

**PERAMALAN BEBAN LISTRIK JANGKA PENDEK MENGGUNAKAN
METODE REGRESI LINIER–ALGORITMA GENETIKA**



TUGAS AKHIR

*Disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan
Program Strata Satu Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin*

Oleh

Yossi Juliasari

D411 16 302

**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**

HALAMAN JUDUL

**PERAMALAN BEBAN LISTRIK JANGKA PENDEK MENGGUNAKAN
METODE REGRESI LINIER-ALGORITMA GENETIKA**

OLEH :

YOSSI JULIASARI

D411 16 302

*Disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan
program Strata Satu Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik*

Universitas Hasanuddin

Makassar

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2020

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PERAMALAN BEBAN LISTRIK JANGKA PENDEK MENGGUNAKAN
METODE REGRESI LINIER-ALGORITMA GENETIKA

Disusun Oleh:

YOSSI JULIASARI

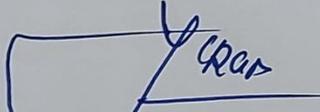
D41116302

Disusun dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Pernyataan untuk Menyelesaikan
Program Strata-1 pada Sub-Program Teknik Energi
Departemen Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Disahkan Oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Ir. Yusran, S.T., M.T
NIP. 19750404 200012 1 001


Yusri Syam Akil, S.T., M.T.Ph.D
NIP. 19770322 200501 1 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Elektro



Dr. Eng. Ir. Dewiani, MT
NIP. 19691026 199412 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini, nama Yossi Juliasari, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "Peramalan Beban Listrik Jangka Pendek Menggunakan Metode Regresi Linier-Algoritma Genetika", adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain yang telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggung jawabkan segala resiko

Gowa, 25 November 2020

Yang membuat pernyataan,



Yossi Juliasari
NIM : D411 16 302

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, karunia dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak luput dari berbagai hambatan, rintangan dan sangatlah sulit untuk menyelesaikan tugas akhir ini tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, baik secara materil dan moril. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan penghargaan serta ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Yusran, S.T., M.T. dan Bapak Yusri Syam Akil, S.T., M.T.Ph.D sebagai pembimbing satu dan dua pada penelitian ini yang telah sangat banyak memberikan bimbingan, motivasi, dan saran untuk tugas akhir ini.
2. Ibu Dr. Ir. Hj. Sri Mawar Said., MT dan Ibu Hasniaty.,ST.,MT.Ph.D sebagai penguji pada penelitian ini yang telah banyak memberi saran dan masukan untuk tugas akhir ini.
3. Seluruh Dosen dan Staf Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, atas segala jasanya telah membantu penulis selama menempuh masa studi.
4. Ibu Dr.Eng.Ir. Dewiani, MT selaku Ketua Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Kepada Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dan Rektor Universitas Hasanuddin

6. Karyawan Stasiun Klimatologi Maros, Pak Wahyu dan Pak Endang yang telah sabar dan memberikan bantuan dalam hal administrasi dan pengambilan data suhu di daerah Maros
7. Karyawan PLN UP2D Makassar, Pak Ihsan dan Pak Ayub yang telah memberikan bantuan dalam proses pengambilan data beban listrik di Maros
8. Kedua orang tua, saudara dan seluruh keluarga atas dukungan doa, bantuan nasihat dan motivasinya.
9. Teman-teman Exciter16 yang telah memberikan semangat dan motivasi selama ini
10. Nassri dan Kak Nasri yang telah meluangkan waktunya untuk membantu penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini
11. Semua pihak yang tidak sempat penulis sampaikan satu per satu, terima kasih atas dukungan, bantuan dan juga motivasinya selama ini kepada penulis

Terakhir, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan hal yang bermanfaat dan menambah wawasan bagi pembaca sekalian.

Gowa, November 2020

Yossi Juliasari

DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Metode Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan	7

BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Beban Listrik	8
2.2 Klasifikasi Beban.....	8
2.3 Suhu	9
2.4 Peramalan.....	11
2.4.1 Pengertian Peramalan	11
2.4.2 Peramalan Beban Listrik.....	11
2.5 Regresi Linier	13
2.6 Algoritma Genetika.....	17
2.7 Kesalahan (<i>Error</i>) Pada Peramalan	20
2.7.1 <i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE).....	21
2.7.2 <i>Mean Squared Error</i> (MSE)	22
BAB III METODE PENELITIAN.....	23
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	23
3.2 Pengambilan Data.....	23
3.3 Alur Penelitian.....	25
3.4 Peramalan Regresi Linier	26
3.5 Pemodelan Regresi Linier Berbasis Algoritma Genetika	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Peramalan Menggunakan Regresi Linier	31

