.Eng dan Dr. Rufman Iman Akbar E,MM,M.Kom.

80 + xiv hal / 13 tabel / 42 gambar / 22 pustaka (2001 – 2012)

ABSTRAK

Pendingin udara atau yang lebih dikenal *air conditioner* (AC) saat ini merupakan salah satu peralatan elektrik yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari manusia untuk mengurangi udara panas, terutama untuk masyarakat yang tinggal di daerah yang memiliki cuaca panas. Akan tetapi penggunaan pendingin udara ini memiliki kekurangan karena konsumsi energi listrik dari penggunaan pendingin udara sangat besar dan menghabiskan 90% dari keseluruhan energi listrik yang dibutuhkan oleh sebuah rumah tangga, terutama ketika dioperasikan pada waktu beban puncak listrik atau sekitar pukul 17.00 sampai dengan 22.00 sehingga hal ini akan menimbulkan kekurangan pasokan daya untuk menggunakan peralatan rumah tangga lainnya. Dalam penelitian ini akan dilakukan analisa perbandingan antara metode Mamdani, Sugeno dan Tsukamoto pada *fuzzy inference system* untuk mencari metode terbaik dalam hal pengurangan konsumsi energi listrik pendingin udara dengan menggunakan variabel *Room Temperature* dan *Humidity* sebagai *input* dan *Compressor speed* sebagai *output*. Eksperimen dilakukan dengan menggunakan input suhu 11^oC, kelembaban 21%, suhu 14^oC, kelembaban 41%, suhu 27^oC, kelembaban 44% dan suhu 33^oC, kelembaban 68%. Hasil dari eksperimen yang dilakukan pada penelitian ini menunjukkan bahwa metode yang terbaik dalam hal pengurangan konsumsi energi listrik pendingin udara adalah metode Tsukamoto dimana rata-rata efisiensi energi listrik mencapai sebesar 74,2775%

Kata kunci :

Pendingin Udara, Penghematan Energi, *Fuzzy Inference System*, Metode Terbaik.

Aep Saepullah, 3712101116

Comparative Analysis Of Fuzzy Inference System Mamdani, Sugeno And Tsukamoto Method For Air Conditioner Electrical Energy Consumption Reduction; under guidance of Romi Satria Wahono, B.Eng, M.Eng and Dr. Rufman Iman Akbar E,MM,M.Kom.

80 + xiv pages / 13 table / 42 pictures / 22 references (2001 – 2012)

ABSTRACT

Air Conditioner (AC) nowadays is one of the electrical equipment commonly used in human daily life to reduce the heat, especially for communities who live in the hot weather area. But in the other side, air conditioner usage has a shortage such as a huge electrical energy consumption of air conditioning and it reach 90% of the total electrical energy that was needed by a household, and that especially happen when operated at the peak load electricity time or around 17:00 until 22:00, and it will cause a deficit of power supplies for use by other household appliances. In this paper will be conducted analysis and comparison between Mamdani, Sugeno and Tsukamoto method on fuzzy inference systems to find a best method in terms of reduction in electrical energy consumption of air conditioner by using Room Temperature and Humidity as input variables and Compressor speed as output variable. In this research, experiments was performed by using crisp input of room temperature 11^oC, 21% humidity, room temperature 14^oC, 41% humidity, room temperature 27^oC, 44% humidity and room temperature 33^oC, 68% humidity. The results of experiments showed that the best method in terms of reduction in electrical energy consumption of air conditioning system is a method of Tsukamoto where the average electrical energy efficiency achieved by 74,2775%.

Keyword :

Air Conditioner, Energy Saving, Fuzzy Inference System, Best Methode.

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkah, rahmat serta hidayah-Nya yang telah dilimpahkan kepada penulis, sehingga penyusunan Tesis yang berjudul **“Analisa Perbandingan metode Mamdani, Sugeno dan Tsukamoto pada fuzzy inference system untuk pengurangan konsumsi energi listrik pendingin udara”** ini dapat terselesaikan.

