

JURNAL

SISTEM CERDAS & REKAYASA (JSCR)



Vol.7, Issue 1, 2025



Fakultas Teknik
Universitas Widyakartika
Jl. Sutorejo Prima Utara II/1
Surabaya, 60113

<http://ojs.widyakartika.ac.id/index.php/jscr/>

ISSN 2656-7504



e-Jurnal Sistem Cerdas dan Rekayasa (JSCR)

ISSN: 2656-7504

Jurnal ini adalah Jurnal Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat bidang Elektro dan Sains Informatika. Jurnal Sistem Cerdas dan Rekayasa adalah jurnal dengan terbitan dua kali dalam setahun (Februari dan Agustus). Jurnal ini didukung oleh peer review untuk mendukung kualitas dari artikel yang diterbitkan. Jurnal ini mencoba menjembatani hasil kegiatan penelitian dan pengabdian antara perguruan tinggi dengan ilmu praktis pada masyarakat khususnya dalam bidang rekayasa teknologi terapan, bidang elektro dan sains informatika serta sistem informasi yang tidak terbatas pada cakupan penelitian sebagai berikut: Information Systems, Web Technology, Computer Networks, Artificial Intelligence, and Multimedia.

Focus and Scope

e- Jurnal Sistem Cerdas dan Rekayasa ini bertujuan untuk:

1. Mempromosikan segala karya ilmiah yang dihasilkan dengan pendekatan ilmu pengetahuan, teknologi dan seni (ipteks) berbasis manajemen secara berkelanjutan. Cakupan keilmuan yang didukung adalah lebih kepada bidang-bidang teknik dan serta pemberdayaan masyarakat berbasis iptek
2. Mengembangkan pertukaran informasi dan keilmuan akademik diantara lembaga-lembaga berbasis ilmiah yang sebidang lainnya.
3. Mendorong para akademisi, peneliti, pengabdian masyarakat, ilmuwan, dan para ahli untuk berkegiatan ilmiah serta mempublikasikannya. Dewan Redaksi e-Journal JSCR mengundang anda semua untuk berperan baik sebagai pembaca, penulis, maupun reviewer dalam jurnal ini.

Dewan redaksi akan melakukan proses pengeditan dan pengulasan atas setiap tulisan, ulasan, dan karya ilmiah yang masuk melalui editor dan *reviewer* yang ditunjuk oleh Dewan.

Journal Contact

Mailing Address

Fakultas Teknik

Universitas Widya Kartika

Jl. Sutorejo Prima Utara II/1, Surabaya, 60113.

Principal Contact

Yonatan Widiyanto, S.Kom, M.Kom

Jl. Sutorejo Prima Utara II/1 Surabaya, Jawa Timur, Indonesia.

Phone: 031-5922403, 5926359

Cellphone: 08164291297

Fax. 031-5925790

<http://ojs.widyakartika.ac.id/index.php/jscr>

Email: jscr@widyakartika.ac.id

ISSN : 2656-7504



Penanggung Jawab

- F. Priyo Suprobo, S.T., M.T
Rektor, Universitas Widya Kartika, Indonesia
- Ririn Dina Mutfianti, S.Kom, M.Kom
Dekan Fakultas Teknik, Universitas Widya Kartika, Indonesia

Tim Editor

(Fakultas Teknik, Universitas Widya Kartika, Indonesia)

Reviewer

- Yulius Hari, S.Kom, M.Kom, MBA (Ketua)
- Dr. Ir. Tamaji, M.T
- Drs. Darmanto, M.Sc
- Robby Kurniawan Budhi, S.Kom., M.Kom.

Sekretariat

- Yonatan Widiyanto, S.Kom, M.Kom.

Publikasi

- Erwin Dhaniswara , S.Kom., M.Kom.
- Unit Perpustakaan

Editor

- Indra Budi Trisno, S.T., M.Kom.
- Agus Prayitno, S.Kom., M.T.
- Dwi Taufik Hidayat, S.Kom., M.Kom.
- Eddy Lybrech Talakua, S.T., M.T.
- Rizka Hadiwiyanti, S.Kom, M.Kom, MBA.
- Didik Trisianto, S.Kom, M.Kom.

Mitra Bestari

- Dr. M. Ary Heryanto, M.Eng. (UDINUS Semarang)
- Lily Puspa Dewi, S.Kom., M.Kom. (Univ. Kristen Petra Surabaya)
- Dr. Joan Santoso, S.Kom., M.Kom. (iSTTS)
- Uce Indahyanti, S.Kom., M.Kom. (UMSIDA Sidoarjo)
- Adi Suryaputra Paramita, S.Kom., M.Kom. (Univ. Ciputra Surabaya)

Daftar Isi

No	Judul dan Penulis	Halaman
1	PREDIKSI ANGKA INFLASI DI KOTA SURABAYA MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN DENGAN METODE BACKPROPAGATION Jonathan Rafael Limanjaya, Yonatan Widiyanto	J1
2	PENERAPAN METODE FUZZY SUGENO UNTUK PREDIKSI TINGKAT KEMISKINAN DI SURABAYA Christina Azazya Josefpine, Tamaji	J2
3	PENERAPAN METODE K-MEANS UNTUK MELAKUKAN KLASTERISASI PADA DATA EKSPOR KOPI Didik Trisianto	J3
4	PENYEMPURNAAN ALGORITMA RUN-LENGTH ENCODING MENGGUNAKAN ALGORITMA BURROWS-WHEELER TRANSFORM PADA PEMAMPATAN DATA TEKS Didik Trisianto	J4
5	RANCANG BANGUN PEMESANAN MENU PADA RUMAH MAKAN BERBASIS WEB STUDI KASUS RUMAH MAKAN DAPUR KONING JAKARTA BARAT Ratna Susan, Yulius Hari, Yonatan Widiyanto	J5



Prediksi angka Inflasi di Kota Surabaya menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dengan Metode Backpropagation

Jonathan Rafael Limanjaya¹, Yonatan Widiyanto²

¹Teknik Informatika, Universitas Widya Kartika, Surabaya, Indonesia, rafaelyonathan1151@gmail.com

²Teknik Informatika, Universitas Widya Kartika, Surabaya, Indonesia,

STATUS ARTIKEL

Dikirim 5 April 2025

Direvisi 25 April 2025

Diterima 28 April 2025

Kata Kunci:

Backpropagation, Jaringan Syaraf Tiruan, Inflasi, Peramalan, Surabaya

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan memprediksi angka inflasi di Kota Surabaya menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dengan metode backpropagation. Inflasi merupakan indikator ekonomi penting yang mempengaruhi stabilitas ekonomi dan kebijakan pemerintah. Dengan kompleksitas faktor-faktor yang mempengaruhi inflasi di Surabaya, seperti harga pangan dan transportasi, diperlukan metode untuk menghasilkan prediksi yang akurat. Penelitian ini memanfaatkan data inflasi historis dari tahun 2019 hingga 2023, dan menggunakan algoritma backpropagation untuk mengurangi kesalahan prediksi secara bertahap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model JST dapat memberikan prediksi yang cukup baik, meskipun terdapat beberapa bulan dengan nilai RMSE yang digunakan sebagai metode pengujian yang tinggi, menandakan adanya ketidakakuratan dalam prediksi

1. PENDAHULUAN

Inflasi adalah sebuah kecenderungan naiknya harga barang dan jasa yang berlangsung secara terus menerus (*Inflasi Dan Indeks Harga Konsumen – Macroeconomic Dashboard*, 2017). Tingkat inflasi yang tidak terkendali dapat memengaruhi stabilitas ekonomi, daya beli masyarakat, dan kebijakan ekonomi pemerintah. Oleh karena itu, kemampuan untuk memprediksi angka inflasi dengan akurasi tinggi menjadi hal yang sangat penting bagi perencana ekonomi, pelaku usaha, dan pembuat kebijakan.

Kota Surabaya, sebagai salah satu pusat ekonomi terbesar di Indonesia, memiliki dinamika ekonomi yang kompleks, sehingga memerlukan pendekatan yang andal untuk memprediksi inflasi. Surabaya merupakan kota terbesar kedua di Indonesia setelah Jakarta, dengan kontribusi ekonomi yang signifikan terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) nasional. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), pada tahun 2022, Surabaya menyumbang sebesar 24% terhadap PDRB Provinsi Jawa Timur, yang mencapai Rp2.730 triliun (2022,BPS).

Banyak faktor yang memengaruhi angka inflasi di Surabaya, seperti harga pangan, bahan bakar, transportasi, dan kebijakan moneter. Sebagai contoh, data BPS pada 2022 menunjukkan bahwa sektor transportasi dan makanan menjadi kontributor utama dalam pergerakan inflasi di kota ini masing masing sebesar 1,5% dan 2,21% (2022,BPS). Kompleksitas hubungan antara faktor-faktor tersebut menuntut penggunaan metode prediksi yang canggih dan adaptif untuk memahami tren ekonomi dan mendukung pengambilan kebijakan yang lebih baik.

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah sebuah paradigma pengolahan informasi yang terinspirasi dari sistem kerja syaraf biologis, seperti kinerja otak, yang memproses suatu informasi. Elemen kunci dari paradigma ini adalah suatu struktur baru dari sistem pengolahan

informasi yang terdiri dari sejumlah besar elemen pemrosesan yang saling berhubungan (neuron) dan bekerjasama untuk pemecahan masalah-masalah tertentu. Sehingga JST menjadi salah satu metode yang sering digunakan dalam prediksi data ekonomi. Contoh penerapan metode ini dapat dilihat pada penelitian yang dilakukan oleh Revi, A., dkk, yang mencapai tingkat akurasi sebesar 91% dalam studi mengenai pertumbuhan industri mikro dan kecil berdasarkan provinsi (Revi, Solikhun dan Parlina, 2018). Metode JST, terutama dengan algoritma pembelajaran *backpropagation*, memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi pola non-linear dalam data historis. Hal ini menjadikan metode tersebut sangat sesuai untuk menganalisis data inflasi yang umumnya bersifat kompleks dan dipengaruhi oleh berbagai faktor. Melalui algoritma *backpropagation*, JST dapat mengurangi kesalahan prediksi secara bertahap dengan memperbarui bobot-bobot jaringan, sehingga menghasilkan model yang lebih akurat.

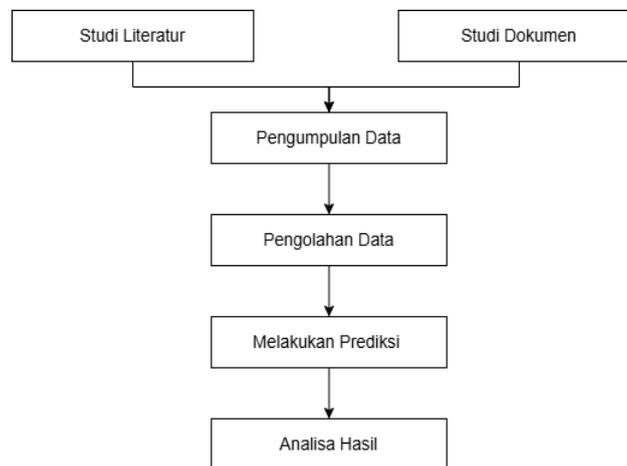
Dalam penelitian ini memanfaatkan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dengan algoritma *backpropagation* dalam memprediksi angka inflasi di Kota Surabaya. Dengan pendekatan ini, diharapkan hasil prediksi dapat memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai tren inflasi, yang dapat menjadi acuan dalam pengambilan keputusan ekonomi baik di tingkat daerah maupun nasional.

Kajian ini difokuskan pada pemanfaatan data inflasi historis Kota Surabaya sebagai data masukan, serta evaluasi akurasi model JST dalam memprediksi angka inflasi di masa depan. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan metode prediksi ekonomi yang lebih efektif dan efisien.

2. METODE

2.1 Kerangka Penelitian

Di bagian ini akan diuraikan tahapan yang dilakukan dalam penelitian untuk melakukan prediksi nilai inflasi kota Surabaya pada tahun 2019-2023 dengan menggunakan metode JST dengan algoritma *backpropagation*. Gambar 1 menunjukkan tahapan sesuai dengan penelitian ini. Berdasarkan Gambar 1 Kerangka Penelitian untuk studi ini diuraikan sebagai berikut :



Gambar 1. Kerangka Penelitian

1. Studi Literatur dan Studi Dokumen

Tahap pertama merupakan studi literatur dan studi dokumen dimana peneliti mengumpulkan data berupa data inflasi kota Surabaya pada tahun 2019 – 2023 dan juga melakukan pencarian literatur yang relevan dengan penelitian yang dibuat yang digunakan menjadi referensi untuk menulis penelitian ini. Menurut Sarwono, studi literatur adalah kegiatan mempelajari buku-buku referensi dan hasil penelitian sejenis yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya (Sarwono, 2006). Selain itu, studi dokumentasi adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan menghimpun dan menganalisis dokumen-dokumen, baik berupa dokumen tertulis, gambar, hasil karya, maupun elektronik (Nilamsari, 2014).

