

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Forecasting*

Peramalan merupakan usaha untuk melihat situasi dan kondisi pada masa yang akan datang dengan cara memperkirakan pengaruh situasi dan kondisi pada masa yang akan datang terhadap perkembangan di masa yang akan datang.

Tersine (1994) menjelaskan bahwa peramalan adalah sebuah prediksi, proyeksi, atau estimasi dari ketidakpastian masa depan. Pada umumnya kegiatan peramalan adalah sebagai berikut:

1. Sebagai alat bantu dalam perencanaan yang efektif dan efisien.
2. Untuk menentukan kebutuhan sumber daya di masa mendatang.
3. Untuk membuat keputusan yang tepat.

2.1.1 Kegunaan dan Peranan Peramalan

Kegunaan dari peramalan terlihat pada saat pengambilan keputusan. Keputusan yang baik adalah keputusan yang didasarkan atas pertimbangan apa yang akan terjadi pada waktu keputusan itu dilaksanakan. Apabila kurang tepat ramalan yang kita susun, maka masalah peramalan juga merupakan masalah yang selalu kita hadapi. (Ginting, 2007).

2.1.2 Jenis Peramalan

Pada umumnya peramalan dapat dibedakan dari beberapa segi tergantung dan cara melihatnya. Apabila dilihat dari sifat penyusunannya, maka peramalan dapat dibedakan atas dua macam :

1. Peramalan yang subjektif, yaitu peramalan yang didasarkan atas perasaan atau intuisi dari orang yang menyusunnya.
2. Peramalan yang objektif, yaitu peramalan yang didasarkan atas data yang relevan pada masa lalu, dengan menggunakan teknik-teknik dan metode-metode dalam penganalisaan data tersebut.

2.1.3 Langkah-Langkah Peramalan

Peramalan yang baik adalah peramalan yang dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah atau prosedur penyusunan yang baik. Pada dasarnya ada tiga langkah peramalan yang penting, yaitu :

1. Menganalisa data yang lalu. Analisa ini dilakukan dengan cara membuat tabulasi dari data yang lalu. Dengan tabulasi tersebut dapat diketahui pola dari data tersebut.
2. Menentukan metode yang dipergunakan.
3. Memproyeksikan data yang lalu dengan menggunakan metode yang digunakan, dan mempertimbangkan adanya beberapa faktor perubahan.

2.1.4 Tingkat Ketepatan / Akurasi Peramalan

Setelah menerapkan metode peramalan selanjutnya melakukan validasi menggunakan beberapa indikator indikator. Beberapa indikator yang sering digunakan adalah sebagai berikut :

1. *Mean Absolute Deviation* (MAD)

Metode yang digunakan untuk melakukan evaluasi peramalan dengan melihat dari jumlah-jumlah kesalahan yang bersifat absolut. Mean Absolute Deviation (MAD) melakukan pengukuran ketepatan peramalan dengan menghitung rata-rata error dugaan (nilai sepenuhnya dari setiap kesalahan) [11]. MAD digunakan untuk mengukur tingkat error peramalan dalam kesamaan unit sebagai deret asli. Rumus yang digunakan untuk melakukan perhitungan MAD yaitu :

$$MAD = \frac{\sum |D_t - F_t|}{n}$$

2. *Mean Square Error* (MSE)

Mean Squared Error (MSE) merupakan salah satu metode lainnya untuk melihat keakurasian peramalan. Setiap kesalahan yang terjadi atau sisa akan dikuadratkan. Selanjutnya melakukan penjumlahan dan penambahan dengan jumlah total observasi. Metode ini melakukan pengaturan error peramalan yang besar karena setiap kesalahan akan dikuadratkan. Metode MSE akan

mendapatkan hasil dari banyak kesalahan sedang yang kemungkinan akan lebih baik untuk kesalahan kecil, tetapi terkadang juga menghasilkan perbedaan yang cukup signifikan [12].