Tesis tersebut melengkapi salah satu persyaratan yang diajukan dalam rangka menempuh ujian akhir untuk memperoleh gelar Magister Komputer (M.Kom.) pada Program Pasca Sarjana (S2), Program Studi Teknik Informatika di Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Eresha

Penulis sungguh sangat menyadari, bahwa penulisan Tesis ini tidak akan terwujud tanpa adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Maka, dalam kesempatan ini penulis menghaturkan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar - besarnya kepada yang terhormat :

1. Ir. Damsiruddin Siregar, MMT, Selaku Ketua STMIK Eresha.
2. Dr. Rufman Iman Akbar E, MM, M.Kom, Selaku Direktur Program Pasca Sarjana Magister Komputer STMIK Eresha dan juga sekaligus sebagai pembimbing pendamping dalam penyusunan Tesis ini.
3. Romi Satria Wahono, B.Eng, M.Eng, Selaku Pembimbing utama juga sekaligus sebagai Motivator dan Inspirator bagi penulis.
4. Orang tua yang telah memberikan do'a dan bimbingan selama ini.
5. Istri dan anak tercinta yang telah mendukung dan merelakan waktu demi tersusunnya Tesis ini.
6. Rekan-rekan pejuang semut yang selalu bergerilya mencapai hari esok yang lebih baik.
7. Segenap Dosen beserta Staff Program Pasca Sarjana Magister Komputer STMIK Eresha.
8. Rekan-rekan sejawat di PND yang telah mendukung penyelesaian Tesis ini.
9. Pihak-pihak lain yang telah membantu penyusunan Tesis ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis mohon maaf atas kekeliruan dan kesalahan yang terdapat dalam Tesis ini dan berharap semoga Tesis ini dapat memberikan manfaat bagi khasanah pengetahuan Teknologi Informasi di Indonesia.

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
PERSETUJUAN TESIS.....	i
PENGESAHAN TESIS	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Permasalahan penelitian.....	3
1.2.1 Identifikasi masalah	3
1.2.2 Ruang lingkup masalah	4
1.2.3 Rumusan masalah.....	4
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
1.3.1 Tujuan penelitian.....	4
1.3.2 Manfaat penelitian.....	4
1.4 Sistematika penulisan.....	5
BAB II LANDASAN TEORI DAN KERANGKA PEMIKIRAN.....	6
2.1 Tinjauan studi.....	6
2.2 Landasan teori	9
2.2.1 Fuzzy logic	9
2.2.1.1 Himpunan fuzzy (<i>Fuzzy set</i>)	11
2.2.1.2 Fungsi keanggotaan (<i>Membership function</i>)	13

2.2.1.3	<i>Operator-operator fuzzy</i>	20
2.2.1.3.1	<i>Operasi himpunan crisp</i>	20
2.2.1.3.2	<i>Tipe dasar Zadeh untuk operasi himpunan fuzzy</i>	21
2.2.1.3.3	<i>Interseksi himpunan fuzzy</i>	21
2.2.1.3.4	<i>Union himpunan fuzzy</i>	22
2.2.1.3.5	<i>Komplemen (Negation)</i>	22
2.2.1.3.6	<i>Operasi Non-Zadeh dan Pengganti</i>	22
2.2.1.4	<i>Tahapan Fuzzy Inference System</i>	23
2.2.1.4.1	<i>Fuzzification</i>	23
2.2.1.4.2	<i>Inference</i>	24
2.2.1.4.3	<i>Defuzifikasi</i>	25
2.2.1.5	<i>Lingkup fuzzy logic</i>	26
2.2.2	<i>Pendingin udara tipe Split</i>	26
2.2.3	<i>Konservasi dan Effisiensi energi</i>	30
2.2.3.1	<i>Alasan efisiensi dalam penggunaan energi</i>	31
2.3	<i>Kerangka pemikiran</i>	32
BAB III METODE PENELITIAN.....		33
3.1	<i>Analisa kebutuhan</i>	33
3.2	<i>Perancangan Penelitian</i>	34
3.3	<i>Teknik analisis</i>	35
3.3.1	<i>Pengumpulan data</i>	35
3.3.2	<i>Pengolahan awal data</i>	36
3.3.3	<i>Metode yang diusulkan</i>	38
3.3.4	<i>Eksperimen dan Pengujian metode</i>	40
3.3.5	<i>Evaluasi dan Validasi hasil</i>	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		42
4.1	<i>Hasil</i>	42
4.1.1	<i>Fuzzification</i>	42