4.2	Pemodelan Regresi Linier Berbasis Algoritma Genetika	40
4.3	MAPE Regresi Linier dan Regresi Linier-Algoritma Genetika	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		49
5.1	Kesimpulan.....	49
5.2	Saran	50
DAFTAR PUSTAKA		51
LAMPIRAN		55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 <i>Single Line Diagram</i> (Gardu Induk Maros).....	24
Gambar 3. 2 Diagram Alur Penelitian	25
Gambar 3. 3 Diagram Alir Regresi Linier	26
Gambar 3. 4 Diagram Alir Algoritma Genetika	28
Gambar 4. 1 Grafik <i>Absolute Percentage Error</i> Regresi Linier Hari Sabtu 23 Mei 2020	39
Gambar 4. 2 Ilustrasi Pembangkitan Populasi Awal	41
Gambar 4. 3 Ilustrasi Proses Seleksi.....	42
Gambar 4. 4 Ilustrasi Proses <i>Crossover</i>	43
Gambar 4. 5 Ilustrasi Proses Mutasi	43
Gambar 4. 6 Ilustrasi Proses Regenerasi.....	44
Gambar 4. 7 Ilustrasi Individu Terbaik Hasil Dari Algoritma Genetika	45
Gambar 4.8 Grafik <i>Absolute Percentage Error</i> Regresi Linier-Algoritma Genetika Hari Sabtu (23 Mei 2020)	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Interpretasi Koefisien Korelasi	16
Tabel 2. 2 Rentang Nilai MAPE.....	21
Tabel 3. 1 Penyulang Pada Trafo 1 dan Trafo 2.....	23
Tabel 4. 1 Beban Listrik dan Suhu Hari Sabtu (4 Januari–16 Mei 2020) Pukul 20:00–23:00 (bersumber dari PLN UP2D Makassar dan Stasiun Klimatologi Maros).....	32
Tabel 4. 2 Nilai Y , X , Y^2 , X^2 dan XY	34
Tabel 4. 3 Nilai R , R <i>square</i> dan P <i>value</i>	37
Tabel 4. 4 Hasil Peramalan Regresi Linier Hari Sabtu (23 Mei 2020).....	38
Tabel 4. 5 Parameter Algoritma Genetika.....	40
Tabel 4. 6 Hasil Peramalan Regresi Linier-Algoritma Genetika Hari Sabtu (23 Mei 2020)	46
Tabel 4. 7 MAPE Regresi Linier dan Regresi Linier-Algoritma Genetika.....	48

ABSTRAK

Faktor aktivitas penduduk memengaruhi peningkatan kebutuhan energi listrik. Iklim di Indonesia umumnya beriklim tropis, musim kemarau kadang terjadi dalam jangka waktu yang lama, sehingga suhu ruangan akan menjadi panas dan terjadi peningkatan penggunaan penyejuk ruangan yang menyebabkan permintaan beban listrik meningkat. Suatu usaha diperlukan untuk meramalkan beban listrik. Metode peramalan yang digunakan pada penelitian ini adalah regresi linier dan regresi linier berbasis algoritma genetika. Parameter yang digunakan pada algoritma genetika adalah jumlah populasi 1000, iterasi sebanyak 500 dan laju mutasi sebesar 0,15. Tingkat akurasi dari peramalan dihitung dengan menggunakan MAPE. MAPE pada minggu ke-3 Mei 2020 untuk pemodelan regresi linier berbasis algoritma genetika 6,653% dan untuk regresi linier biasa sebesar 6,669%. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa MAPE pemodelan regresi linier berbasis algoritma genetika lebih baik dibandingkan MAPE regresi linier biasa.

Kata Kunci : Beban Listrik, Suhu, Peramalan Beban Listrik, Regresi Linier, Algoritma Genetika, MAPE

ABSTRACT

Population activity factors affect increasing electricity demand. Generally, the climate in Indonesia is tropical, the dry season sometimes occurs over a long period, thus the room temperature will become hot and leads to the increase in the use of air conditioners which causes the rise in the demand for the electric load. It is essential to predict the electric load. The forecasting method used in this research is linear regression and linear regression based on genetic algorithms. The parameters used in the genetic algorithm are a population of 1000, 500 iterations, and a mutation rate of 0.15. The accuracy of the forecast is calculated using MAPE. In the 3rd week of May 2020 the MAPE for linear regression modeling based on genetic algorithms is 6.653% and for normal linear regression is 6.669%. These results indicate that the linear regression modeling MAPE based on genetic algorithms is better than the MAPE of normal linear regression.

Keywords: Electric Load, Temperature, Electric Load Forecasting, Linear Regression, Genetic Algorithm, MAPE.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik sangat dibutuhkan bagi masyarakat modern sekarang ini. Aktivitas penduduk dalam rangka untuk memenuhi kebutuhan hidupnya merupakan salah satu faktor penyebab adanya peningkatan kebutuhan energi listrik [1].