2. Pengumpulan Data

Pada tahap ini, peneliti mengumpulkan data yang relevan dengan penelitian yang sedang dikerjakan. Sumber data yang digunakan harus memiliki validitas dan relevansi dengan penelitian yang akan dilakukan. Dalam penelitian ini, data yang digunakan berasal dari BPS, yaitu data Inflasi Kota Surabaya dari tahun 2019 hingga 2023.

3. Pengolahan Data

Tahap ini melibatkan normalisasi data dengan metode Max Min, yang dirumuskan sebagai berikut:

$$X_{normalized} = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$$

Keterangan :

- $X_{normalized}$: data yang sudah di normalisasi
- X : nilai yang ingin di normalisasi
- X_{min} : nilai terkecil pada data
- X_{max} : nilai terbesar pada data

Penggunaan normalisasi data bertujuan untuk meningkatkan akurasi dari Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Hal ini didukung oleh penelitian Chamidah, dkk., yang menunjukkan bahwa data yang dinormalisasi menggunakan metode *Max Min* dapat menghasilkan tingkat akurasi sebesar 96,86% (Chamidah, Wiharto, dan Salamah, 2016).Lalu peneliti akan membagi data menjadi data latih dan data uji.

4. Melakukan Prediksi dengan metode Backpropagation

Pada tahap ini, peneliti melakukan prediksi menggunakan JST yang dirancang sebagai alat prediksi dengan metode *backpropagation*. Proses ini dilakukan menggunakan perangkat lunak MATLAB dengan minimal versi 2017a. Langkah pertama adalah membangun arsitektur JST dengan menentukan beberapa parameter seperti iterasi (*Epoch*), *performance goal* ,dan *Learning rate* ,lalu arsitektur tersebut akan di latih dengan menggunakan data uji .Proses pelatihan jaringan menggunakan metode backpropagation terdiri dari tiga tahap utama: feedforward dari data input, backpropagation berdasarkan error yang diperoleh, dan penyesuaian bobot sesuai aturan yang telah ditentukan. Selanjutnya, dilakukan perhitungan error untuk menentukan apakah output jaringan yang dilatih telah mencapai target performa. Jika nilai error lebih kecil dari target performa, jaringan akan diuji menggunakan data uji. Namun, jika error lebih besar dari target performa, pelatihan jaringan atau arsitekturnya akan diulang. Setelah pengujian selesai, jika akurasi yang dihasilkan tinggi, proses pengujian dinyatakan selesai. Sebaliknya, jika akurasi masih rendah, arsitektur akan dimodifikasi, diikuti oleh pelatihan dan pengujian ulang.

5. Analisa Hasil

Tahap terakhir melibatkan analisis hasil prediksi. Pengujian dilakukan menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE) untuk menilai akurasi prediksi. RMSE digunakan dengan cara membandingkan data sebenarnya (real/target) dengan hasil prediksi yang telah dibuat.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_1 - y_n)^2}{n}}$$

Keterangan :

- RMSE : Nilai kesalahan akar kuadrat rata-rata yang digunakan untuk mengukur akurasi model prediksi.
- y₁ : Nilai sebenarnya (observasi) pada data ke-iii.
- y_n : Nilai prediksi (model) pada data ke-iii.
- N : Jumlah total data yang diamati.

Jika hasil RMSE semakin rendah maka hasil dari proses peramalan yang dilakukan sebelumnya lebih akurat. RMSE digunakan karena sudah di gunakan di penelitian sebelumnya juga mudah untuk digunakan untuk menganalisa hasil peramalan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan dan persiapan dataset

Pada tahap pertama ini merupakan tahap pengumpulan dan penyiapan dataset yang relevan dengan topik yang di pilih yaitu Inflasi Kota Surabaya. data diambil dari BPS yaitu data inflasi Kota Surabaya tahun 2019-2023. Data yang diambil hanya data inflasi perbulan saja yang akan di gunakan dalam peramalan.

Tabel 1. Tabel Data inflasi Kota Surabaya Tahun 2019-2023

Tahun	2019	2020	2021	2022	2023
Januari	0.33	0.52	0.37	0.45	0.42
Februari	-0.13	0.32	0.29	0.04	0.1
Maret	0.15	0.01	0.09	0.7	0.39
April	0.44	-0.16	0.09	0.96	0.34
May	0.18	0.21	0.33	0.49	0.14
Juni	0.21	0.28	-0.17	0.46	0.12
July	0.11	-0.41	0.2	0.58	0.15
Augustus	0.11	0.07	0.37	0.26	0.14
September	-0.02	-0.18	-0.13	1.52	0.36
Oktober	0.08	-0.02	0.2	0.07	0.27
November	0.28	0.2	0.39	0.3	0.26
December	0.60	0.5	0.65	0.58	0.31

Pada Tabel 1 merupakan data Inflasi Kota Surabaya dari Tahun 2019-2023 berdasarkan bulan dan data ini akan di gunakan untuk peramalan yang akan dilakukan

3.2 Normalisasi Data

Langkah Kedua adalah melakukan normalisasi Data dengan menggunakan Rumus *Max* dan *Min* dari data Inflasi kota Surabaya. Normalisasi dilakukan dengan tujuan untuk mengubah nilai data ke dalam range [0 ,1] agar menjaga konsistensi dan mempermudah JST untuk mengenali Pola dan Tren pada data.

Tabel 2. hasil dari Normalisasi Data Inflasi Kota Surabaya tahun 2019-2023

Tahun	2019	2021	2022	2023	2019
Januari	0.383	0.482	0.404	0.446	0.430
Februari	0.145	0.378	0.363	0.233	0.264
Maret	0.290	0.217	0.259	0.575	0.415
April	0.441	0.130	0.259	0.710	0.389
May	0.306	0.321	0.383	0.466	0.285
Juni	0.321	0.358	0.124	0.451	0.275
July	0.269	0.000	0.316	0.513	0.290
Augustus	0.269	0.249	0.404	0.347	0.285
September	0.202	0.119	0.145	1.000	0.399
Oktober	0.254	0.202	0.316	0.249	0.352
November	0.358	0.316	0.415	0.368	0.347
December	0.523	0.471	0.549	0.513	0.373

Tabel 2 merupakan hasil dari Normalisasi Data Inflasi Kota Surabaya tahun 2019-2023

3.3 Pembagian Data Latih dan Data Uji

Pada tahap ini dataset yang sudah dinormalisasi akan dibagi menjadi dua yaitu data latih dan data uji. Alasan pemisahan ini dikarenakan agar dapat terlihat proses pelatihan dan pengujian model JST, Data Latih digunakan untuk mengajarkan model JST sedangkan data uji untuk menguji keakuratan JST yang sudah di latih menggunakan data latih. Data Uji berasal dari bulan Januari 2019 – 2022 ,sedangkan data uji berasal dari tahun 2023. Data uji digunakan sebagai parameter “Jawaban benar” yang akan mengukur akurasi model JST yang dibuat.

Dalam pembagian data yang digunakan menggunakan pendekatan *Time Series Cross Validation* dengan alasan bahwa data yang di gunakan merupakan deretan waktu (*Time Series*) pendekatan ini juga di gunakan dalam penelitian oleh (Sulandari, W., Yudhanto, Y., Subanti, S., Zukhronah, E., & Subarkah, M. Z. 2024). Untuk melakukan penelitian dengan membuat forecasting model yang bentuk data yang digunakan hampir sama dengan bentuk data yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu berdasarkan deretan waktu atau *Time series*.

Tabel 3. Tabel Pembagian Data

Data Latih	Data Uji
Data Nomor 1	Data ke- 49
...	...
Data Nomor 48	Data ke- 60

Pada Tabel 3 adalah pembagian data menjadi data latih dan data uji yang terbagi menjadi nomor data nomor 1 sampai nomor 60 , untuk Data latih data yang digunakan adalah tahun

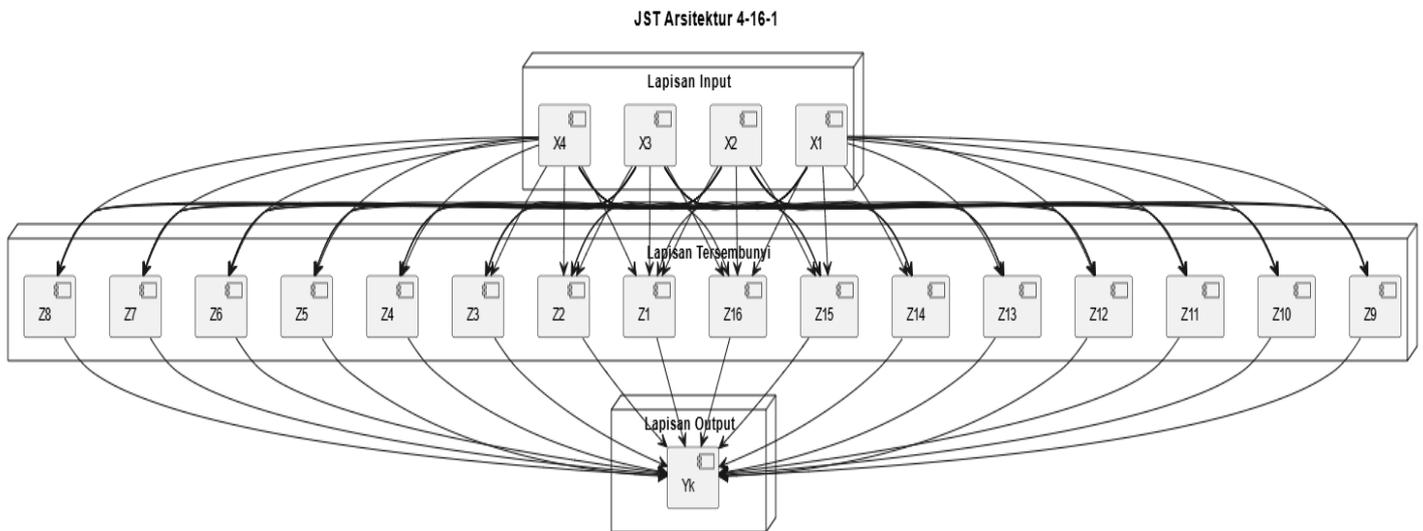
2019 bulan Januari sampai dengan tahun 2022 bulan Desember, sedangkan yang di gunakan sebagai data uji adalah tahun 2023 bulan Januari sampai bulan Desember.

3.4 Membuat Arsitektur

Pada tahap ini, arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan (JST) akan dibangun dengan mendefinisikan input, target, dan konfigurasi ukuran lapisan tersembunyi. Proses ini juga melibatkan penggunaan nilai *learning rate* sebesar 0,005 dan jumlah iterasi (*epoch*) yang ditetapkan sebanyak 10.000.

Penelitian ini akan menggunakan satu arsitektur JST yaitu 4-16-1, yang terdiri dari 4 *neuron* pada lapisan input, 16 *neuron* pada lapisan tersembunyi, dan 1 *neuron* pada lapisan output. Pemilihan konfigurasi ini didasarkan pada pertimbangan untuk menyederhanakan model dan memungkinkan analisis performa yang lebih mudah dalam meramalkan nilai inflasi di Kota Surabaya pada tahun 2023

Alasan lain karena arsitektur tersebut mempertimbangkan data yang akan di gunakan untuk pelatihan yaitu 2019-2022 sehingga menggunakan 4 neuron di layer input, lalu penggunaan 16 neuron di dasarkan pada agar kapasitas komputasi cukup saat melakukan peralamalan dan 1 neuron di bagian output layer karena peramalan memprediksi nilai inflasi tahun 2023. Gambar arsitektur yang di gunakan adalah sebagai berikut.



Gambar 2. Arsitektur JST 4 – 16 – 1

3.5 Peramalan JST menggunakan Backpropagation

Pada tahap ini, data pelatihan digunakan sebagai input dan target dalam proses pelatihan. Selama proses tersebut, jaringan akan menyesuaikan bobotnya menggunakan metode backpropagation. Selain itu, selama pelatihan berlangsung, dilakukan penyesuaian terhadap learning rate dan validation rate untuk mengoptimalkan hasil

Selanjutnya, implementasi JST dilakukan secara bertahap di MATLAB, dimulai dari memasukan data yang sudah di normalisasi dan pembagian data menjadi data latih, data uji. Kemudian, jaringan saraf dirancang menggunakan fungsi backpropagation dengan konfigurasi jumlah *hidden layer* sebanyak 16 dan neuron dengan jumlah 4. Setelah itu, jaringan dilatih menggunakan fungsi train, dan performanya dievaluasi melalui nilai *Mean Squared Error*

(MSE) dan grafik *regression* serta *performance plot*. Jika hasil pelatihan belum memuaskan, maka dilakukan pelatihan ulang hingga diperoleh hasil yang optimal.