4.1.2	<i>Inference</i>	48
4.1.3	<i>Defuzzification</i>	56
4.2	Evaluasi dan Validasi hasil	71
4.3	Implikasi Penelitian.....	75
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		76
5.1	Kesimpulan	76
5.2	Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA		78
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....		80

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Sistem <i>Input – Output</i>	10
Gambar 2.2 Representasi kurva Linier naik.....	13
Gambar 2.3 Representasi kurva Linier turun	14
Gambar 2.4 Representasi kurva Segitiga	15
Gambar 2.5 Representasi kurva Trapesium	15
Gambar 2.6 Representasi kurva bentuk Bahu	16
Gambar 2.7 Representasi kurva S: Pertumbuhan.....	17
Gambar 2.8 Representasi kurva S: Penyusutan.....	17
Gambar 2.9 Karakteristik fungsi kurva S.....	18
Gambar 2.10 Karakteristik fungsional kurva PI	19
Gambar 2.11 Karakteristik fungsional kurva Beta.....	19
Gambar 2.12 Karakteristik fungsional kurva Gauss	20
Gambar 2.13 Skema sirkulasi pendingin udara.....	28
Gambar 2.14 Bentuk AC Split	30
Gambar 2.15 Kerangka pemikiran dalam penelitian ini	32
Gambar 3.1 Tahapan penelitian	34
Gambar 3.2 Fungsi keanggotaan variabel <i>Room Temperature</i>	36
Gambar 3.3 Fungsi keanggotaan variabel <i>Humidity</i>	37
Gambar 3.4 Fungsi keanggotaan <i>Compressor Speed</i>	37
Gambar 3.5 Metode yang diusulkan	39
Gambar 4.1 Fungsi keanggotaan variabel <i>Room Temperature Crisp Input</i> 11 ^o C42	42
Gambar 4.2 Fungsi keanggotaan variabel <i>Room Temperature Crisp Input</i> 14 ^o C43	43
Gambar 4.3 Fungsi keanggotaan variabel <i>Room Temperature Crisp Input</i> 27 ^o C44	44
Gambar 4.4 Fungsi keanggotaan variabel <i>Room Temperature Crisp Input</i> 33 ^o C45	45
Gambar 4.5 Fungsi keanggotaan variabel <i>Humidity Crisp Input</i> 21%	45
Gambar 4.6 Fungsi keanggotaan variabel <i>Humidity Crisp Input</i> 41%	46
Gambar 4.7 Fungsi keanggotaan variabel <i>Humidity Crisp Input</i> 44%	47
Gambar 4.8 Fungsi keanggotaan variabel <i>Humidity Crisp Input</i> 68%	48
Gambar 4.9 <i>Defuzzification metode Sugeno crisp input Room Temperature</i> 11 ^o C Humidity 21% dengan MATLAB	60