Indonesia memiliki iklim yang tropis yang terdiri dari musim hujan dan musim kemarau. Pada saat sekarang ini iklim di bumi mengalami pergeseran musim yang disebabkan oleh faktor alam yang tidak dapat diprediksi. Musim kemarau kadang terjadi secara berkepanjangan yang menyebabkan suhu udara(suhu ruangan) meningkat, sehingga penyejuk udara di ruangan sangat dibutuhkan. Kemungkinan salah satu penyebab peningkatan energy listrik diakibatkan oleh peningkatan penggunaan penyejuk ruangan [2].

Bentuk pola beban listrik pada di wilayah Maros meningkat pada malam hari hal ini disebabkan oleh konsumsi energi listriknya didominasi oleh pelanggan rumah tangga. Pengaruh iklim luar seperti suhu menyebabkan konsumsi energi listrik semakin besar oleh karena penggunaan penyejuk ruangan, 40-50% energi listrik dalam rumah tangga atau rumah tinggal dibutuhkan untuk proses penyejukan atau pendinginan ruangan, persentase ini akan semakin meningkat bila iklim luar (suhu) semakin panas [3].

Permintaan energi listrik tidak dapat dihitung secara sempurna, maka akan timbul suatu perdebatan untuk mengoperasikan pembangkit pada sistem tenaga

listrik secara kontinu dengan baik untuk memenuhi permintaan daya pada konsumen. Jika daya yang dibangkitkan dan dibutuhkan tidak setara maka akan terjadi kerugian pada pihak konsumen maupun pada pihak pembangkit itu sendiri. Kerugian pada pihak pembangkit terjadi apabila daya yang dibangkitkan lebih besar dari daya yang diminta karena akan terjadi inefisiensi anggaran pada pembangkitan energi listrik. Pihak konsumen akan dirugikan apabila daya yang disuplai oleh pihak pembangkit tidak memenuhi kebutuhan dan akan terjadi proses pemadaman pada pihak konsumen [4].

Jangka waktu untuk peramalan beban listrik jangka pendek yaitu mulai dari satu jam sampai dengan satu minggu ke depan. Peramalan untuk jangka waktu yang lebih pendek lebih akurat jika dibandingkan dengan peramalan yang rentang atau jangka waktunya lebih panjang, hal ini dikarenakan faktor yang memengaruhi variabel dependen atau yang diramalkan itu condong ke arah yang tetap atau faktornya mengalami perubahan yang lama. Apabila rentang waktu yang akan diramalkan semakin panjang maka faktor yang memengaruhi variabel dependen atau yang diramalkan akan memiliki kesempatan yang besar untuk berubah [5].

Peramalan penggunaan daya listrik telah lama dilakukan atau hal ini bukan hal yang baru dilakukan karena telah banyak peneliti – peneliti sebelumnya yang telah melakukan penelitian berupa peramalan beban listrik ini meskipun menggunakan metode yang berbeda – beda. Peramalan penggunaan daya listrik oleh beban atau yang sering disebut peramalan beban listrik sangat perlu

dilakukan untuk memprediksikan berapa besar daya listrik agar tidak terjadi kerugian pada kedua belah pihak baik itu konsumen atau penyedia[6].

Peramalan penggunaan daya listrik pada beban di masa yang akan datang merupakan hal yang sangat dibutuhkan agar pihak penyedia daya listrik dapat merencanakan dengan baik model rancangan dalam operasi sistem ketenagalistrikan. Adapun tujuan dari peramalan penggunaan daya listrik pada beban ini adalah agar daya listrik yang disediakan oleh pihak penyedia dapat setara dengan daya yang dibutuhkan pada pihak konsumen. Sehingga terciptalah manajemen sumber daya yang aman, karena apabila permintaan dan penyediaan listrik tidak seimbang maka akan terjadi kerugian pada pihak konsumen dan pihak penyedia [4].

Pada penelitian ini peramalannya akan dimodelkan menggunakan persamaan regresi linier yang terdiri dari variabel bebas (X) yaitu data suhu dan variabel terikat (Y) yaitu data beban listrik, dan juga pada penelitian ini digunakan metode algoritma genetika yang akan memodelkan persamaan regresi linier diharapkan dapat menghasilkan hasil MAPE yang rendah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana meramalkan beban listrik jangka pendek menggunakan metode regresi linier dan model regresi linier berbasis algoritma genetika?

2. Bagaimana mengukur unjuk kerja peramalan beban listrik jangka pendek menggunakan regresi linier dan model regresi linier berbasis algoritma genetika ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan hasil peramalan beban listrik jangka pendek menggunakan metode regresi linier dan model regresi linier berbasis algoritma genetika.
2. Mendapatkan perbandingan kinerja peramalan beban listrik jangka pendek menggunakan regresi linier dan model regresi linier berbasis algoritma genetika.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi peramalan beban menggunakan metode regresi linier dan model regresi linier berbasis Algoritma Genetika dengan melihat besarnya persentase kesalahan (MAPE).