$$MSE = \frac{\sum (D_t - F_t)^2}{n}$$

3. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) merupakan suatu metode yang melakukan perhitungan dengan menjadikan kesalahan sebenarnya untuk setiap periode dibagi dengan jumlah nilai observasi berdasarkan fakta pada periode saat itu juga. Selanjutnya, menghitung rata - rata error persentase absolut tersebut. Metode ini sangat tepat ketika jumlah variabel peramalan merupakan hal penting dalam melakukan evaluasi keakuratan peramalan. Metode ini membuktikan seberapa besar error dalam peramalan jika membandingkan dengan nilai real [13].

$$MAPE = \frac{\sum \frac{|e_t|}{X_t} * 100\%}{n} = \frac{\sum \frac{|X_t - F_t|}{X_t} * 100\%}{n}$$

2.2 Exponential Smoothing

1. Single Exponential Smoothing

Suatu teknik atau metode peramalan yang melakukan proses aktivitasnya secara terus menerus memperbaiki suatu peramalan dengan rata-rata (menghaluskan = smoothing) nilai data aktual dari masa lalu dengan cara menurun (exponential) [14]. Rumus sederhana Exponential Smoothing adalah sebagai berikut :

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t$$

Dimana :

- t = periode saat ini
- α = Konstanta Exponential Smoothing
- X_t = Permintaan pada periode t
- F_t = Peramalan pada periode t
- F_{t+1} = Peramalan untuk periode yang akan datang

2. *Double Exponential Smoothing (Brown)*

Dasar dari pemulusan (Smoothing) eksponensial Brown hampir sama dengan Moving Averages, dengan memiliki dua nilai pemulusan, yaitu single dan double yang berasal dari data aktual dan jika terdapat unsur tren, kemudian perbedaan antara nilai single smoothing dan double smoothing bisa ditambahkan pada nilai pemulusan single yang kemudian disesuaikan untuk tren [15]. Dalam teknik atau metode ini dengan melakukan dua kali proses smoothing, adapun prosedur persamaan yang dipakai sebagai berikut :

$$S'_t = \alpha \cdot X_t + (1 - \alpha) \cdot S'_t - 1$$

$$S''_t = \alpha \cdot S'_t + (1 - \alpha) \cdot S''_t - 1$$

$$a_t = 2S'_t - S''_t$$

$$b_t = \left(\frac{\alpha}{1 - \alpha} \right) (S'_t - S''_t)$$

$$F_{t+m} = a_t + b_{tm}$$

Dimana :

X_t = nilai permintaan pada periode t

S'_t = nilai single exponential smoothing

S''_t = nilai double exponential smoothing

M = jumlah periode yang diramalkan

α = parameter exponential smoothing

a_t, b_t = Konstanta smoothing

F_{t+m} = peramalan untuk periode m yang akan datang

2.3 **Fuzzy Logic**

Secara bahasa *Fuzzy* diartikan kabur atau samar samar. Oleh karena itu *Fuzzy* merupakan suatu nilai dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan. Menurut Sutojo, dkk (2011: 211) konsep tentang logika fuzzy diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh pada 1962, Logika fuzzy adalah metodologi sistem control pemecahan masalah, yang cocok untuk diimplementasikan pada sistem, mulai dari sistem yang sederhana, sistem kecil, embedded system, jaringan PC, multi-channel atau workstation berbasis akuisisi data, dan sistem control [12].

Dalam fuzzy dikenal derajat keanggotaan dengan rentang nilai 0 (nol) hingga 1 (satu). Berbeda dengan himpunan tegas yang memiliki nilai 1 atau 0 (ya atau tidak). Logika fuzzy merupakan salah satu cara tepat yang berfungsi untuk memetakan suatu ruang input kedalam suatu ruang output dan mempunyai nilai kontinyu. Keuntungan menggunakan teori logika fuzzy adalah kemampuannya dalam proses penalaran secara bahasa (linguistic reasoning), misalkan besaran kecepatan laju kendaraan yang diekspresikan dengan pelan, agak cepat, cepat, dan sangat cepat.