Gambar 4.10	<i>Defuzzification metode Sugeno crisp input Room Temperature 14°C Humidity 41% dengan MATLAB</i>	61
Gambar 4.11	<i>Defuzzification metode Sugeno crisp input Room Temperature 27°C Humidity 44% dengan MATLAB</i>	62
Gambar 4.12	<i>Defuzzification metode Sugeno crisp input Room Temperature 33°C Humidity 68% dengan MATLAB</i>	63
Gambar 4.13	<i>Defuzzification metode Mamdani crisp input Room Temperature 11°C Humidity 21% dengan MATLAB</i>	64
Gambar 4.14	<i>Defuzzification metode Mamdani crisp input Room Temperature 14°C Humidity 41% dengan MATLAB</i>	65
Gambar 4.15	<i>Defuzzification metode Mamdani crisp input Room Temperature 27°C Humidity 44% dengan MATLAB</i>	66
Gambar 4.16	<i>Defuzzification metode Mamdani crisp input Room Temperature 33°C Humidity 68% dengan MATLAB</i>	67
Gambar 4.17	Grafik <i>Compressor speed</i> dengan pengaturan <i>Room Temperature</i> metode Mamdani	68
Gambar 4.18	Grafik <i>Compressor speed</i> dengan pengaturan <i>Humidity</i> metode Mamdani.....	69
Gambar 4.19	Grafik <i>Compressor speed</i> dengan pengaturan <i>Room Temperature</i> metode Sugeno	69
Gambar 4.20	Grafik <i>Compressor speed</i> dengan pengaturan <i>Humidity</i> metode Sugeno	70
Gambar 4.21	Tampilan <i>surface</i> metode Mamdani.....	70
Gambar 4.22	Tampilan <i>surface</i> metode Sugeno	71

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 <i>State of The Art</i> Penelitian tentang penghematan energi listrik dan pengaturan pendingin udara	8
Tabel 3.1 Kebutuhan Perangkat keras dan Perangkat lunak	33
Tabel 3.2 Fungsi keanggotaan <i>Compressor Speed</i> metode Sugeno.....	38
Tabel 3.3 <i>Rule base fuzzy logic</i>	40
Tabel 3.4 <i>Data sampling</i>	41
Tabel 4.1 <i>Inference System</i>	48
Tabel 4.2 <i>Inference System</i> Metode Tsukamoto dengan <i>crisp input Room Temperature</i> 11 ⁰ C dan <i>Humidity</i> 21%.....	49
Tabel 4.3 <i>Inference System</i> Metode Tsukamoto dengan <i>crisp input Room Temperature</i> 14 ⁰ C dan <i>Humidity</i> 41%.....	51
Tabel 4.4 <i>Inference System</i> Metode Tsukamoto dengan <i>crisp Room input Temperature</i> 27 ⁰ C dan <i>Humidity</i> 44%.....	53
Tabel 4.5 <i>Inference System</i> Metode Tsukamoto dengan <i>crisp input Room Temperature</i> 33 ⁰ C dan <i>Humidity</i> 68%.....	55
Tabel 4.6 Kumulasi hasil simulasi	68
Tabel 4.7 Perhitungan energi listrik pendingin udara	73
Tabel 4.8 Validasi hasil dengan penelitian sebelumnya	74

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pendingin udara atau yang lebih dikenal *air conditioner* (AC) saat ini merupakan salah satu peralatan elektrik yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari manusia untuk mengurangi udara panas, terutama untuk masyarakat yang tinggal di daerah yang memiliki cuaca panas. Pendingin udara digunakan untuk merubah temperatur udara dalam suatu ruangan menjadi nyaman karena mampu merubah suhu dan kelembaban sesuai dengan keinginan penggunanya.

Temperatur udara yang dihasilkan AC merupakan hasil proses dari *evaporator* dan kondensor. Pengaturan temperatur (Bahri & Ramdan, 2009) dilakukan dengan mengatur kerja kompresor yang digerakkan dengan sebuah motor dan mengatur *blower fan*. Akan tetapi penggunaan pendingin udara ini bukan tidak memiliki kekurangan (Nasution, 2011), karena konsumsi energi listrik menghabiskan 90% dari keseluruhan energi listrik pada waktu beban puncak listrik atau sekitar pukul 17.00 sampai dengan 22.00 sehingga hal ini dapat mengganggu kinerja system distribusi atau pembangkit listrik.