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Menggunakan data beban listrik 1 Januari – 26 Mei 2020 wilayah Maros yang didapatkan dari PLN UP2D Makassar.

2. Menggunakan data suhu 1 Januari – 26 Mei 2020 yang didapatkan dari Stasiun Klimatologi Maros.
3. Melakukan peramalan pada minggu ke-3 bulan Mei 2020 (20-26 Mei 2020).
4. Parameter yang digunakan pada Algoritma Genetika telah ditentukan sebelumnya.
5. Kedua model persamaan regresi linier digunakan untuk meramalkan beban listrik pada minggu ke-3 bulan Mei 2020 (20-26 Mei 2020).
6. Mengukur unjuk kerja peramalan pada minggu ke-3 bulan Mei 2020 (20-26 Mei 2020) menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

1.6 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah :

1. Studi literatur

Studi literatur dilakukan dengan cara mengadakan studi dari buku, jurnal, internet dan sumber bahan pustaka, dan informasi lain yang dapat menunjang penelitian ini.

2. Pengambilan data

Dilakukan pengambilan data sekunder pada lokasi penelitian, yaitu data yang menunjang dan menyangkut penelitian yang dilakukan

3. Pengelompokan data

Metode ini bertujuan untuk :

- a. Pengumpulan dan mengelompokkan data berdasarkan tipe dan ketentuan–ketentuan yang sejenis sehingga lebih mudah untuk dilakukan analisis.
- b. Mengetahui kekurangan data sehingga kerja menjadi efektif dan efisien.

4. Pengolahan data.

Pengolahan data penelitian ini di lakukan dengan menerapkan dan melakukan simulasi pada software serta melakukan beberapa perhitungan

5. Analisis hasil pengolahan dan perbandingan data.

Dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh simulasi sementara, dan selanjutnya dilakukan perbandingan terhadap data sebelumnya sehingga menarik kesimpulan untuk diolah lebih lanjut.

6. Kesimpulan

Diperoleh setelah dilakukan korelasi antara hasil penelitian dan masalah yang diteliti, simpulan merupakan hasil akhir dari penelitian ini.

1.7 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat peneliiian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini menjelaskan teori-teori pendukung materi penelitian yang diambil dari berbagai sumber ilmiah yang digunakan dalam penulisan laporan skripsi ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tentang waktu dan tempat penelitian, metode pengambilan data beserta mekanisme penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang proses peramalan beban listrik yang dihubungkan dengan suhu di wilayah Maros menggunakan metode regresi linier dan pemodelan regresi linier berbasis algoritma genetika, kemudian hasil peramalan tersebut akan diukur tingkat akurasinya menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan merupakan jawaban dari rumusan masalah sedangkan saran berfungsi untuk perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beban Listrik

Sektor – sektor beban yang dilayani pada sistem distribusi listrik yaitu sektor perumahan, industri, komersial dan usaha. Pola-pola konsumsi energi listrik di berbagai sektor memiliki karakteristiknya tersendiri.

Pada beban di sektor rumah tangga atau perumahan, konsumsi listriknya meningkat pada saat malam hari, karena pada saat malam hari penghuni dari sektor rumah tangga sudah memulai aktivitasnya kembali saat pulang dari bekerja. Karakteristik yang hampir sama ditunjukkan pada beban dari sektor komersial dan usaha, tetapi beban puncak yang lebih tinggi pada malam hari ditunjukkan pada sektor komersial [7].

2.2 Klasifikasi Beban

Energi listrik sebagai sumber daya untuk peralatan listrik didistribusikan kepada pihak pemakai. Peralatan listriknya yaitu lampu sebagai penerangan, pemanas, dan sumber energi peralatan elektronik. Beban listrik dibagi menjadi beberapa sektor berdasarkan dari pemakai energi listrik seperti di bawah ini[8] :

1. Beban rumah tangga berupa lampu untuk penerangan, kipas angin, pemanas air, lemari es, motor pompa air dan sebagainya. Beban pada sektor rumah tangga ini meningkat pada saat malam hari.
2. Beban komersial berupa penerangan pada reklame, kipas angin dan alat – alat listrik lainnya yang diperlukan untuk restoran. Beban pada sektor komersial ini akan meningkat secara drastis pada

siang hari dan menurun pada sore hari untuk beban di kantor dan di toko-toko

3. Beban industri terbagi menjadi beban industri skala kecil yang digunakan pada saat siang dan skala besar yang dapat digunakan selama 24 jam dalam satu hari
4. Beban Fasilitas Umum berupa energi listrik yang digunakan untuk penerangan jalan, taman-taman kota dan lain sebagainya.