Setelah pelatihan JST selesai, maka proses peramalan akan dimulai dengan cara sama tapi menggunakan data uji 2023. Dalam proses ini data 2023 akan di masukan pada jaringan syaraf yang di uji dan menghasilkan data sebagai berikut pada tabel 4

Tabel 4. Tabel Hasil Peramalan

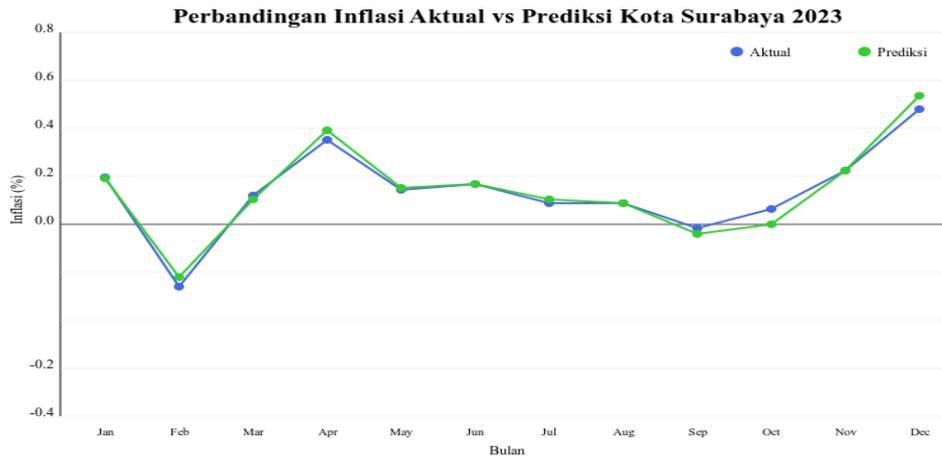
Bulan	Data Aktual	Hasil Prediksi
Januari	0.430	0.425
Februari	0.264	0.277
Maret	0.415	0.404
April	0.389	0.427
May	0.285	0.295
Juni	0.275	0.273
July	0.290	0.303
Augustus	0.285	0.287
September	0.399	0.370
Oktober	0.352	0.281
November	0.347	0.348
December	0.373	0.425

Tabel 4 merupakan hasil peramalan yang di peroleh setelah proses pelatihan jaringan dan di dibandingkan dengan data actual 2023 yang sudah di normalisasi.

Tabel 5. Tabel Hasil Peramalan

Bulan	Aktual (%)	Prediksi (%)	Selisih (%)
Januari	0.33	0.32	0.01
Februari	-0.13	-0.11	-0.02
Maret	0.15	0.13	0.02
April	0.44	0.49	-0.05
Mei	0.18	0.19	-0.01
Juni	0.21	0.21	0.00
Juli	0.11	0.13	-0.02
Agustus	0.11	0.11	0.00
September	-0.02	-0.05	0.03
Oktober	0.08	0.00	0.08
November	0.28	0.28	0.00
Desember	0.60	0.67	-0.07

Tabel 5 merupakan hasil peramalan yang di peroleh setelah di denormalisasi dan juga selisih dari prediksi dan data asli yang di dapat dari BPS. agar dapat digambarkan lebih jelas bisa melihat diagram di bawah ini



Gambar 3 Grafik Perbandingan nilai actual dan hasil prediksi

Agar dapat memvisualisasikan lebih lengkap hasil peramalan, sudah di tampilkan grafik perbandingan nilai actual dan juga nilai hasil prediksi pada Gambar 3 yang menggambarkan perbandingan data asli dengan data yang berasal dari peramalan JST yang sudah di buat dengan metode *backpropagation*.

3.6 Analisis Hasil

Untuk mengukur kinerja dari JST yang sudah di buat dengan metode *backpropagation* untuk meramalkan nilai inflasi kota Surabaya. Penelitian ini menggunakan metode Root Mean Square Error. alasan metrik ini dipilih karena sudah di gunakan dalam penelitian sebelumnya dan metode ini dapat mengukur sejauh mana keakuratan JST dengan membandingkan nilai actual dan nilai hasil prediksi. semakin rendah hasil RMSE mengindikasikan bahwa JST yang dibuat memiliki akurasi yang tinggi. Berikut merupakan hasil RMSE dari arsitektur JST yang sudah dibuat.

Tabel 6 Tabel Nilai RMSE

Bulan	Data Aktual	Hasil Prediksi	Selisih	Kuadrat Selisih	RMSE
Januari	0.430	0.425	0.005	0.000025	0.005
Februari	0.264	0.277	-0.013	0.000169	0.013
Maret	0.415	0.404	0.011	0.000121	0.011
April	0.389	0.427	-0.038	0.001444	0.038
May	0.285	0.295	-0.010	0.000100	0.010
Juni	0.257	0.273	-0.016	0.000256	0.016
July	0.250	0.303	-0.053	0.002809	0.053
Augustus	0.285	0.287	-0.002	0.000004	0.002
September	0.399	0.281	0.118	0.013924	0.118
Oktober	0.352	0.281	0.071	0.005041	0.071
November	0.347	0.348	-0.001	0.000001	0.001
December	0.373	0.425	-0.052	0.002704	0.052

Tabel 6 menyajikan hasil analisis atau hasil pengujian JST backpropagation dalam peramalan nilai inflasi kota Surabaya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa arsitektur yang di gunakan memiliki performa yang beragam saat meramalkan nilai inflasi kota Surabaya. walaupun pada beberapa bulan seperti bulan July, September, Oktober dan juga Desember dengan nilai masing-masing 0,053; 0,118; 0,071; dan 0,52 yang memiliki nilai RMSE yang cukup tinggi menandakan nilai prediksi cukup jauh dari nilai aktual. Secara keseluruhan arsitektur ini masih dapat memberikan hasil peramalan yang baik dan mengikuti tren data inflasi kota Surabaya.

4. SARAN DAN KESIMPULAN

Jaringan Syaraf Tiruan dengan metode backpropagation yang digunakan untuk memprediksi nilai inflasi kota Surabaya sudah cukup berhasil dalam melakukan peramalan. dengan memanfaatkan metode *backpropagation* yang di gunakan untuk mengoreksi bobot dan bias jaringan syaraf, dapat menghasilkan peramalan yang lebih optimal dan akurat. lalu hasil pengujian menggunakan RMSE (*Root Mean Square Error*) menunjukkan bahwa peramalan menunjukkan akurasi yang cukup baik walaupun di beberapa bulan menunjukkan nilai RMSE yang cukup tinggi yang menandakan hasil peramalan kurang akurat.

Saran yang dapat diusulkan dalam penelitian selanjutnya agar dapat menghasilkan model JST yang lebih akurat adalah

1. Menggunakan lebih dari 1 arsitektur dalam melakukan pembuatan model JST lalu memilih arsitektur dengan hasil training terbaik
2. Menambah jumlah data historis yang digunakan dalam pengujian JST agar menghasilkan model yang lebih akurat
3. Mempertimbangkan nilai input baru selain nilai inflasi karena nilai inflasi di pengaruhi oleh banyak faktor-faktor eksternal

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada Bapak Tamaji sebagai dosen pengampu mata kuliah kecerdasan buatan Universitas Widya Kartika dan juga Bapak Yonathan Widiyanto sebagai pembimbing dalam menulis jurnal dan juga pihak BPS dalam menyediakan data inflasi yang membuat penelitian ini bisa terwujud.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Chamidah, N. W. (2016). Pengaruh Normalisasi Data Pada Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagasi Gradient Descent Adaptive Gain (BPGDAG) Untuk Klasifikasi. *Jurnal Teknologi & Informasi ITSmart*, 28–33.
- Dashboard, M. (2017). *Inflasi dan Indeks Harga Konsumen*. Retrieved from Macroeconomic Dashboard: <https://macroeconomicdashboard.feb.ugm.ac.id/inflasi-dan-indeks-harga-konsumen>
- Indonesia, B. P. (2024). *Inflasi 90 Kota (Umum), 2023*. Retrieved from Badan Pusat Statistik Indonesia: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTcwOCMy/inflasi-90-kota--umum-.html>
- Jawa Timur, B. (2023). *Distribusi Persentase Produk Domestik Regional Bruto Atas Dasar Harga Berlaku Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur*. Retrieved from Badan Pusat Statistik: <https://jatim.bps.go.id/id/statistics-table/3/YVRaR1RHODBVSG9yYldGa2JFZ3lWbW8lU1>
- Mubarokh, M. F. (2020). Jaringan syaraf tiruan untuk memprediksi penjualan pakaian menggunakan algoritma backpropagation. *Journal of Computer and Information Systems Ampere*, 29-43.

- Nilamsari, N. (2014). Memahami Studi Dokumen Dalam Penelitian Kualitatif. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komunikasi*.
- Revi, A. S. (2018). Jaringan Syaraf Tiruan Dalam Memprediksi Tingkat Pertumbuhan Industri Mikro Dan Kecil Berdasarkan Provinsi. *Teknika*.
- Sarwono, J. (2006). *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*.
- Sulandari, W. Y. (2024). mplementing Time Series Cross Validation to Evaluate the Forecasting Model Performance. *KnE Life Science*, 229–238.
- Surabaya, B. P. (2021). *Laju Inflasi Di Kota Surabaya Tahun 2006-2020*. Retrieved from Badan Pusat Statistik Kota Surabaya: <https://surabayakota.bps.go.id/id/statistics-table/1/ODk4IzE=/laju-inflasi-di-kota-surabaya-tahun-2006-2020.html>
- Surabaya, B. P. (2022). *Desember 2022 Di Surabaya Mengalami Inflasi 0,58 Persen*. Retrieved from Badan Pusat Statistik Kota Surabaya: <https://surabayakota.bps.go.id/id/pressrelease/2023/01/02/304/desember-2022-di-surabaya-mengalami-inflasi-0-58-persen.html>



Penerapan Metode Fuzzy Sugeno Untuk Prediksi Tingkat Kemiskinan di Surabaya

Christina Azazya Josephine¹, Tamaji²

¹Teknik Informatika, Universitas Widya Kartika, Surabaya, Indonesia, christinajosephine06@gmail.com

²Teknik Informatika, Universitas Widya Kartika, Surabaya, Indonesia, tamajikayadi@widyakartika.ac.id

STATUS ARTIKEL

Dikirim 10 April 2025
Direvisi 24 April 2025
Diterima 28 April 2025

Kata Kunci:
Angka Kemiskinan, Fuzzy Sugeno, MAPE, Prediksi, Surabaya

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada prediksi angka kemiskinan di Kota Surabaya menggunakan metode Fuzzy Sugeno. Kemiskinan merupakan masalah kompleks yang masih dihadapi Kota Surabaya, dengan jumlah penduduk miskin yang konsisten di atas 100.000 jiwa sejak 2013 hingga 2023. Kemiskinan dapat menyebabkan beberapa orang sulit untuk memenuhi kebutuhan pokok sehari-hari. Akibat buruknya akan banyak orang yang meninggal karena kekurangan gizi dan tidak adanya tempat tinggal yang layak. Prediksi angka kemiskinan dilakukan dengan mempertimbangkan empat variabel utama: Tingkat Pengangguran Terbuka, Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja, Indeks Pembangunan Manusia, dan PDRB Perkapita dengan metode Fuzzy Sugeno. Hasil dari prediksi menunjukkan bahwa perhitungan metode fuzzy Sugeno memiliki akurasi prediksi tinggi dan dapat digunakan untuk memprediksi Tingkat kemiskinan di Surabaya untuk tahun-tahun berikutnya. Hasil prediksi ini diharapkan dapat membantu pemerintah dalam mengembangkan strategi penanggulangan kemiskinan yang lebih efektif di Kota Surabaya untuk menekan presentase kemiskinan.

1. PENDAHULUAN

Salah satu aspek penting untuk Pembangunan negara ialah kesejahteraan sosial. Negara yang maju ialah negara yang mampu meningkatkan pembangunan mereka. Kesejahteraan sosial dapat diartikan sebagai suatu keadaan di mana individu mampu untuk memenuhi seluruh kebutuhannya dan berhasil menjalin hubungan baik dengan masyarakat di sekitarnya. (Fahrudin, 2014). Kesejahteraan sosial umumnya bisa ditinjau dari beberapa aspek yang cukup relevan seperti aspek kesehatan, aspek pendidikan, aspek ketenagakerjaan, dan juga aspek kemiskinan atau pendapatan. Dari beberapa aspek tersebut, aspek kemiskinan selalu menjadi topik hangat di tengah negara Indonesia. Hal ini karena kemiskinan adalah persoalan yang cukup rumit karena mencakup berbagai aspek kehidupan, sehingga penanganan kemiskinan menjadi fokus utama. (Ferezagia, 2018).