Dengan menggunakan *Fuzzy Inference System* didapatkan sebuah kerangka kerja perhitungan berdasarkan konsep teori himpunan fuzzy dan pemikiran fuzzy yang berfungsi untuk menarik kesimpulan atau keputusan. Komponen yang digunakan dalam logika fuzzy diantaranya adalah

1. Variabel Fuzzy

Variabel Fuzzy adalah variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem fuzzy. Yang termasuk variable fuzzy misalnya umur, berat badan, tinggi badan, dan lainnya.

2. Himpunan Fuzzy

Yang dimaksud dengan himpunan fuzzy adalah suatu grup yang mewakili kondisi tertentu atau suatu keadaan dalam suatu variabel fuzzy.

3. Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang dapat dilakukan pengoperasian dalam suatu variabel fuzzy.

4. Domain

Domain adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy.

5. Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan titik-titik pemetaan untuk menginput data ke dalam nilai keanggotaannya yang memiliki interval antara 0 sampai 1.

Terdapat berbagai macam fungsi yang digunakan dalam logika fuzzy. Pertama representasi linier, yaitu pemetaan input kederajat keanggotaan yang digambarkan sebagai garis lurus. Kedua terdapat representasi kurva segitiga yang

merupakan gabungan antara dua garis linier. Selanjutnya terdapat representasi kurva trapesium yang merupakan berbentuk kurva segitiga, akan tetapi terdapat titik dengan nilai keanggotaannya 1. Terakhir terdapat representasi bentuk bahu yang merupakan daerah yang terletak ditengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga.

Beberapa kelebihan menggunakan logika fuzzy yang dapat kita jadikan alasan untuk menggunakan metode ini. Pertama, konsep logika fuzzy mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran fuzzy sangat sederhana dan mudah dimengerti. Kedua, logika fuzzy sangat fleksibel serta memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat. Selain itu logika fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks. Dengan menggunakan logika fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan. Terakhir logika fuzzy dapat bekerjasama dengan berbagai teknik kendali secara konvensional dan didasarkan pada Bahasa alami.

2.4 Bahasa Pemrograman Python

Python merupakan bahasa pemrograman yang *freeware* atau perangkat bebas dalam arti sebenarnya, tidak ada batasan dalam penyalinannya atau mendistribusikannya. Lengkap dengan *source code*, *debugger* dan *profiler*, antarmuka yang terkandung di dalamnya untuk pelayanan *user interface*, fungsi sistem, GUI dan basis datanya. Pada Gambar 3.2 merupakan Logo dari Bahasa Pemrograman Python.



Gambar 2. 1 Logo Python

Python diciptakan pada tahun 1990 oleh Guido van Rossum. Bahasa level tinggi, stabil, dinamis, orientasi objek dan *cross platform* adalah karakteristik yang membuat Bahasa python disukai oleh banyak pengembang. Tidak seperti

bahasa lain yang susah untuk dibaca dan dipahami, python lebih menekankan pada keterbacaan kode agar lebih mudah untuk memahami sintaks. Hal ini membuat python sangat mudah dipelajari baik untuk pemula maupun untuk yang sudah menguasai Bahasa pemrograman lain. Bahasa pemrograman python berjalan dikebanyakan *hardware* dan system operasi, sehingga kebanyakan Komputer biasa menjalankannya. Bahasa pemrograman Python saat ini dikembangkan dan dikelola oleh suatu tim relawan dengan nama *Python Software Foundation* [16].