2.3 Suhu

Suhu atau temperatur merupakan tolak ukur derajat panas atau dingin suatu benda, alat untuk mengukur suhu disebut termometer. Semakin tinggi temperatur suatu benda, semakin panas benda tersebut. Temperatur merupakan energy yang dimiliki oleh suatu benda. Setiap atom yang dimiliki suatu benda bergerak, baik itu atom yang berpindah tempat atau atom yang bergerak pada tempatnya yang berupa getaran. Semakin tinggi energi atom yang menyusun suatu benda, makin tinggi temperatur benda itu. Adapun satuan dari suhu adalah kelvin, celsius, fahrenheit, dan reamur [9].

Suhu udara pada permukaan bumi bergantung dari faktor yang memengaruhinya seperti intensitas matahari karena faktor ini bisa memberikan dampak langsung akan adanya perubahan suhu di udara. Suhu di udara sangatlah beragam bergantung pada tempat dan dari waktu ke waktu di permukaan bumi. Berdasarkan tempat suhu udara beragam secara vertikal dan horizontal dan

menurut waktu dari jam ke jam dalam sehari, dan berdasarkan bulanan dalam setahun [10].

Faktor-faktor di bawah ini merupakan faktor yang memengaruhi kondisi dari suhu udara pada suatu tempat di permukaan bumi [10]:

1. Durasi Waktu Penyinaran Matahari

Apabila durasi waktu penyinaran meningkat maka makin panas daerah atau benda tersebut. Apabila suatu tempat dalam keadaan cerah, maka daerah itu akan semakin panas dibanding daerah yang saat itu berawan

2. Kemiringan Sinar Matahari

Apabila suatu tempat yang berposisi tegak lurus dengan matahari, maka tempat tersebut akan semakin panas dibandingkan dengan tempat yang memiliki posisi yang lebih miring terhadap matahari karena tempat tersebut menerima radiasi matahari yang lebih rendah

3. Keadaan Awan

Apabila di suatu daerah ditutupi oleh awan pada atmosfernya maka radiasi matahari di daerah tersebut akan semakin rendah. Karena terdapat awan yang menghalangi radiasi matahari tersebut untuk langsung sampai pada permukaan bumi

2.4 Peramalan

2.4.1 Pengertian Peramalan

Peramalan adalah perkiraan fenomena-fenomena yang akan terjadi di masa yang mendatang yang didasari dari model-model dari keadaan yang telah terjadi sebelumnya. Peramalan merupakan suatu seni serta ilmu untuk memprediksi fenomena yang akan terjadi pada masa yang akan datang . Model matematis digunakan untuk digunakan untuk meramalkan hal tersebut dengan memanfaatkan data – data yang telah terjadi untuk meramalkan data-data di masa yang akan datang. [11].

2.4.2 Peramalan Beban Listrik

Beban listrik merupakan pemakaian tenaga listrik dari para pelanggan. Oleh karena itu, besar kecilnya beban listrik beserta perubahannya tergantung pada kebutuhan para pelanggan listrik pada suatu saat tertentu. Untuk itu, biasa dilakukan peramalan beban listrik dalam menjamin kualitas pelayanan para pelanggan tersebut [12].

Peramalan pada bidang elektro dimaksudkan untuk meramalkan energi listrik yang dibutuhkan oleh pihak konsumen pada masa mendatang. Peramalan penggunaan daya pada beban ini memiliki durasi atau jangka waktu tertentu yang ditentukan oleh pihak yang akan melakukan peramalan. Pada peramalan dibagi menjadi beberapa kategori jangka waktu yaitu jangka pendek, jangka menengah dan jangka panjang sebagai berikut [11]:

1. Peramalan Jangka Pendek (*Short-Term Forecasting*), yaitu peramalan penggunaan daya pada beban dengan jangka waktu beberapa jam sampai dengan 1 minggu ke depan.
2. Peramalan Jangka Menengah (*Mid-Term Forecasting*), peramalan penggunaan daya pada beban dengan jangka waktu 1 bulan sampai dengan 1 tahun ke depan.
3. Peramalan Jangka Panjang (*Long-Term Forecasting*), yaitu peramalan penggunaan daya pada beban untuk jangka waktu diatas 1 tahun.

Peramalan penggunaan daya pada beban merujuk pada penggunaan daya di masa yang lampau dan juga atas dasar analisis karakteristik beban yang lampau. Karakteristik penggunaan daya pada beban di masa yang lampau dipengaruhi oleh beberapa aspek seperti : cuaca, waktu dan ekonomi. Aspek cuaca termasuk suhu, kelembaban, kecepatan angin, keadaan awan, dan intensitas cahaya. Kenyamanan dari pihak konsumen ini dipengaruhi oleh perubahan cuaca karena apabila cuacanya berubah maka hal ini juga akan berpengaruh terhadap penggunaan peralatan listrik seperti penyejuk [13].