Kemiskinan bisa terjadi di negara berkembang, termasuk negara Indonesia. Kemiskinan dapat didefinisikan sebagai keadaan di mana individu tidak mampu mencukupi kebutuhan pokok hidupnya, termasuk pangan, sandang, kesehatan (seperti obat-obatan), serta papan. (Hardinandar dalam Priseptian & Primandhana, 2022). Surabaya, kota di Indonesia yang nyatanya memiliki Tingkat kemiskinan cukup tinggi. Berdasarkan pada data Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur, jumlah penduduk miskin yang ada di Surabaya sejak 2013 sampai dengan 2023 masih menyentuh angka 100.000 jiwa dan belum ada penurunan sampai dibawah itu. Kondisi kemiskinan ini mengakibatkan berbagai macam masalah yang berkaitan dalam

kehidupan masyarakat. Tingginya angka pengangguran dan rendahnya pendapatan di kalangan masyarakat miskin akan mengakibatkan mereka kesulitan untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan pokok untuk keluarganya dan menyebabkan keluarganya banyak yang jatuh sakit dikarenakan kekurangan gizi dan berujung anak cucu mereka hidup di jalanan (Setijaningrum, 2017).

Prediksi angka kemiskinan sangat dibutuhkan agar pemerintah juga dapat terus mengusahakan berbagai cara untuk mengatasi kemiskinan di Indonesia, khususnya di Surabaya. Ada berbagai cara dan metode prediksi yang dapat digunakan dalam penentuan angka kemiskinan. Salah satu metode ialah menggunakan *Fuzzy Logic*. Ada berbagai macam Fuzzy Logic diantaranya Fuzzy Tsukamoto, Fuzzy Mamdani dan juga Fuzzy Sugeno.

Berdasarkan uraian dan permasalahan di atas, dilakukanlah penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan prediksi terhadap angka kemiskinan di Surabaya berdasar pada Tingkat Pengangguran Terbuka atau TPT, Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja atau TPAK, Indeks Pembangunan Manusia atau IPM, dan juga PDRB Perkapita. Prediksi ini dilakukan menggunakan metode Fuzzy Sugeno untuk membantu dalam penentuan angka kemiskinan di Surabaya.

2. METODE

Dalam penelitian ini, sumber data yang digunakan berasal dari publikasi resmi yang dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Timur. Adapun variabel input yang digunakan terdiri atas TPT, TPAK, IPM, dan juga PDRB Perkapita. Sedangkan untuk variable output yang digunakan ialah Jumlah Penduduk Miskin. Data yang digunakan pada penelitian ini ialah data dari tahun 2013 sampai dengan 2023. Setelah mengumpulkan data dari BPS, selanjutnya data tersebut akan digunakan untuk implementasi menggunakan metode fuzzy Sugeno dan dilakukan pengecekan dengan metode *Mean Absolute Presentage Error* (MAPE). Untuk proses mendapatkan hasil output dari fuzzy Sugeno, dibutuhkan empat tahapan yaitu fuzzifikasi, penalaran fuzzy, aturan fuzzy dan defuzzifikasi.

2.1 Pembentukan Himpunan Fuzzy (Fuzzifikasi)

Himpunan dapat didefinisikan sebagai suatu kumpulan atau kelompok objek yang memiliki karakteristik atau sifat yang sama (Salikin dalam Agustin et al, 2016). Pada himpunan fuzzy terdapat nilai keanggotaan yang memetakan elemen dari elemen satu ke derajat keanggotannya yang terletak pada nilai 0 sampai dengan 1. Nilai keanggotaan pada penelitian didapat dengan cara pendekatan menggunakan fungsi keanggotaan, yaitu melalui pendekatan representasi linier. Representasi linier dibagi menjadi dua yaitu representasi linier naik dan juga representasi linier turun.

Representasi linear naik merupakan himpunan yang dimulai dari nilai keanggotaan rendah (0) ke nilai keanggotaan tinggi (1). Fungsi keanggotaan pada linier naik seperti berikut.

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & , x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & , a \leq x \leq b \\ 1 & , x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

a = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan nol

b = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

x = nilai input yang akan diubah ke dalam bilangan fuzzy

Representasi linear turun merupakan himpunan yang dimulai dari nilai keanggotaan tinggi (1) ke nilai keanggotaan rendah (0). Fungsi keanggotaan linier turun sebagai berikut.

$$\mu[x] = \begin{cases} 1 & , x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a} & , a \leq x \leq b \\ 0 & , x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

a = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

b = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan nol

x = nilai input yang akan diubah ke dalam bilangan fuzzy

2.2 Penalaran Fuzzy

Umumnya penalaran fuzzy Sugeno sama dengan fuzzy mamdani. Perbedaan keduanya dapat dilihat dari output atau keluaran dihasilkan. Pada metode fuzzy mamdani hasil outputnya berupa himpunan fuzzy. Namun, pada metode fuzzy Sugeno hasil outputnya yang menghasilkan nilai konstanta atau persamaan linear. Fuzzy Sugeno memiliki dua jenis yaitu model fuzzy Sugeno orde-nol dan yang kedua adalah model fuzzy Sugeno orde-satu.

2.2.1 Model Fuzzy Sugeno Orde-Nol

Secara umum bentuk model fuzzy Sugeno orde-nol ialah :

IF(x_1 is A_1) AND (x_2 is A_2) AND ... AND (x_n is A_n) THEN $z=k$. Atau,

IF(x_1 is A_1) OR (x_2 is A_2) OR ... OR (x_n is A_n) THEN $z=k$.

Dengan:

A_i = Himpunan fuzzy ke-i sebagai enteseden

k = Konstanta (tegas) sebagai konsekuen

2.2.2 Model Fuzzy Sugeno Orde-Satu

Secara umum bentuk model fuzzy Sugeno orde-satu ialah :

IF(x_1 is A_1) AND (x_2 is A_2) AND ... AND (x_n is A_n) THEN $z = p_1 * x_1 + \dots + p_n * x_n + q$. Atau,

IF(x_1 is A_1) OR (x_2 is A_2) OR ... OR (x_n is A_n) THEN $z = p_1 * x_1 + \dots + p_n * x_n + q$.

Dengan:

A_i = Himpunan fuzzy ke-i sebagai enteseden

p_i = Konstanta (tegas) ke-i

q = Konstanta dalam konsekuen

2.3 Aturan Fuzzy

Jika terdapat lebih dari satu rule, maka hasil inferensi bisa didapatkan dengan menganalisis hubungan antar aturan tersebut melalui perhitungan persamaan berikut.

$$\sum_{r=1}^R \alpha_r z_r \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

R = banyaknya aturan (rule)

$\alpha_r = \alpha$ predikat ke-r

$z_r =$ Output pada anteseden aturan ke-r

2.4 Defuzzifikasi

Proses defuzzifikasi pada metode fuzzy Sugeno dilakukan dengan cara mencari nilai *Weight Average* atau rata-rata menggunakan persamaan berikut.

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i z_i}{\sum_{i=1}^n \alpha_i} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

Z = Variabel jumlah permintaan

$\alpha_i = \alpha$ predikat ke-i

z_i = output pada anteseden aturan ke-i

2.5 Mean Absolute Presentage Error (MAPE)

MAPE atau Mean Absolute Presentage Error merupakan salah satu cara untuk mengukur akurasi sebuah peramala.. Perhitungan MAPE dilakukan dengan rumus berikut.

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{x_i - F_i}{x_i} \right|}{n} * 100\% \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

x_i = nilai data asli amatan ke-i

F_i = nilai ramalan amatan ke-i

n = banyaknya data

Tahap perhitungan dilakukan dengan cara mencari selisih antara hasil output yang didapat dengan data aktual, yang menghasilkan nilai persentase absolut. Perhitungan ini dilakukan untuk setiap data pengamatan, kemudian dihitung nilai rata-ratanya. (Agustin et al, 2016).

Tabel 2.1 Pengelompokan Akurasi Prediksi MAPE

Nilai MAPE	Akurasi Prediksi
≤10%	Tinggi
10% - 20 %	Baik
20% - 50%	Masuk Akal
>50%	Rendah

Pada penelitian yang dilakukan, digunakanlah metode fuzzy Sugeno dengan menggunakan software Matlab R2024b untuk mempermudah perhitungan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan pada penelitian merupakan data historis dari Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur yaitu data TPT, TPAK, IPM dan PDRB Perkapita, serta data untuk output yaitu Jumlah Penduduk Miskin. Data yang diambil ialah data di Kota Surabaya pada tahun 2013 – 2023 yang sudah dibulatkan. Hasil pembulatan dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Data Jumlah Penduduk Miskin Tahun 2013-2023 di Surabaya

Tahun	TPT (%)	TPAK (%)	IPM	PDRB/Kapita (Ribu Rp)	Penduduk Miskin BPS (Ribu)
2013	5	68	79	116	169
2014	6	67	79	129	164
2015	7	66	79	143	166
2017	6	66	81	172	155
2018	6	67	82	187	141
2019	6	69	82	200	131
2020	10	68	82	193	146
2021	10	67	82	204	152
2022	8	70	83	226	138

2023	7	69	83	246	136
------	---	----	----	-----	-----

3.1 Proses Perhitungan Metode Fuzzy Sugeno

Proses perhitungan metode Sugeno dilakukan melalui tahap berikut.

3.1.1 Pembentukan Himpunan Fuzzy (Fuzzifikasi)

Dalam fuzzy Sugeno, variabel input dan juga output akan dibagi menjadi beberapa himpunan fuzzy, bisa dibagi menjadi 2 maupun lebih. Berikut adalah pembentukan himpunan fuzzy.

Tabel 3.2 Himpunan Fuzzy Data Penduduk Miskin Surabaya

Nama Variabel	Himpunan Fuzzy	Himpunan Semesta	Domain
TPT (%)	Rendah Sedang Tinggi	[5 – 10]	[5 – 6.5] [6 - 8] [7.5 - 10]
TPAK (%)	Rendah Sedang Tinggi	[66 - 70]	[66 – 67.5] [67 - 69] [68.5 - 70]
IPM	Rendah Sedang Tinggi	[79 – 83]	[79 – 80.5] [80 - 82] [81.5- 83]
PDRB/Kapita (Ribuan Rp)	Rendah Sedang Tinggi	[116 – 246]	[116 -170] [150 -230] [210 - 246]
Penduduk Miskin (Ribuan)	Rendah Sedang Tinggi	[131 – 169]	[131 - 150] [145 - 160] [160 - 169]

3.1.2 Penentuan Fungsi Keanggotaan

Berikut adalah cara untuk mendapatkan fungsi keanggotaan untuk tiap himpunan dari masing-masing variabel sesuai dengan rumus persamaan 2.1 dan 2.2.

- Fungsi keanggotaan untuk variabel TPT

$$\mu[x]_{Rendah} = \begin{cases} 1, & x \leq 6 \\ \frac{6.5 - x}{6.5 - 6}, & 6 \leq x \leq 6.5 \\ 0, & x \geq 6.5 \end{cases}$$

$$\mu[x]_{Sedang} = \begin{cases} 0, & x \leq 6 \text{ atau } x \geq 8 \\ \frac{x - 6}{7 - 6}, & 6 \leq x \leq 7 \\ \frac{8 - x}{8 - 7}, & 7 \leq x \leq 8 \end{cases}$$

$$\mu[x]_{Tinggi} = \begin{cases} 0, & x \leq 7.5 \\ \frac{x - 7.5}{9 - 7.5}, & 7.5 \leq x \leq 9 \\ 1, & x \geq 9 \end{cases}$$

- Fungsi Keanggotaan untuk variabel TPAK

$$\mu[x]Rendah = \begin{cases} 1, & x \leq 67 \\ \frac{67.5 - x}{67.5 - 67}, & 67 \leq x \leq 67.5 \\ 0, & x \geq 67.5 \end{cases}$$

$$\mu[x]Sedang = \begin{cases} 0, & x \leq 67 \text{ atau } x \geq 69 \\ \frac{x - 67}{7 - 67}, & 67 \leq x \leq 68 \\ \frac{69 - x}{69 - 7}, & 68 \leq x \leq 69 \end{cases}$$

$$\mu[x]Tinggi = \begin{cases} 0, & x \leq 68.5 \\ \frac{x - 68.5}{69.5 - 68.5}, & 68.5 \leq x \leq 69.5 \\ 1, & x \geq 69.5 \end{cases}$$

- Fungsi Keanggotaan untuk variabel IPM

$$\mu[x]Rendah = \begin{cases} 1, & x \leq 80 \\ \frac{80.5 - x}{80.5 - 80}, & 80 \leq x \leq 80.5 \\ 0, & x \geq 80.5 \end{cases}$$

$$\mu[x]Sedang = \begin{cases} 0, & x \leq 80 \text{ atau } x \geq 82 \\ \frac{x - 80}{81 - 80}, & 80 \leq x \leq 81 \\ \frac{81 - x}{82 - 81}, & 81 \leq x \leq 82 \end{cases}$$

$$\mu[x]Tinggi = \begin{cases} 0, & x \leq 81.5 \\ \frac{x - 81.5}{82.5 - 81.5}, & 81.5 \leq x \leq 82.5 \\ 1, & x \geq 82.5 \end{cases}$$

- Fungsi Keanggotaan untuk variabel PDRB

$$\mu[x]Rendah = \begin{cases} 1, & x \leq 150 \\ \frac{170 - x}{170 - 150}, & 150 \leq x \leq 170 \\ 0, & x \geq 170 \end{cases}$$

$$\mu[x]Sedang = \begin{cases} 0, & x \leq 150 \text{ atau } x \geq 230 \\ \frac{x - 150}{190 - 150}, & 150 \leq x \leq 190 \\ \frac{190 - x}{230 - 190}, & 190 \leq x \leq 230 \end{cases}$$

$$\mu[x]Tinggi = \begin{cases} 0, & x \leq 210 \\ \frac{x - 210}{230 - 210}, & 210 \leq x \leq 230 \\ 1, & x \geq 230 \end{cases}$$

3.1.3 Pembentukan aturan / rules Fuzzy

Pembentukan rules diperoleh dengan cara mengkombinasikan semua atribut pada setiap variabel-variabel input untuk mendapatkan sebuah output. Jumlah total data input ada empat input atau variabel yang masing-masing memiliki 3 atribut / fungsi keanggotaan. Maka dari itu, maka aturan atau rules yang dapat dibentuk yakni $3^4 = 81$ rules dengan operator AND.