2.4.1 Fitur yang dimiliki Python

Sisi utama yang membedakan Python dengan bahasa lain adalah dalam hal aturan penulisan kode program. Bagi para programmer yang tidak terbiasa menggunakan python akan dibingungkan dengan aturan indentasi, tipe data, *tuple*, dan *dictionary*. Python memiliki kelebihan tersendiri dibandingkan dengan bahasa lain terutama dalam hal penanganan modul, ini yang membuat beberapa programmer menyukai python. Selain itu python merupakan salah satu produk yang *open source*, gratis, dan multiplatform. Beberapa fitur yang dimiliki Python adalah sebagai berikut:

1. Memiliki kepustakaan yang luas. Dalam distribusi Python telah disediakan modul-modul siap pakai untuk berbagai keperluan.
2. Memiliki tata bahasa yang jernih dan mudah dipelajari.
3. Memiliki aturan layout kode sumber yang memudahkan pengecekan, pembacaan kembali dan penulisan ulang kode sumber.
4. Berorientasi obyek.
5. Memiliki sistem pengelolaan memori otomatis (*garbage collection*, seperti java) modular, mudah dikembangkan dengan menciptakan modul-modul baru. Modul-modul tersebut dapat dibangun dengan bahasa Python maupun C/C++.
6. Memiliki fasilitas pengumpulan sampah otomatis, seperti halnya pada bahasa pemrograman Java,

7. Python memiliki fasilitas pengaturan penggunaan ingatan komputer sehingga para pemrogram tidak perlu melakukan pengaturan ingatan komputer secara langsung.

2.4.2 Anaconda

Anaconda merupakan sebuah distribusi bahasa pemrograman Python dari *Continuum Analytics* yang berisi paket Python ditambah beberapa paket tambahan untuk keperluan komputasi ilmiah (*scientific computing*) seperti *data science*, *machine learning*, *data processing* skala-luas, analisis prediksi, dan lain sebagainya dalam satu distribusi *platform* yang *user friendly*. Pada Gambar 3.3 menunjukkan tampilan Logo dari Anaconda.



Gambar 2. 2 Logo Anaconda

Anaconda diciptakan agar mempermudah pengguna manajemen paket python. Dengan menggunakan Anaconda, maka versi dari paket yang ada, di manajemen oleh package management system conda.

2.4.3 JetBrains Pycharm

IDE yang cukup populer dikalangan developer Python adalah PyCharm. PyCharm sendiri memiliki dua versi yaitu *Professional Edition* dan *Community Edition*. PyCharm *Professional Edition* merupakan versi berbayar dari PyCharm dan *Community Edition* merupakan versi gratis yang tersedia bagi komunitas python dengan lisensi Apache 2. Pycharm digunakan sebagai tool dalam pensimulasian ini. Pada Gambar 3.4 berikut merupakan tampilan Logo dari Pycharm.



Gambar 2. 3 Logo Pycharm

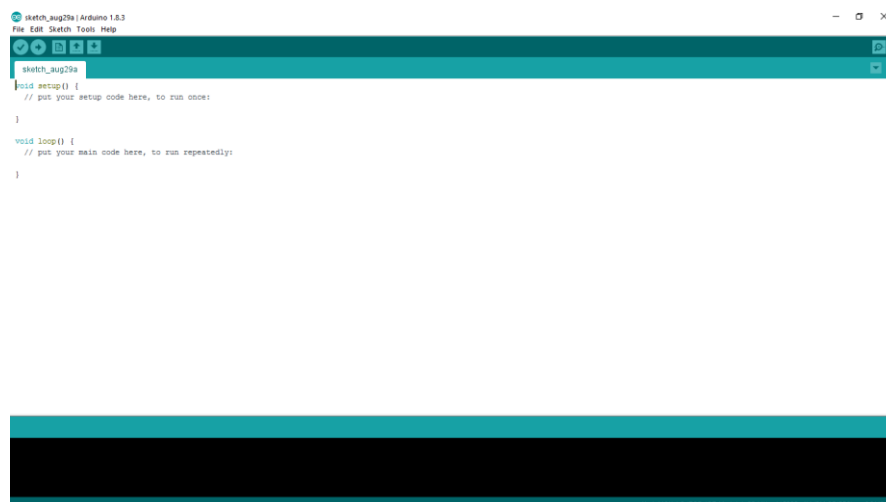
2.5 Arduino IDE

Modul Arduino merupakan open-source platform prototyping. Arduino merupakan sistem mikrokontroler yang relatif mudah dan cepat dalam membuat aplikasi elektronika maupun robotika [17].