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia untuk mendukung aktifitasnya, seiring bertambahnya populasi penduduk tentunya akan berimbas kepada peningkatan konsumsi energi listrik. Energi listrik yang tersedia di Indonesia saat ini belumlah mencukupi untuk segala kegiatan yang ada, hal ini dibuktikan dengan seringnya terjadi pemadaman bergilir di beberapa daerah di Indonesia sehingga perlu untuk melakukan penghematan energi dan menggunakan energi listrik seefisien mungkin (Sudirman, 2011). Seiring himbauan pemerintah tentang penghematan energi baik dalam lingkup rumah tangga maupun industri yang didasari oleh besarnya konsumsi energi dari peralatan rumah tangga maupun peralatan industri. Data yang dikeluarkan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (PUSDATIN KESDM, 2011) menunjukkan bahwa konsumsi energi listrik yang berasal dari peralatan rumah tangga pada tahun 2011 adalah sebesar 59.309 GWh atau sekitar 41,1% dari total

148.359 GWh, dimana untuk konsumsi energi dari penggunaan pendingin udara dalam lingkup rumah tangga mencapai 40%.

Mengurangi pemakaian energi dan memberikan kenyamanan ruangan (suhu optimal) merupakan dua pertimbangan yang penting pada perencanaan sistem pengkondisi udara (Nasution, 2011). Perhitungan beban pendinginan yang cermat (SNI, 2000) akan dapat menjamin diperhatikannya sebanyak mungkin peluang penghematan energi pada tahap perencanaan. Untuk mengurangi konsumsi energi dari penggunaan pendingin udara, pada tahun 1990 Mitsubishi pertama kali menerapkan *fuzzy logic* pada mesin pendingin udara dan terus berkembang hingga saat ini (Altrock, 2001). Beberapa penelitian tentang penghematan energi dari penggunaan pendingin udara yang telah dilakukan dengan tema *Optimization of Energy Conservation Potential for VAV Air Conditioning System using Fuzzy based Genetic Algorithm* dengan hasil tingkat penghematan energi sebesar 31,5% (Parameshwaran, Karunakaran, Iniyan, & Samuel, 2008) dalam penelitian ini metode inferensi yang digunakan adalah metode Mamdani, kemudian penelitian selanjutnya (Wang, 2009) dimana tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengurangi konsumsi energi dari penggunaan pendingin udara dalam ruangan, dengan percobaan dilakukan di enam ruangan kantor. Hasil percobaan tersebut menunjukkan bahwa pendingin udara yang dikendalikan dengan *fuzzy logic control* metode Sugeno dengan optimasi algoritma genetik menghasilkan penghematan energi sebesar 23,8% dengan pengaturan suhu 23⁰C.

Kemudian penelitian yang menyatakan bahwa penggunaan *fuzzy logic control* dalam penghematan energi pada pendingin udara lebih baik jika dibandingkan dengan kontrol on/off dan kontrol *proportional integral derivative* (PID), dengan melakukan pengukuran selama kurun waktu dua jam (Nasution, 2011) menghasilkan penghematan energi sebesar 22,97% dengan suhu yang ditetapkan sebesar 20⁰C dalam penelitian ini digunakan metode inferensi Sugeno. Selanjutnya penelitian tentang perbandingan antara *fuzzy logic* metode Mamdani dengan *neuro fuzzy* (Kaur & Kaur, 2012) untuk pengaturan pendingin udara menghasilkan penghematan energi sebesar 20% untuk penerapan *fuzzy logic* dan 40% untuk penerapan *neuro fuzzy* pada pendingin udara, dalam penelitian ini juga dinyatakan bahwa *fuzzy logic* dapat digunakan untuk proses pengaturan yang bersifat non linier atau sulit dilakukan dengan sistem konvensional. *Fuzzy logic*

juga memungkinkan penerapan pengaturan sesuai dengan perasaan yang dimiliki oleh manusia. Penelitian lainnya perbandingan metode Mamdani dan Sugeno pada *fuzzy logic* (Kaur & Kaur, 2012) dengan hasil penelitian yang menyatakan bahwa metode Mamdani dan metode Sugeno sama baiknya jika diterapkan kedalam sistem pendingin udara, akan tetapi penerapan metode Sugeno memiliki sedikit kelebihan yaitu system pendingin udara dapat bekerja lebih maksimal dan dapat diintegrasikan dengan Neural Network atau Genethic Algorithm.