Kegiatan untuk meramalkan suatu keadaan dengan sempurna pada masa mendatang merupakan suatu hal yang sangat rumit untuk dilakukan apalagi jika keadaan tersebut tidak hanya dipengaruhi oleh faktor –faktor yang telah diperoleh datanya, karena faktor yang memengaruhi keadaan di masa mendatang banyak. Hasil dari kegiatan peramalan ini merupakan masukan yang penting dalam rangka proses perencanaan untuk keadaan di masa yang akan

datang. Metode peramalan yang dapat digunakan untuk mengamati tingkat hubungan antar faktor yang memengaruhi suatu keadaan tertentu adalah metode kausal. Analisis regresi merupakan salah satu model dari metode kausal ini. Regresi merupakan model matematik yang memanfaatkan data pada masa yang lampau untuk menganalisis bentuk pola suatu variabel terhadap variabel yang lain, yang dapat digunakan dalam meramalkan pola kejadian pada masa yang akan datang [14].

Terdapat pula metode peramalan yang menggunakan konsep kecerdasan buatan, seperti logika fuzzy yang digunakan untuk peramalan jumlah produksi kelapa sawit yang diteliti oleh Wati, Sebayang, dan Sitepu pada tahun 2013. Metode peramalan *neural network* untuk peramalan tingkat inflasi yang diteliti oleh Amrin pada tahun 2016, dan Metode peramalan *support vector machine* untuk peramalan konsumsi listrik pada peternakan sapi perah yang diteliti oleh Shine, Upton, Scully, Shallo dan Murphy pada tahun 2018.

2.5 Regresi Linier

Sir Francis Galton merupakan orang yang menggunakan regresi sebagai konsep statistik pada tahun 1877 untuk melakukan penelitian mengenai kecenderungan tinggi badan anak, dari penelitian tersebut didapatkan suatu kesimpulan bahwa kecenderungan tinggi badan anak yang lahir terhadap orangtuanya adalah menurun mengarah pada tinggi badan rata-rata penduduk. Pada awalnya regresi ini dibuat untuk memperkirakan nilai dari suatu variabel yaitu tinggi badan anak terhadap satu variabel lain yang merupakan tinggi badan dari orang tua anak

tersebut. Regresi ini berkembang menjadi suatu alat untuk memperkirakan nilai suatu variabel terhadap variabel lain yang dapat memengaruhi variabel tersebut. Teknik yang secara umum digunakan dalam rangka untuk mengamati korelasi antara dua atau lebih variabel adalah analisis regresi [14].

Hubungan antar variabel atau faktor yang memengaruhi suatu keadaan dapat diamati dengan metode kausal di mana analisis regresi merupakan salah satu model dari metode kausal ini. Regresi merupakan model matematik yang memanfaatkan data pada masa yang lampau untuk menganalisis bentuk pola suatu variabel terhadap variabel yang lain, yang dapat digunakan dalam meramalkan pola kejadian pada masa yang akan datang [15].

Peramalan beban listrik menggunakan regresi linier selain dapat meramalkan, metode ini juga dapat digunakan untuk melihat seberapa besar pengaruh yang diberikan oleh variabel bebas terhadap variabel terikat serta dapat diketahui arah hubungan antara variabel terikat dan variabel bebas apakah positif atau negatif [16].

Model hubungan antara variabel bebas atau independen dan variabel terikat atau dependen dapat diperoleh dari analisis regresi linier (*linear regression*). Apabila hanya terdapat satu variabel bebas dalam model tersebut maka teknik itu disebut sebagai regresi linier sederhana sedangkan apabila variabel bebasnya lebih dari satu variabel maka model teknik itu disebut sebagai regresi linier berganda atau yang biasa disebut *multiple linear regression*[15].

Penelitian Wati, Sebayang dan Sitepu (2013) tentang peramalan jumlah produksi, regresi linier berganda lebih akurat jika dibandingkan dengan metode

fuzzy logic. Di mana nilai dari rata-rata kesalahan dari regresi linier sebesar 9,383% sedangkan *fuzzy* sebesar 20,748% [17].

Pada penelitian Amrin (2016) tentang peramalan tingkat inflasi, regresi linier berganda lebih baik jika dibandingkan dengan *neural network*. Hal ini dapat dilihat pada nilai MSE regresi linier sebesar 0,0023 sedangkan *neural network* sebesar 0,0069 [18].

Pada saat analisis regresi variabel terikat atau variabel dependen merupakan variabel yang akan diramalkan seperti penjualan atau permintaan suatu produk, variabel terikat ini besarnya dipengaruhi oleh variabel bebas atau independen variabel. Hubungan antara variabel terikat dan juga variabel bebas dapat dinyatakan dalam suatu fungsi [19].