Pendekatan pemrograman yang paling umum adalah dengan menggunakan Arduino IDE, yang memanfaatkan bahasa pemrograman C. Arduino IDE adalah *software* yang ditulis menggunakan java. Arduino IDE terdiri dari:

1. *Editor program*, sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.
2. *Verify/Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *processing*) menjadi kode biner.
3. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori mikrokontroler di dalam papan arduino.

Berikut ini adalah tampilan software Arduno IDE:



Gambar 2. 4 Tampilan Arduino IDE

2.6 Penelitian-Penelitian Sebelumnya

Pada tabel 2.1 menunjukkan penelitian-penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan. Hal tersebut dibutuhkan sebagai bahan pertimbangan pembuatan tugas akhir.

Tabel 2. 1 Penelitian-Penelitian Sebelumnya

No	Peneliti (Tahun)	Judul	Metode / Alat	Hasil
1.	Rinto Lissa, Andeka Rocky Tanaamah, Alz Danny Wowor (2015)	Kombinasi Algoritma Peramalan Indeks Musim Dan Pengembangan Fuzzy-Mcdm Dalam Memprediksi Kecocokan Tanaman Pangan Di Salatiga [8]	Ramalan Indeks Musim dan Fuzzy-MCDM	Kombinasi algoritma peramalan indeks musim dan fuzzy MCDM dapat digunakan sebagai pengambilan keputusan dalam menentukan kecocokan tanaman pangan untuk berbagai kondisi iklim dengan menggunakan kriteria Curah hujan, Kelembaban, dan Temperatur di kota Salatiga.
2.	Suryasankar Ramalakshmi Palani, Kannapiran B. dan Devaraj Durairaj (2020)	Fuzzy classifier model to know the sustainability of aquatic organisms and to forecast the aqua farmers [18]	Fuzzy Classifier	Model yang dikembangkan dapat digunakan sebagai alat sekaligus mengotomatiskan budidaya udang dengan cara sebagai berikut: memberikan status air tambak secara kontinyu, membantu pemeliharaan preventif untuk menghindari kerugian ekonomi, dan rekomendasi untuk membuat kualitas air tambak dalam batas yang dapat diterima.

3.	Nur Sidik (2010)	Forecasting Volume Produksi Tanaman Pangan, Tanaman Perkebunan Rakyat Kab. Magelang dengan Metode Exponential Smoothing Berbantu Minitab[19]	Exponential Smoothing	Menghasilkan Ramalan tanaman pangan dan tanaman perkebunan rakyat untuk tahun 2011.
4.	Esriska dan M. M. Nizam (2016)	Peramalan Produksi Sayuran Di Kota Pekanbaru Menggunakan Metode Forecasting [20]	trend moment dan single exponential smoothing	Pada metode trend moment persentase kesalahan peramalan pada data produksi sayuran di Kota Pekanbaru yaitu 3,34%, sedangkan pada metode single exponential smoothing persentase kesalahan peramalan yang terbaik adalah 3,0 yaitu sebesar 9,57 %.
5.	Sigit Wahyu, Fhira Nhita dan Adiwijaya (2016)	Implementation of Local Regression Smoothing and Fuzzy- Grammatical Evolution on Rainfall Forecasting for Rice Planting Calendar [21]	Local Regression Smoothing (LRS) dan Fuzzy- Grammatical Evolution	Lokal Regresi Smoothing sebagai metode preprocessing untuk kelancaran data dan menghapus nilai ekstrim, Kemudian tahap pembelajaran menggunakan Fuzzy Grammatical Evolution berjalan dengan baik untuk menghasilkan parameter berupa probabilitas crossover optimal dan probabilitas mutasi