Dalam penelitian ini akan dilakukan komparasi 3 sistem inferensi *fuzzy*, yaitu metode Mamdani, Sugeno dan Tsukamoto untuk pengurangan konsumsi energi listrik pada pendingin udara sehingga hasil akhirnya diharapkan dapat tercipta efisiensi energi yang lebih baik. Selain itu perbandingan 3 metode tersebut juga diharapkan dapat dijadikan acuan bagi produsen pendingin udara untuk dapat merancang pendingin udara hemat energi yang lebih baik dibandingkan dengan pendingin udara yang digunakan oleh masyarakat saat ini.

1.2 Permasalahan penelitian

1.2.1 Identifikasi masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas dapat diidentifikasi bahwa:

- a. Penghematan energi pendingin udara dengan menerapkan *fuzzy logic* metode Mamdani mencapai hasil terbaik sebesar 31,5% akan tetapi penerapan metode Mamdani memiliki kekurangan dari segi komputasi yang lebih rumit sehingga membutuhkan waktu lebih lama untuk mengolah data-data input.
- b. Sedangkan penghematan energi pendingin udara dengan menggunakan *fuzzy logic* metode Sugeno mencapai hasil terbaik sebesar 23,8%, metode Sugeno memiliki proses komputasi yang lebih cepat jika dibandingkan dengan metode Mamdani, akan tetapi tingkat efisiensinya masih lebih rendah sehingga masih memungkinkan adanya pemborosan energi listrik dari penggunaan pendingin udara.
- c. Dari tiga metode yang umum digunakan pada *Fuzzy inference system* dua diantaranya yaitu metode Mamdani dan metode Sugeno sudah dilakukan penelitian dengan objek pendingin udara dengan hasil yang berbeda sedangkan satu metode lainnya yaitu metode Tsukamoto belum diketahui hasil penelitian untuk pendingin udara sehingga belum diketahui metode

mana yang paling baik antara metode Mamdani, Sugeno dan Tsukamoto pada *fuzzy inference system* untuk pengurangan konsumsi energi listrik pendingin udara.

1.2.2 Ruang lingkup masalah

Dalam penelitian ini permasalahan dibatasi hanya untuk mengetahui metode yang paling baik antara metode Mamdani, Sugeno dan Tsukamoto pada *fuzzy inference system* dalam pengurangan konsumsi energi listrik pendingin udara, dengan menggunakan dua variabel *input* dan satu variabel *output* pada *inference system* yaitu variabel *Room Temperature* dan variabel *Humidity* sebagai variabel *input* sedangkan variabel *output* yang digunakan adalah *Compressor speed*. Dalam penelitian ini juga eksperimen tidak dilakukan dengan menggunakan perangkat keras secara langsung melainkan simulasi dengan menggunakan aplikasi *Matlab* untuk mencari perhitungan kecepatan putaran motor kompresor.

1.2.3 Rumusan masalah

Dalam penelitian ini pertanyaan yang diajukan adalah: “Metode manakah yang lebih baik antara metode Mamdani, Sugeno dan Tsukamoto pada *fuzzy inference system* jika digunakan pada mesin pendingin udara untuk mengurangi konsumsi energi listrik pendingin udara?”.

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan penelitian

Menganalisa dan membandingkan metode Mamdani, Sugeno dan Tsukamoto untuk memperoleh metode yang paling baik dalam pengurangan konsumsi energi listrik pendingin udara.