Tabel 3.3 Aturan Fuzzy Data Penduduk Miskin

Rules	TPT	TPAK	IPM	PDRB	Penduduk Miskin
1	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Tinggi
2	Rendah	Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi
3	Rendah	Rendah	Rendah	Tinggi	Sedang
4	Rendah	Rendah	Sedang	Rendah	Tinggi
5	Rendah	Rendah	Sedang	Sedang	Sedang
6	Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sedang
7	Rendah	Rendah	Tinggi	Rendah	Sedang
8	Rendah	Rendah	Tinggi	Sedang	Sedang
9	Rendah	Rendah	Tinggi	Tinggi	Rendah
10	Rendah	Sedang	Rendah	Rendah	Tinggi
11	...				
81	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Rendah

3.1.4 Defuzzifikasi

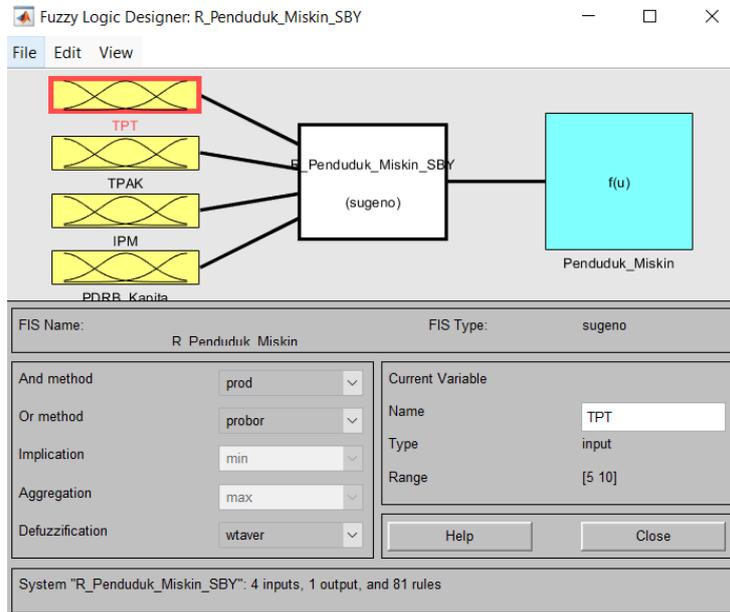
Defuzzifikasi dilakukan setelah aturan implikasi dibuat. Defuzzifikasi dapat dihitung menggunakan rumus persamaan 2.4 dengan total aturan sebanyak 81.

$$z = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i z_i}{\sum_{i=1}^n \alpha_i}$$

Pada penelitian ini, dilakukan defuzzifikasi melalui matlab dengan fuzzy Sugeno orde-satu. Cara untuk defuzzifikasi di Matlab dengan cara memasukkan angka ke dalam kolom input. Data angka yang dimasukkan merupakan angka pada tabel 3.1 karena akan digunakan untuk menguji ke-akuratan hasil penduduk miskin menurut BPS dengan menurut fuzzy Sugeno.

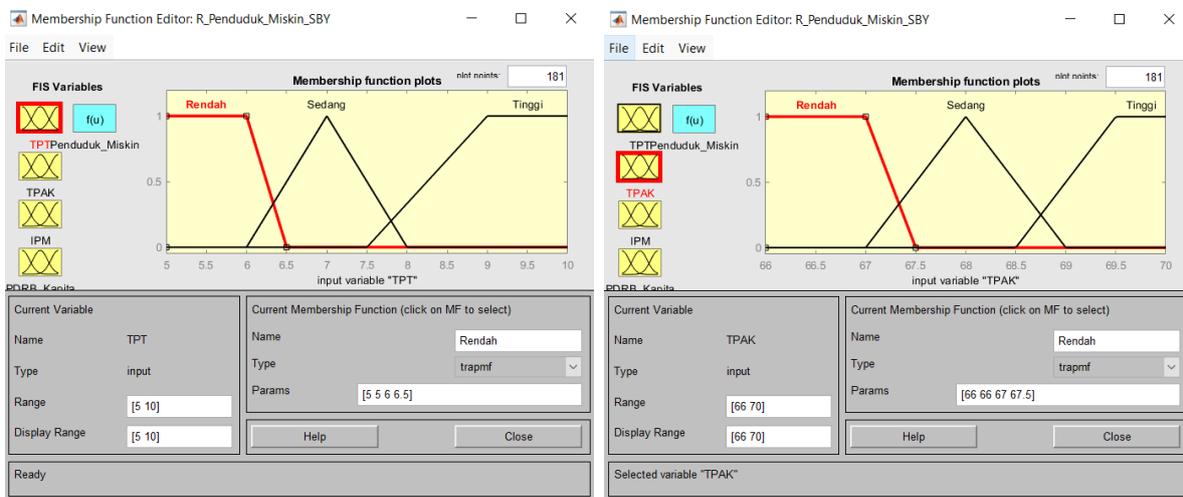
3.2 Implementasi Matlab R2024b

Matlab digunakan untuk membantu proses menghitung banyaknya penduduk miskin pada tahap defuzzifikasi Berdasarkan data TPT, TPAK, IPM, dan juga PDRB di kota Surabaya.



Gambar 3.1 Penerapan Permasalahan ke FIS

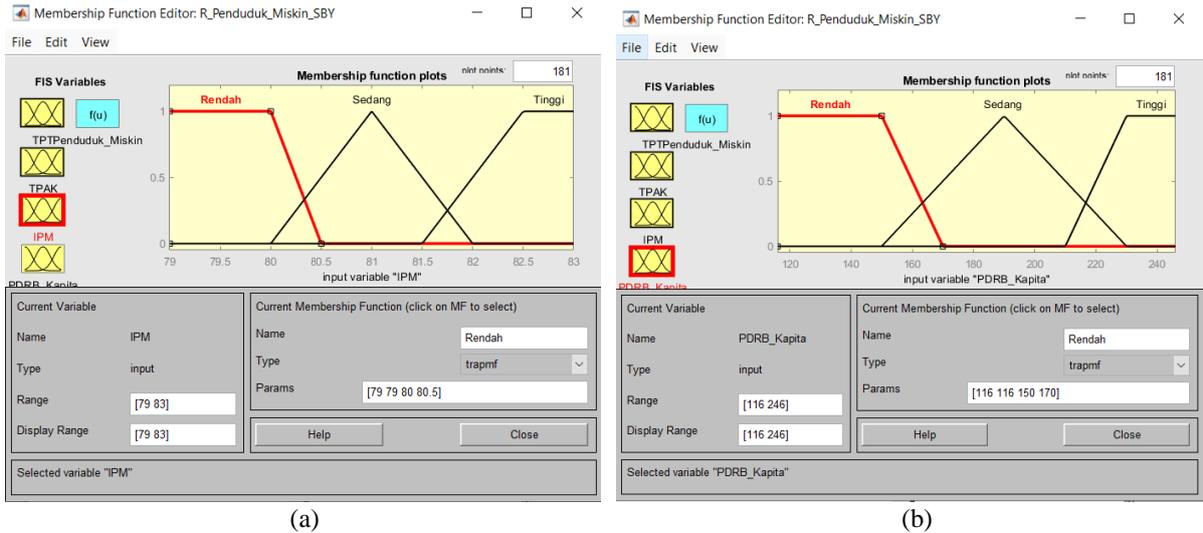
Gambar tersebut merupakan tahapan untuk membentuk variabel input dan output. Berdasar kasus yang dibahas, variabel input memiliki jumlah 4 input yaitu TPT, TPAK, IPM, dan PDRB_Kapita dan variabel output memiliki jumlah 1 output yaitu Penduduk_Miskin.



(a)

(b)

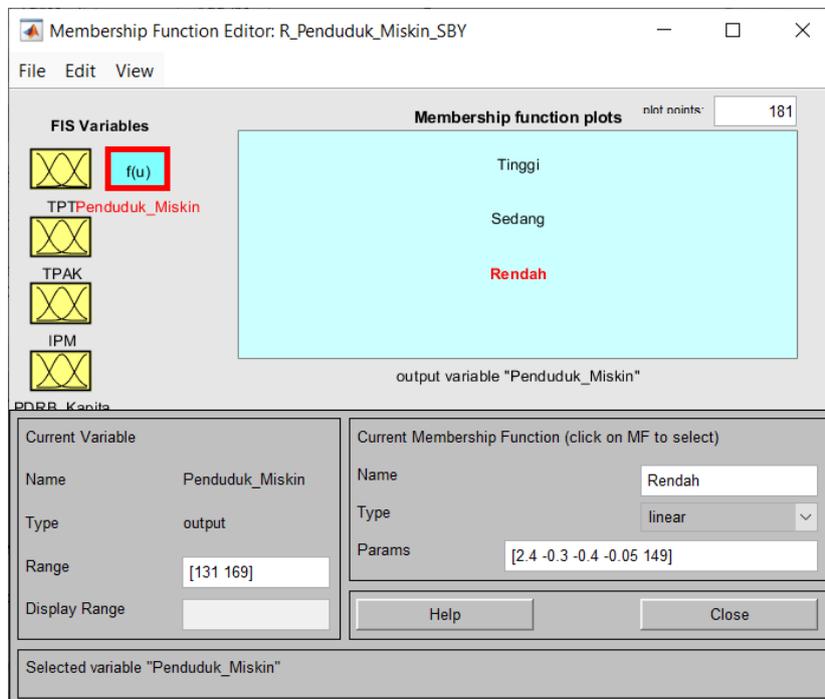
Gambar 3.2 Fungsi Keanggotaan (a) Variabel Input TPT (b) Variabel Input TPAK



Gambar 3.3 Fungsi Keanggotaan (a) Variabel Input IPM (b) Variabel Input PDRB

Pada Gambar 3.2 dan 3.3 diatas merupakan pembentukan fungsi keanggotaan untuk tiap input. Setiap input dibagi menjadi tiga fungsi keanggotaan yaitu RENDAH, SEDANG, dan TINGGI sesuai dengan perhitungan fungsi keanggotaan yang sudah dihitung sebelumnya. Untuk tiap fungsi keanggotaan memiliki tipe variabel trapmf, trimf, trapmf.

Pada variabel TPT terbagi menjadi tiga yaitu RENDAH [5 5 6 6.5], SEDANG [6 7 8], dan TINGGI [7.5 9 10 10]. Pada variabel TPAK terbagi menjadi tiga yaitu RENDAH [66 66 67 67.5], SEDANG [67 68 69], dan TINGGI [68.5 69.5 70 70]. Pada variabel IPM terbagi menjadi tiga yaitu RENDAH [79 79 80 80.5], SEDANG [80 81 82], dan TINGGI [81.5 82.5 83 83]. Pada variabel terakhir yaitu PDRB/kapita juga terbagi menjadi tiga yaitu RENDAH [116 116 150 170], SEDANG [150 190 230], dan TINGGI [210 230 246 246].