Persamaan dari regresi linier sederhana dinyatakan seperti persamaan yang ada di bawah ini

$$Y = a + bX \quad (2. 1)$$

di mana:

Y = Variabel Akibat (*Dependent*)

X = Variabel Penyebab (*Independent*)

a = Konstanta

b = Besaran respons yang ditimbulkan oleh *predictor*

Pada penelitian ini beban listrik yang akan diramalkan merupakan variabel Y dan X merupakan variabel temperatur. Variabel a merupakan konstanta regresi dan variabel b merupakan koefisien regresi.

Untuk memperoleh persamaan 2.1 maka hal pertama yang perlu dicari yaitu konstanta dan koefisien regresi adapun rumus untuk menghitung variabel tersebut seperti rumus di bawah ini [20]:

$$a = \bar{Y} - b \bar{X} \quad (2.2)$$

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (2.3)$$

di mana :

n = jumlah data

Korelasi antara variabel terikat dan variabel bebas dapat di uji menggunakan uji koefisien korelasi (R). Suatu model regresi dikatakan memiliki korelasi yang kuat apabila nilai R nya berada di atas 0 sampai 1, jika nilainya mendekati 1 maka hubungan antara variabel bebas dan terikat semakin erat [21].

Tabel 2. 1 Interpretasi Koefisien Korelasi [22]

Nilai Koefisien Korelasi	Interprestasi
0,1 - 0,199	Sangat Rendah
0,20 - 0,399	Rendah
0,40 - 0,599	Sedang
0,60 - 0,799	Kuat
0,80 - 1,000	Sangat Kuat

Pengukuran besar kontribusi variabel bebas memengaruhi variabel terikat dapat diukur dengan cara uji koefisien determinasi (R^2). Nilai koefisien determinasi yang semakin mendekati satu menunjukkan variabel bebas yang semakin memengaruhi variabel terikatnya. Sedangkan apabila koefisien determinasi semakin mendekati nol hal tersebut menunjukkan bahwa variabel bebas tidak terlalu memengaruhi variabel terikatnya [22].

P value apabila nilainya lebih kecil dari pada taraf signifikansi yaitu 0,05 maka variabel tersebut berpengaruh secara signifikan. Sebaliknya, jika nilai dari *P value* lebih besar dari 0,05 maka variabel bebas tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat [23].

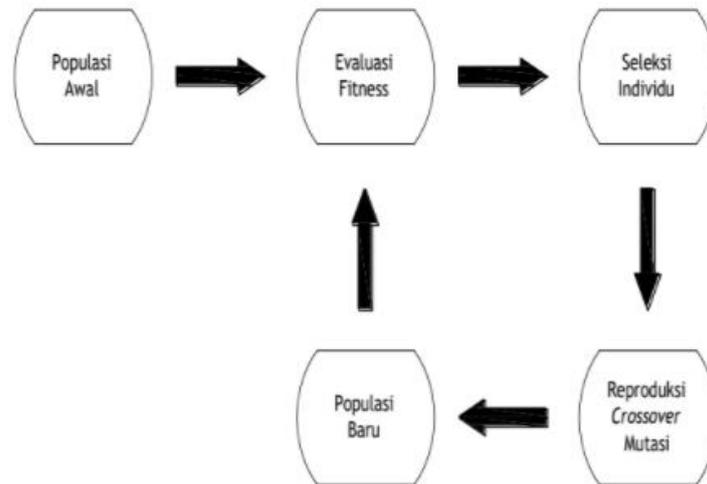
2.6 Algoritma Genetika

Algoritma genetika merupakan suatu metode yang memanfaatkan teori evolusi untuk menghasilkan suatu solusi terbaik. Prosesnya berupa proses reproduksi yang terdiri dari penyilangan dan mutasi serta proses seleksi gen secara natural. Induk – induk yang akan diikutkan dalam proses reproduksi dibangkitkan secara acak, yang hasil dari reproduksinya merupakan anak atau *child* yang akan melalui proses seleksi.

Bagian-bagian gen dari induk yang terbaik akan dihasilkan pada setiap iterasi. Pengambilan gen induk yang terbaik diharapkan dapat menghasilkan gen offspring atau anak yang memiliki nilai *fitness* yang lebih baik. Populasi baru yang lebih baik dari populasi awal merupakan tujuan utama dari algoritma genetika ini. [24].