1.3.2 Manfaat penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

- a. Dengan penelitian ini diharapkan pengurangan konsumsi energi pada penggunaan mesin pendingin udara dapat lebih baik.

- b. Hasil dari penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi industri atau produsen pendingin udara untuk dapat merancang pendingin udara yang lebih hemat energi.
- c. Dapat dijadikan acuan bagi pemerintah dalam mengambil kebijakan tentang standarisasi penghematan energi khususnya bagi penggunaan peralatan rumah tangga.
- d. Menambah wawasan serta pengetahuan khususnya dalam hal pemanfaatan sistem cerdas.

1.4 Sistematika penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan tentang Latar belakang masalah, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Ruang Lingkup Penelitian, Manfaat Penelitian dan Sistematika Penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI DAN KERANGKA PEMIKIRAN

Menjelaskan tentang Tinjauan studi yang berisi uraian singkat dari beberapa penelitian dan Tinjauan pustaka yang berisi teori teori yang berhubungan dengan materi penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Menjelaskan tentang Metode Penelitian, Metode Pengumpulan Data, Metode Pengolahan Awal Data serta Eksperimen dan Pengujian Metode.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menjelaskan tentang Hasil Pengujian dan Eksperimen, Evaluasi dan Validasi Hasil dan Implikasi Penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Menjelaskan tentang Kesimpulan dan Saran.

BAB II

LANDASAN TEORI DAN KERANGKA PEMIKIRAN

2.1 Tinjauan studi

Penelitian penelitian yang berhubungan dengan penghematan energi pada pendingin udara diantaranya:

Pada tahun 2008 R. Parameshwaran, R. Karunakaran, S. Iniyan, Anand A. Samuel melakukan penelitian dengan tema *Optimization of Energy Conservation Potential for VAV Air Conditioning System using Fuzzy based Genetic Algorithm* dengan hasil tingkat penghematan energi sebesar 31,5%, proses pengujian dilakukan dengan memberikan input kendali kedalam *fuzzy logic controller* untuk mengatur dan mengoptimalkan hasil dalam obyek penelitian. Variabel-variabel input yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah Variabel *Error_in_temperature* dengan semesta pembicaraan berkisar antara -16°C sampai dengan 4°C, Variabel *Change_in_error_in_temperature* dengan semesta pembicaraan berkisar antara -16°C sampai dengan 4°C kemudian Variabel *Duct_static_pressure* dengan semesta pembicaraan berkisar antara 0,3kPa sampai dengan 0,7kPa sedangkan variabel output yang digunakan adalah Variabel *Fan_speed* dengan semesta pembicaraan berkisar antara 1200 rpm sampai dengan 3000rpm.

Pada tahun 2011 Henry Nasution melakukan penelitian tentang *Energy Analysis for Air Conditioning System Using Fuzzy Logic Controller* dengan melakukan pengukuran dilakukan selama kurun waktu dua jam dengan interval selama lima menit dengan referensi temperatur 20, 22 dan 24°C dan beban pendingin sebesar 0, 500, 700 dan 1000 W. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem kendali yang diusulkan dapat menghemat energi jika dibandingkan dengan kendali On/Off dan proporsional-integral-derivatif (PID).

Pada tahun 2012 Arshdeep Kaur dan Amrit Kaur melakukan penelitian tentang *Comparison of Mamdani Fuzzy model and Neuro fuzzy model for air conditioning systems* dalam penelitian ini variabel input yang digunakan dalam Mamdani *fuzzy* adalah variabel *Temperature* dengan semesta pembicaraan berkisar antara 0°C sampai dengan 45°C dan terbagi kedalam empat himpunan yaitu *very low*, *low*, *high* dan *very high*, kemudian variabel *Humidity* dengan semesta pembicaraan berkisar antara 0% sampai dengan 100% yang dibagi