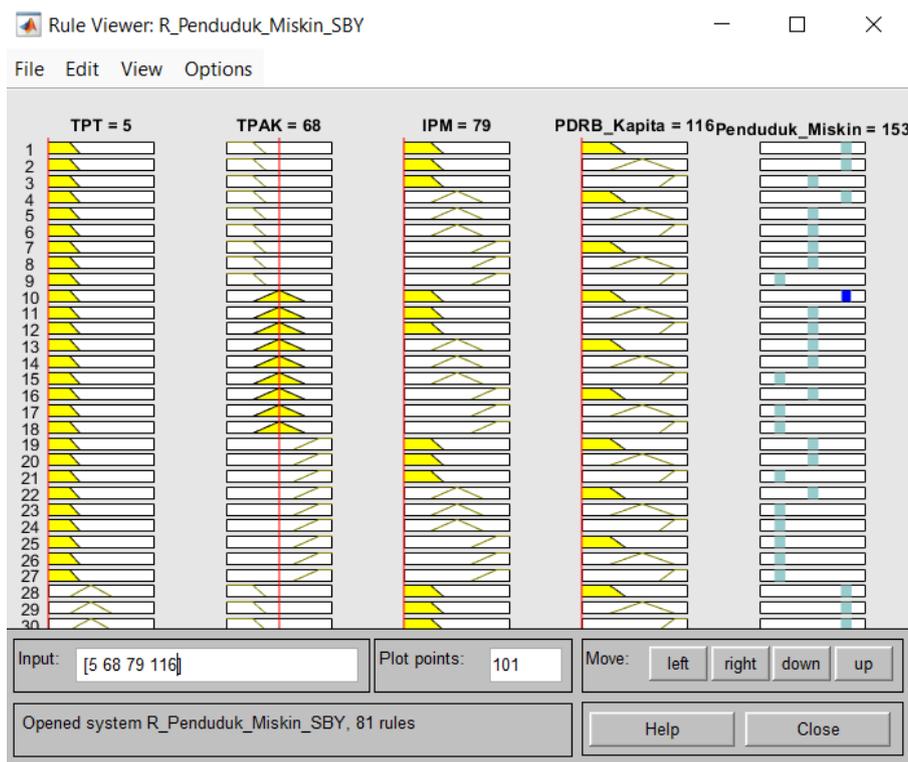
Gambar 3.4 Fungsi Keanggotaan Variabel Output Jumlah Penduduk Miskin

Fungsi keanggotaan untuk output juga terbagi menjadi tiga yaitu RENDAH, SEDANG, dan TINGGI. Untuk penelitian ini menggunakan metode fuzzy Sugeno orde-satu dimana output berupa linear bukan *constant*.

1. If (TPT is Rendah) and (TPAK is Rendah) and (IPM is Rendah) and (PDRB_Kapita is Rendah) then (Penduduk_Miskin is Tinggi) (1)
 2. If (TPT is Rendah) and (TPAK is Rendah) and (IPM is Rendah) and (PDRB_Kapita is Sedang) then (Penduduk_Miskin is Tinggi) (1)
 3. If (TPT is Rendah) and (TPAK is Rendah) and (IPM is Rendah) and (PDRB_Kapita is Tinggi) then (Penduduk_Miskin is Sedang) (1)
 4. If (TPT is Rendah) and (TPAK is Rendah) and (IPM is Sedang) and (PDRB_Kapita is Rendah) then (Penduduk_Miskin is Tinggi) (1)
 5. If (TPT is Rendah) and (TPAK is Rendah) and (IPM is Sedang) and (PDRB_Kapita is Sedang) then (Penduduk_Miskin is Sedang) (1)
 6. If (TPT is Rendah) and (TPAK is Rendah) and (IPM is Sedang) and (PDRB_Kapita is Tinggi) then (Penduduk_Miskin is Sedang) (1)
 7. If (TPT is Rendah) and (TPAK is Rendah) and (IPM is Tinggi) and (PDRB_Kapita is Rendah) then (Penduduk_Miskin is Sedang) (1)
 8. If (TPT is Rendah) and (TPAK is Rendah) and (IPM is Tinggi) and (PDRB_Kapita is Sedang) then (Penduduk_Miskin is Sedang) (1)
 9. If (TPT is Rendah) and (TPAK is Rendah) and (IPM is Tinggi) and (PDRB_Kapita is Tinggi) then (Penduduk_Miskin is Rendah) (1)
 10. If (TPT is Rendah) and (TPAK is Sedang) and (IPM is Rendah) and (PDRB_Kapita is Rendah) then (Penduduk_Miskin is Tinggi) (1)
 11. If (TPT is Rendah) and (TPAK is Sedang) and (IPM is Rendah) and (PDRB_Kapita is Sedang) then (Penduduk_Miskin is Sedang) (1)
 12. If (TPT is Rendah) and (TPAK is Sedang) and (IPM is Rendah) and (PDRB_Kapita is Tinggi) then (Penduduk_Miskin is Sedang) (1)
 13. If (TPT is Rendah) and (TPAK is Sedang) and (IPM is Sedang) and (PDRB_Kapita is Rendah) then (Penduduk_Miskin is Sedang) (1)
 14. If (TPT is Rendah) and (TPAK is Sedang) and (IPM is Sedang) and (PDRB_Kapita is Sedang) then (Penduduk_Miskin is Sedang) (1)
 15. If (TPT is Rendah) and (TPAK is Sedang) and (IPM is Sedang) and (PDRB_Kapita is Tinggi) then (Penduduk_Miskin is Rendah) (1)
 16. If (TPT is Rendah) and (TPAK is Sedang) and (IPM is Tinggi) and (PDRB_Kapita is Rendah) then (Penduduk_Miskin is Sedang) (1)
 17. If (TPT is Rendah) and (TPAK is Sedang) and (IPM is Tinggi) and (PDRB_Kapita is Sedang) then (Penduduk_Miskin is Rendah) (1)
 18. If (TPT is Rendah) and (TPAK is Sedang) and (IPM is Tinggi) and (PDRB_Kapita is Tinggi) then (Penduduk_Miskin is Rendah) (1)
 19. If (TPT is Rendah) and (TPAK is Tinggi) and (IPM is Rendah) and (PDRB_Kapita is Rendah) then (Penduduk_Miskin is Sedang) (1)
 20. If (TPT is Rendah) and (TPAK is Tinggi) and (IPM is Rendah) and (PDRB_Kapita is Sedang) then (Penduduk_Miskin is Sedang) (1)
 21. If (TPT is Rendah) and (TPAK is Tinggi) and (IPM is Rendah) and (PDRB_Kapita is Tinggi) then (Penduduk_Miskin is Rendah) (1)
-
61. If (TPT is Tinggi) and (TPAK is Rendah) and (IPM is Tinggi) and (PDRB_Kapita is Rendah) then (Penduduk_Miskin is Tinggi) (1)
 62. If (TPT is Tinggi) and (TPAK is Rendah) and (IPM is Tinggi) and (PDRB_Kapita is Sedang) then (Penduduk_Miskin is Sedang) (1)
 63. If (TPT is Tinggi) and (TPAK is Rendah) and (IPM is Tinggi) and (PDRB_Kapita is Tinggi) then (Penduduk_Miskin is Sedang) (1)
 64. If (TPT is Tinggi) and (TPAK is Sedang) and (IPM is Rendah) and (PDRB_Kapita is Rendah) then (Penduduk_Miskin is Tinggi) (1)
 65. If (TPT is Tinggi) and (TPAK is Sedang) and (IPM is Rendah) and (PDRB_Kapita is Sedang) then (Penduduk_Miskin is Tinggi) (1)
 66. If (TPT is Tinggi) and (TPAK is Sedang) and (IPM is Rendah) and (PDRB_Kapita is Tinggi) then (Penduduk_Miskin is Sedang) (1)
 67. If (TPT is Tinggi) and (TPAK is Sedang) and (IPM is Sedang) and (PDRB_Kapita is Rendah) then (Penduduk_Miskin is Tinggi) (1)
 68. If (TPT is Tinggi) and (TPAK is Sedang) and (IPM is Sedang) and (PDRB_Kapita is Sedang) then (Penduduk_Miskin is Sedang) (1)
 69. If (TPT is Tinggi) and (TPAK is Sedang) and (IPM is Sedang) and (PDRB_Kapita is Tinggi) then (Penduduk_Miskin is Sedang) (1)
 70. If (TPT is Tinggi) and (TPAK is Sedang) and (IPM is Tinggi) and (PDRB_Kapita is Rendah) then (Penduduk_Miskin is Sedang) (1)
 71. If (TPT is Tinggi) and (TPAK is Sedang) and (IPM is Tinggi) and (PDRB_Kapita is Sedang) then (Penduduk_Miskin is Sedang) (1)
 72. If (TPT is Tinggi) and (TPAK is Sedang) and (IPM is Tinggi) and (PDRB_Kapita is Tinggi) then (Penduduk_Miskin is Rendah) (1)
 73. If (TPT is Tinggi) and (TPAK is Tinggi) and (IPM is Rendah) and (PDRB_Kapita is Rendah) then (Penduduk_Miskin is Tinggi) (1)
 74. If (TPT is Tinggi) and (TPAK is Tinggi) and (IPM is Rendah) and (PDRB_Kapita is Sedang) then (Penduduk_Miskin is Sedang) (1)
 75. If (TPT is Tinggi) and (TPAK is Tinggi) and (IPM is Rendah) and (PDRB_Kapita is Tinggi) then (Penduduk_Miskin is Sedang) (1)
 76. If (TPT is Tinggi) and (TPAK is Tinggi) and (IPM is Sedang) and (PDRB_Kapita is Rendah) then (Penduduk_Miskin is Sedang) (1)
 77. If (TPT is Tinggi) and (TPAK is Tinggi) and (IPM is Sedang) and (PDRB_Kapita is Sedang) then (Penduduk_Miskin is Sedang) (1)
 78. If (TPT is Tinggi) and (TPAK is Tinggi) and (IPM is Sedang) and (PDRB_Kapita is Tinggi) then (Penduduk_Miskin is Rendah) (1)
 79. If (TPT is Tinggi) and (TPAK is Tinggi) and (IPM is Tinggi) and (PDRB_Kapita is Rendah) then (Penduduk_Miskin is Sedang) (1)
 80. If (TPT is Tinggi) and (TPAK is Tinggi) and (IPM is Tinggi) and (PDRB_Kapita is Sedang) then (Penduduk_Miskin is Rendah) (1)
 81. If (TPT is Tinggi) and (TPAK is Tinggi) and (IPM is Tinggi) and (PDRB_Kapita is Tinggi) then (Penduduk_Miskin is Rendah) (1)

Gambar 3.5 Rules atau Aturan Fuzzy

Setelah membentuk semua fungsi keanggotaan yang ada pada input maupun output, tahap selanjutnya yaitu menyusun rules atau aturan fuzzy seperti pada gambar di atas. Total rules 81 rules dengan perhitungan ada 3 fungsi keanggotaan untuk tiap input, dimana total input ada 4 input, maka $3^4 = 81$.



Gambar 3.6 Rule View Hasil Defuzzifikasi dan Hasil Optimasi Data Tahun 2013

Rule view dapat dilihat setelah proses pembentukan aturan / rule selesai. Rule view disini dapat digunakan sebagai alat untuk uji data untuk optimasi pada data jumlah penduduk miskin di tahun 2013-2023 di Surabaya. Setelah dilakukan uji, maka hasil pengujian terlihat pada tabel dibawah.

Tabel 3.4 Jumlah Penduduk Miskin Menurut Hasil Fuzzy Sugeno

Tahun	TPT (%)	TPAK (%)	IPM	PDRB/Kapita (Ribu Rp)	Penduduk Miskin BPS (Ribu) (X)	Penduduk Miskin Sugeno (F)	Selisih (X-F)
2013	5	68	79	116	169	153	16
2014	6	67	79	129	164	155	9
2015	7	66	79	143	166	156	10
2017	6	66	81	172	155	128	27
2018	6	67	82	187	141	127	14
2019	6	69	82	200	131	100	31
2020	10	68	82	193	146	135	11
2021	10	67	82	204	152	135	17
2022	8	70	83	226	138	103	35
2023	7	69	83	246	136	100	36

3.3 Hitung Keakuratan Hasil dengan MAPE

Berdasarkan hasil perbandingan dari tabel 3.4, maka MAPE dapat dihitung menggunakan rumus persamaan 2.5 sebagai berikut.

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{10} \left| \frac{X_i - F_i}{X_i} \right|}{10} * 100\%$$

$$MAPE = \frac{\left| \left(\frac{X_1 - F_1}{X_1} \right) + \left(\frac{X_2 - F_2}{X_2} \right) + \dots + \left(\frac{X_{10} - F_{10}}{X_{10}} \right) \right|}{10} * 100\%$$

$$MAPE = \frac{\left| \left(\frac{16}{169} \right) + \left(\frac{9}{164} \right) + \dots + \left(\frac{36}{136} \right) \right|}{10} * 100\%$$

$$MAPE = \frac{1.425432761}{10} * 100\%$$

$$MAPE = 14.2543\%$$

Dari hasil perhitungan, diperoleh nilai MAPE sebesar 14.2543% atau sama dengan 14,25%. Nilai yang didapat lebih dari 10% namun tidak lebih dari 20%. Ini berarti bahwa hasil yang diperoleh masuk ke dalam kategori akurasi prediksi BAIK dan ini merupakan hasil yang baik karena memiliki arti bahwa metode ini dapat diterapkan.