Pada algoritma genetika ini terdapat beberapa definisi umum yang digunakan dan harus dipahami sebelumnya, antara lain [24]:

1. Gen adalah nilai yang menyusun suatu individu dalam populasi
2. Individu adalah kumpulan dari beberapa gen yang akan membentuk suatu nilai untuk dijadikan sebagai solusi yang mungkin dari suatu permasalahan
3. Populasi adalah kumpulan individu yang akan diproses dalam proses evolusi
4. *Fitness* adalah nilai yang menyatakan seberapa baik nilai dari suatu individu yang didapatkan
5. Seleksi adalah prosedur untuk memilih calon induk ataupun solusi yang terbaik
6. Penylangan adalah suatu prosedur pertukaran gen dari induk satu dengan induk satu yang lainnya
7. Mutasi adalah suatu prosedur penggantian nilai pada gen yang terpilih
8. Generasi adalah proses perulangan di mana terjadi proses evolusi tersebut
9. *Offspring* adalah hasil dari proses algoritma genetika atau proses evolusi



Gambar 2 . 1 Siklus Algoritma Genetika [25]

Proses awal dari algoritma genetika yaitu dengan membangkitkan populasi awal. Penentuan nilai pada setiap gen pada populasi dilakukan dengan cara memberikan batasan nilai pada masing – masing gen. Setiap individu yang ada pada populasi kemudian ditentukan nilai *fitness*-nya masing – masing sehingga dapat dilihat individu mana yang memiliki *fitness* terbaik dan terburuk. Dua individu terbaik dari hasil seleksi kemudian disilangkan (*crossover*) satu sama lain. Dua individu baru ini kemudian melalui proses mutasi. Proses mutasi dilakukan dengan menerapkan laju mutasi. Jika nilai acak pada gen memiliki nilai yang lebih kecil dari laju mutasi, maka gen tersebut akan dimutasi. Proses mutasi dilakukan dengan mengganti nilai gen yang terpilih untuk dimutasi dengan nilai gen baru. Setelah proses mutasi, maka dilakukan proses penghitungan nilai *fitness* kemudian regenerasi [26].

Jumlah populasi sangat memengaruhi kinerja dari metode algoritma genetika. Jumlah populasi yang terlalu kecil tidak menyediakan cukup tempat untuk pencarian dari solusi suatu permasalahan sehingga akan sulit untuk

mendapatkan hasil yang optimal tetapi apabila ukuran populasi terlalu besar akan menyebabkan proses algoritma genetika memakan waktu yang lama. Jumlah populasi yang baik itu tergantung dari permasalahan yang ada berdasarkan sumber yang ada jumlah populasi yang baik berada di antara 30 sampai dengan 1000 individu dalam suatu populasi [27].

Jumlah generasi merupakan jumlah perulangan dilakukannya prosedur reproduksi atau perkawinan dan proses seleksi dengan menghitung nilai *fitness*. Jumlah generasi ini memengaruhi hasil dari solusi yang dihasilkan dari metode algoritma ini, seperti halnya dengan jumlah individu, apabila jumlah generasi yang diterapkan besar dapat mengarah ke solusi yang terbaik tetapi memakan waktu yang lama untuk menyelesaikan proses algoritma genetika. Probabilitas mutasi atau laju mutasi digunakan untuk menentukan tingkat mutasi yang terjadi. Adapun mengenai nilai laju mutasi yang baik adalah berada dalam rentang 0,01 sampai dengan 0,3 [28].

2.7 Kesalahan (*Error*) Pada Peramalan

Suatu proses peramalan pasti akan menghasilkan nilai *error* atau kesalahan karena tidak ada peramalan yang menghasilkan hasil peramalan yang sempurna telah dicoba macam – macam metode peramalan. Nilai error dari suatu dihitung agar dapat diketahui bagaimana kinerja dari model peramalan tersebut.

Suatu metode peramalan dikatakan tepat apabila model peramalan tersebut telah menghasilkan hasil peramalan yang nilai *error* yang kecil pada saat digunakan untuk meramalkan data yang telah diketahui [29].

2.7.1 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) merupakan ukuran ketepatan relatif yang digunakan untuk mengetahui persentase penyimpangan hasil peramalan. Semakin kecil nilai MAPE maka semakin kecil kesalahan hasil peramalan atau prediksi, sebaliknya apabila nilai MAPE besar semakin tidak akurat pula hasil peramalan. Adapun kriteria nilai MAPE dapat pada gambar 2.3 MAPE dapat dihitung dengan rumus berikut [30]:

$$\text{MAPE} = \left(\frac{1}{n} \sum \frac{|Actual - Prediction|}{Actual} \right) \times 100\% \quad (2.4)$$

di mana :

n = jumlah data

Tabel 2. 2 Rentang Nilai MAPE [30]

Range MAPE	Arti
< 10 %	Kemampuan Model Peramalan Sangat Baik
10 - 20 %	Kemampuan Model Peramalan Baik
20 - 50 %	Kemampuan Model Peramalan Layak
> 50 %	Kemampuan Model Peramalan Buruk

2.7.2 Mean Squared Error (MSE)

Mean Squared Error (MSE) merupakan kesalahan nilai tengah kuadrat atau rata – rata kesalahan peramalan yang dikuadratkan, semakin kecil nilai MSE maka semakin kecil kesalahan hasil peramalan atau prediksi. MSE dapat dihitung dengan rumus berikut [31]:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum (Actual-Prediction)^2 \quad (2. 5)$$

di mana :

n = jumlah data