4. KESIMPULAN

Berdasar pada rumusan masalah dan juga pada pembahasan mengenai Penerapan Metode Fuzzy Sugeno Untuk Prediksi Tingkat Kemiskinan di Surabaya, maka dengan begitu dapat disimpulkan metode fuzzy Sugeno dapat digunakan dengan input berupa TPT, TPAK, IPM, dan PDRB yang datanya berupa data historis dari BPS. Perhitungan dapat menggunakan Matlab R2024b untuk mempercepat proses perhitungan. Dari hasil pembahasan juga dapat disimpulkan bahwa perhitungan metode fuzzy Sugeno dapat digunakan untuk memprediksi Tingkat kemiskinan di Surabaya. Hal ini dibuktikan dengan perhitungan MAPE yang mendapatkan hasil 14.2543% dimana hasil ini lebih dari 10% namun tidak lebih dari 20% dan memiliki akurasi prediksi yang baik. Dengan demikian, hasil perhitungan ini dapat digunakan untuk memprediksi jumlah penduduk miskin di Surabaya untuk tahun-tahun berikutnya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [Seri 2010] *PDRB Perkapita Atas Dasar Harga Berlaku Menurut Kabupaten/Kota (Ribu Rupiah), 2022-2023*. (2024). Diambil kembali dari [jatim.bps.co.id: https://jatim.bps.go.id/id/statistics-table/2/MzI3IzI=-seri-2010--pdrb-perkapita-atas-dasar-harga-berlaku-menurut-kabupaten-kota.html](https://jatim.bps.go.id/id/statistics-table/2/MzI3IzI=-seri-2010--pdrb-perkapita-atas-dasar-harga-berlaku-menurut-kabupaten-kota.html)
- Agustin, A. H., K, G. G., & Oka, T. B. (2016). PENERAPAN METODE FUZZY SUGENO UNTUK MENENTUKAN HARGA JUAL SEPEDA MOTOR BEKAS. *E-Jurnal Matematika*, 5(4), 176-182. doi: <https://doi.org/10.24843/MTK.2016.v05.i04.p138>
- Ferezagia, D. V. (2018). Analisis Tingkat Kemiskinan di Indonesia. *Jurnal Sosial Humaniora*, 1(1), 1-6. Diambil kembali dari <https://scholarhub.ui.ac.id/jsht/vol1/iss1/1>
- Fitriah, D., Gunawan, W., & Sari, A. P. (2021). Penerapan Fuzzy Sugeno Orde Satu dalam Prediksi Pembelian. *Faktor Exacta*, 14(4), 185-193. doi: <http://dx.doi.org/10.30998/faktorexacta.v14i4.11268>
- Indeks Pembangunan Manusia Menurut Kabupaten/Kota, 2022-2023*. (2023). Diambil kembali dari [jatim.bps.co.id: https://jatim.bps.go.id/id/statistics-table/2/MzYjMg==/indeks-pembangunan-manusia-menurut-kecamatan-kota.html](https://jatim.bps.go.id/id/statistics-table/2/MzYjMg==/indeks-pembangunan-manusia-menurut-kecamatan-kota.html)
- Jumlah Penduduk Miskin menurut Kabupaten/Kota di Jawa Timur (Ribu Jiwa), 2022-2024*. (2024). Diambil kembali dari [jatim.bps.go.id: https://jatim.bps.go.id/id/statistics-table/2/NDIxIzI=/jumlah-penduduk-miskin-menurut-kabupaten-kota-di-jawa-timur.html](https://jatim.bps.go.id/id/statistics-table/2/NDIxIzI=/jumlah-penduduk-miskin-menurut-kabupaten-kota-di-jawa-timur.html)

- Kusumadewi, N. A., Hariz, M., & Yasin, M. (2024). Analisis Penyebab, Konsekuensi dan Solusi Potret Kemiskinan di Indonesia Pasca Era Reformasi. *Trending: Jurnal Ekonomi, Akuntansi dan Manajemen*, 2(3), 27-37. doi:<https://doi.org/10.30640/trending.v2i3.2533>
- Mahmud, M. E. (2021). *INDIKATOR KESEJAHTERAAN RAKYAT 2021*. Jakarta: BPS-Statistics Indonesia.
- Priseptian, L., & Primandhana, W. P. (2022). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi kemiskinan. *FORUM EKONOMI*, 24(1), 45-53. Diambil kembali dari <http://journal.feb.unmul.ac.id/index.php/FORUMEKONOMI>
- Program terpadu penanggulangan kemiskinan di Kota Surabaya. (2017). *Masyarakat, Kebudayaan, Politik*, 30(1), 13-19. doi:<https://doi.org/10.20473/mkp.V30I12017.13-19>
- Rahakbauw, D. L. (2015). PENERAPAN LOGIKA FUZZY METODE SUGENO UNTUK MENENTUKAN JUMLAH PRODUKSI ROTI BERDASARKAN DATA PERSEDIAAN DAN JUMLAH PERMINTAAN (STUDI KASUS: PABRIK ROTI SARINDA AMBON). *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 9(2), 121-134. doi:<https://doi.org/10.30598/barekengvol9iss2pp121-134>
- Setijaningrum, E. (2017). Program Terpadu Penanggulangan Kemiskinan Di Kota Surabaya. *Masyarakat, Kebudayaan, dan Politik*, 30(1), 14-19. doi:<https://dx.doi.org/10.20473/mkp.V30I12017.13-19>
- Sinurat, R. P. (2023). ANALISIS FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB KEMISKINAN SEBAGAI UPAYA PENANGGULANGAN KEMISKINAN DI INDONESIA. *Jurnal Registratie*, 5(2), 87-103. doi:<https://doi.org/10.33701/jurnalregistratie.v5i2.3554>
- Sunoto, I., & Irfansyah, P. (2015). PENDEKATAN LOGIKA FUZZY INFERENCE SYSTEM MAMDANI SEBAGAI PENDUKUNG SELEKSI GURU TETAP STUDI KASUS: SMK. XYZ. *Jurnal Maklumatika*, 2(1), 42-51. Diambil kembali dari <https://maklumatika.i-tech.ac.id/index.php/maklumatika/article/view/17>
- Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) Menurut Kabupaten/Kota (Persen), 2022-2023*. (2023). Diambil kembali dari jatim.bps.go.id: <https://jatim.bps.go.id/id/statistics-table/2/Mjc3IzI=/tingkat-partisipasi-angkatan-kerja--tpak--menurut-kabupaten-kota.html>
- Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) Menurut Kabupaten/Kota (Persen), 2022-2023*. (2023). Diambil kembali dari jatim.bps.co.id: <https://jatim.bps.co.id/id/statistics-table/2/NTQjMg==/tingkat-pengangguran-terbuka--tpt--menurut-kabupaten-kota.html>
- Widaningsih, S. (2017). Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Tsukamoto, Mamdani dan Sugeno dalam Pengambilan Keputusan Penentuan Jumlah Distribusi Raskin di Bulog Sub. Divisi Regional (Divre) Cianjur. *Infoman's: Jurnal Ilmu-ilmu Manajemen dan Informatika*, 11(1), 51-65.



Penerapan Metode K-Means Untuk Melakukan Klasterisasi Pada Data Ekspor Kopi

*Didik Trisianto*¹

¹Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Narotama, Surabaya, Indonesia, didik.trisianto@narotama.ac.id

STATUS ARTIKEL

Dikirim 15 April 2025
Direvisi 22 April 2025
Diterima 28 April 2025

Kata Kunci:

Kopi, Ekspor, Data Mining, Clustering, K-Means

ABSTRAK

Data ekspor kopi tahun 2000 hingga 2020 oleh Direktorat Jenderal Bea dan Cukai melalui situs milik Badan Pusat Statistik berdasarkan jumlah berat bersih (netto) dan nilai Free On Board (FOB) dikelompokkan menjadi 3 klaster dengan tujuan mengetahui jumlah produksi kopi yang diekspor menurut negara tujuan, prioritas tertinggi untuk kegiatan ekspor kopi dan mengetahui potensi pemasaran untuk kopi ke negara- negara tujuan. Metode K-Means Clustering digunakan untuk melakukan klasterisasi pada data ekspor kopi, setelah empat iterasi didapat hasil yaitu Amerika Serikat masuk dalam klaster volume ekspor tinggi dengan centroid 1.273.017, Jepang, Jerman, dan Italia termasuk klaster volume ekspor sedang dengan centroid 871.607, dan Singapura, Malaysia, India, Mesir, Maroko, Aljazair, Inggris, Rumania, Georgia, Belgia, Belanda, Denmark, serta Perancis masuk dalam klaster volume ekspor rendah dengan centroid 204.979.

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara yang melakukan kegiatan ekspor ke negara-negara lain. Ekspor bertujuan untuk mendapat keuntungan karena dengan ekspor ke luar negeri harga barang lebih mahal dibanding dijual di pasar lokal. Selain untuk mendapat keuntungan, dengan melakukan ekspor negara juga memperoleh pendapatan (devisa)(Windarto, 2017). Barang yang di ekspor oleh indonesia sangat beragam dari minyak bumi dan gas alam (migas) yaitu solar, bensin, dan minyak tanah. Dari sektor nonmigas yaitu hasil perkebunan dan pertanian seperti kopi, kakao, karet, dsb. Lalu ada hasil laut seperti ikan, lobster, rumput laut, dsb. Dari hasil industri seperti bricket arang, minyak kelapa, dsb. Serta dari hasil tambang nonmigas seperti biji nikel dan batubara. Penulis akan meneliti tentang ekspor nonmigas yaitu hasil perkebunan dengan objek penelitian yaitu ekspor kopi berdasarkan Negara tujuan ekspor dengan menggunakan analisa klaster atau pengelompokan. Kopi adalah komoditas perdagangan internasional terbesar kedua setelah minyak bumi, dan Indonesia adalah negara pengekspor kopi terbesar keempat didunia setelah Brazil, Vietnam, Kolombia (Maria & Rivai, 2013).

Mencari informasi dan pola baru dari sekumpulan data adalah salah satu proses yang bisa dilakukan dengan mengimplementasi penambangan data (data mining) dengan menggunakan metode tertentu (Nofriansyah, 2015). Pada prosesnya, data mining akan mengekstrak informasi yang berharga dengan cara menganalisis adanya pola-pola ataupun hubungan keterkaitan tertentu dari data-data yang berukuran besar (Siregar & Puspabhuana, 2018). Data mining dapat diaplikasikan ke segala jenis data selama data tersebut memiliki makna yang sangat kuat pada target tujuan mining data. Data mining juga dapat diterapkan ke

berbagai bentuk data seperti data streams, data transaksi, data graph atau data jaringan, data spasial, data teks hingga data multimedia (Han et al., 2012).

Analisa Klaster adalah teknik pengelompokan data yang bertujuan untuk mengelompokkan data atau objek yang memiliki karakteristik yang berdekatan atau mirip (Rachmat et al., 2010). Dalam melakukan klasterisasi atau pengelompokan data, yang utama adalah mencari pusat klaster secara iteratif, pengelompokan atau klasterisasi dengan mencari jarak terpendek setiap data pada titik pusat setiap klaster (Butarbutar & Dkk, 2016). Klasterisasi memiliki tujuan mengelompokkan objek data pada syarat bahwa mereka memiliki karakteristik yang serupa dan kemudian menjadi satu kelompok, tetapi jika objek dengan karakteristik yang berbeda akan dikelompokkan dalam kelompok yang berbeda (nurul rohmawati, sofi defiyanti, 2015).

Dataset untuk penelitian tentang ekspor kopi ini didapat dari dokumen ekspor kopi oleh Direktorat Jenderal Bea dan Cukai melalui situs milik Badan Pusat Statistik. Dalam penelitian ini peneliti mengambil topik ekspor kopi menurut negara tujuan ekspor dengan membuat 3 klaster yaitu volume ekspor tinggi, volume ekspor sedang, dan volume ekspor rendah. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan menjadi masukan dan acuan bagi pemerintah dalam bentuk informasi dan pemetaan untuk pemasaran menurut negara yang dituju untuk ekspor.

Penelitian yang dilakukan oleh Gustientiedina, dkk pada tahun 2018 yang berjudul “Penerapan Algoritma K-Means Untuk Clustering Data Obat-Obatan Pada RSUD Pekanbaru” pada penelitiannya melakukan clustering data obat-obatan untuk merencanakan obat-obatan sesuai kebutuhan agar dalam perencanaan penggunaan menjadi lebih efektif dan efisien obat-obatan yang tersedia dengan jenis dan jumlah yang mencukupi kebutuhan dan didapat pada saat yang tepat. Klasterisasi atau pengelompokan data digunakan untuk menganalisis pemakaian obat-obatan, dalam melakukan perencanaan maupun pengendalian obat di dalam rumah sakit. Metode klasterisasi yang di pakai adalah K-Means Algorithm merupakan metode data klasterisasi tanpa tingkatan yang mengelompokkan data ke dalam kelompok data yang memiliki karakter memiliki kemiripan dikelompokkan ke dalam kelompok yang sama dan data yang mempunyai karakter tanpa kemiripan dikelompokkan ke dalam klaster yang berbeda pada data obat-obatan (Gustientiedina et al., 2019). Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasi algoritma K-Means pada Klasterisasi ekspor kopi menurut negara yang dituju, penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan untuk pemerintah Indonesia dengan data klaster negara yang bisa dijadikan prioritas tinggi untuk melakukan ekspor kopi.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pengumpulan Data

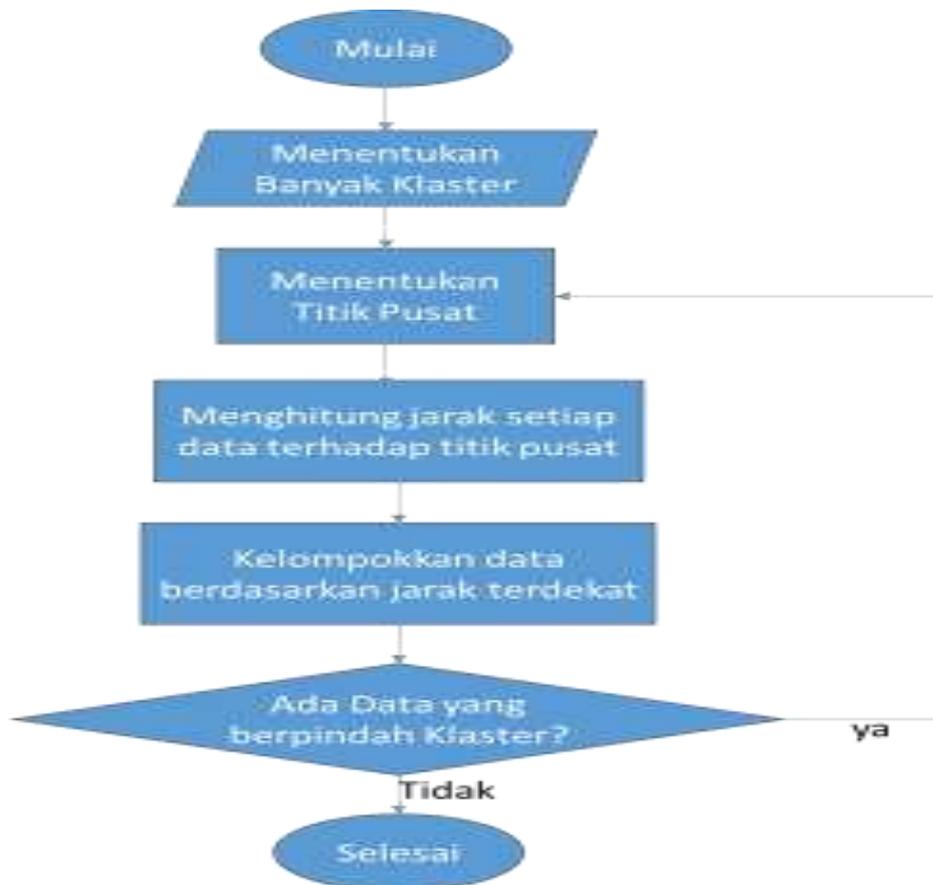
Dalam implementasi data mining pada ekspor kopi berdasarkan negara tujuan, data didapat dari data yang dikumpulkan berdasarkan dokumen ekspor impor yang dimiliki Direktorat Jenderal Bea dan Cukai melalui situs milik Badan Pusat Statistik (<https://www.bps.go.id>). Data ekspor kopi yang digunakan akan di cleansing agar siap digunakan sebagai dataset dalam proses klasterisasi (Sudana et al., 2021) berdasarkan negara tujuan dari tahun 2000 hingga 2020 yang terdiri dari 17 negara yaitu Jepang, Singapura, Malaysia, India, Mesir, Maroko, Aljazair, Amerika Serikat, Inggris, Jerman, Italia, Rumania, Georgia, Belgia, Belanda, Denmark, Perancis. Variabel yang digunakan sebagai acuan klasterisasi adalah jumlah ekspor berat bersih (netto) dan nilai Free On Board (FOB). Data yang diperoleh akan diolah dengan mengklasterisasi ekspor kopi berdasarkan negara tujuan dalam 3 klaster atau kelompok yaitu volume ekspor tinggi, volume ekspor sedang, dan volume ekspor rendah.

2.2 Persiapan Data

Data yang didapat akan diproses sebelum di klusterisasi dengan mengambil variabel yang dibutuhkan sebagai acuan saat mengimplementasikan data mining algoritma K-Means Klusterisasi dan menjumlahkan nilai berat bersih dan free on board tiap negara tujuan untuk selanjutnya di proses pada tahap klusterisasi.

2.3 Klusterisasi

Klusterisasi adalah Unsupervised Machine Learning dan merupakan pengelompokan sekumpulan data pada suatu dataset menjadi beberapa kelompok atau kluster. Pengelompokan dapat dilakukan dengan mengimplementasikan beberapa persamaan lalu menghitung jarak dengan Euclidean Distance (Venkateswarlu & G.S.V, 2013). Menganalisa cluster adalah teknik mengelompokkan sekumpulan data menjadi beberapa kelompok menurut kemiripan dan kedekatan jarak yang telah didefinisikan (Wyatt & Spiegelhalter, 1991). Penentuan Kluster berdasarkan dataset yang telah diperoleh, digunakan sebuah flowchart atau diagram alur untuk memudahkan dalam menjalankan algoritma klusterisasi dan menemukan hasil dari penerapan analisa kluster pada dataset yang akan diproses (Hermawati, 2013). Flowchart dalam menentukan kluster ekspor kopi berdasarkan negara tujuan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Klusterisasi Data Ekspor Kopi

2.4 Menganalisa Hasil Klusterisasi

Menganalisa hasil klusterisasi data ekspor kopi berdasarkan negara yang dituju dengan menggunakan Rapid Miner. Rapid Miner adalah aplikasi dengan environment penambangan data dengan proses pembelajaran mesin, penambangan teks, dan analisa prediksi (Soni &

Ganatra, 2012). Dataset pada tahapan sebelumnya telah ditentukan terklaster menjadi 3 kelompok yaitu volume ekspor tinggi, volume ekspor sedang, dan volume ekspor rendah akan dianalisa pada tahap ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Input

Klasterisasi pada data Ekspor Kopi dimana data didapat dari <https://www.bps.go.id>, data ekspor kopi dihitung terlebih dahulu berdasarkan jumlah ekspor kopi dari tahun 2000 sampai dengan 2020 menurut negara yang dituju.

Tabel 1. Data Ekspor Kopi Pada Tahun 2000-2020 Berdasarkan Negara Tujuan Ekspor

Negara Tujuan	2000	2001	2002	2003	2017	2018	2019	2020
Berat Bersih : Ton								
Jepang	65,327	58,356	56,613	52,351	29,503	30,360	25,588	23,471
Singapura	12,699	9,974	12,473	8,795	7,178	7,814	8,717	5,213
Malaysia	7,422	8,858	9,749	5,809	41,394	37,320	34,662	36,104
India	2,225	2,853	2,191	3,270	8,291	2,237	12,579	19,998
Mesir	5,141	4,787	3,874	5,381	24,040	29,308	34,285	32,537
Maroko	6,852	5,290	6,406	5,757	11,072	11,075	9,664	9,604
Aljazair	1,526	2,337	3,190	5,440	19,023	5,008	4,873	5,920
AS	33,168	36,679	43,031	48,090	63,238	52,084	58,666	54,474
Inggris	11,089	5,915	10,480	12,212	21,938	7,555	18,924	21,350
Jerman	47,642	29,411	53,544	57,592	44,740	13,083	18,451	21,321
Italia	19,441	11,360	15,011	24,907	38,103	27,930	35,452	27,238
Rumania	4,904	5,429	10,296	9,150	1,208	1,076	1,140	586
Georgia	3,434	2,630	4,849	5,333	11,707	10,746	12,230	12,748
Belgia	5,411	6,214	8,384	4,218	13,156	6,207	16,260	14,758
Belanda	3,345	3,607	3,576	2,852	2,915	1,632	1,604	1,491
Denmark	854	1,081	1,580	1,061	57	63	38	76
Perancis	2,795	198	3,769	2,087	2,416	266	2,945	4,376
Jumlah	337,313	248,925	322,543	320,768	464,198	277,411	355,767	375,556
Nilai FOB : 000 US\$								
Jepang	72,592.4	48,697.1	47,540.5	47,874.4	82,361.7	84,319.7	68,522.5	55,922.9
Singapura	11,612	7,512	8,753	6,691	18,778	24,239	27,804	10,262
Malaysia	5,864	4,483	5,265	4,102	82,054	66,467	56,136	55,410
India	1,560	1,334	722	1,384	15,786	4,097	15,518	24,568
Mesir	4,161	2,588	2,092	3,710	52,796	56,953	59,042	55,023
Maroko	5,421	2,566	3,385	3,911	23,546	20,951	16,275	15,549

Aljazair	1,048	954	1,537	2,957	38,629	8,946	7,664	9,069
AS	50,981	41,981	50,344	54,943	256,351	254,031	253,830	202,352
Inggris	8,321	3,852	5,299	7,570	51,819	24,362	38,229	39,780
Jerman	37,303	18,396	28,777	37,481	103,993	42,860	44,905	49,534
Italia	16,707	7,523	8,950	17,825	79,667	54,049	60,355	44,277
Rumania	3,520	2,589	4,601	5,260	2,117	2,056	1,855	952
Georgia	2,474	1,197	2,362	2,996	24,757	20,049	20,064	20,074
Belgia	4,507	3,386	4,515	3,447	31,538	23,730	44,759	38,293
Belanda	3,917	2,720	2,919	3,700	9,236	6,767	6,775	5,704
Denmark	1,224	1,182	1,054	986	237	260	105	404
Perancis	1,949	141	1,678	1,206	5,679	1,342	5,849	7,716
Jumlah	311,833	182,608	218,771	250,882	1,175,393	806,879	872,355	809,159

Akumulasi menurut dua kriteria yang digunakan sebagai penilaian yaitu berat netto: Ton dan nilai Free On Board: US \$ dapat dilihat pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Data Akumulasi Ekspor Kopi

Negara Tujuan	Netto (Ton)	Nilai FOB (US\$)
Jepang	1,000,081	1,883,391
Singapura	191,840	373,703
Malaysia	483,336	797,523
India	223,635	318,340
Mesir	309,873	538,071
Maroko	180,451	286,381
Aljazair	245,412	372,688
Amerika Serikat	1,273,017	3,874,080
Inggris	319,061	568,519
Jerman	1,019,937	1,598,187
Italia	594,803	968,704
Rumania	79,705	77,859
Georgia	184,597	293,309
Belgia	280,956	549,455
Belanda	51,257	121,055
Denmark	10,870	18,136
Perancis	103,740	169,369

3.2 Titik Pusat Klaster

Saat implementasi metode Klasterisasi K-Means didapat 3 nilai titik pusat untuk mendapat 3 klaster atau kelompok, Kelompok dibagi menjadi 3 yaitu kelompok volume ekspor tinggi (K1), Kelompok volume ekspor sedang (K2), dan Kelompok volume ekspor rendah. Karena memiliki 3 kelompok maka titik pusat atau centroid juga terdapat 3 titik. Untuk menentukan kelompok awal, karena dengan algoritma K-Means memberikan

kebebasan maka akan dipilih nilai tertinggi untuk kelompok volume ekspor tinggi (K1), nilai rerata dari jumlah nilai (mean) untuk kelompok volume ekspor sedang (K2), dan nilai terendah untuk kelompok volume ekspor rendah (K3). Nilai titik pusat dari tiap kelompok dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini:

Tabel 3. Titik Pusat Data Awal

Atribut	Kelompok ekspor tinggi (K1)		Kelompok ekspor sedang (K2)		Kelompok ekspor rendah (K3)	
Nilai	X (Netto)	Y (FOB)	X (Netto)	Y (FOB)	X (Netto)	Y (FOB)
	1,273,017	3,874,080	385,445	753,457	10,870	18,136

3.3 Klasterisasi Data

Dengan menggunakan titik pusat tersebut maka dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok data, dengan mencari jarak terdekat dari setiap data berdasarkan tiap titik pusat dengan rumus:

$$J = \sqrt{\sum_{i=1}^n ((Xi - DXi)^2 + (Yi - DYi)^2)}$$

Dimana :

- Xi = titik pusat data netto ke-i
- Dxi = data netto ke-i
- Yi = titik pusat data fob ke-i
- Dyi = data fob ke-i
- n = banyaknya data

Dari data ekspor kopi menurut negara tujuan pada tahun 2000 sampai dengan 2020 diperoleh pengelompokan pada putaran satu untuk tiga kelompok data yakni: Klaster volume ekspor tinggi (K1) yaitu Amerika Serikat, Klaster volume ekspor sedang (K2) yaitu Jepang, Malaysia, Mesir, Inggris, Jerman, Italia, dan Belgia, serta Klaster volume ekspor rendah (K3) yaitu Singapura, India, Maroko, Aljazair, Rumania, Georgia, Belanda, Denmark, dan Perancis. Pencarian jarak terpendek dari titik pusat dan Klasterisasi pada iterasi 1 dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini :

Tabel 4. Klasterisasi Iterasi 1

No	Negara	X = Netto (Ton)	Y = FOB (US\$)	K1	K2	K3	Jarak Terpendek
1	Jepang	1,000,081	1,883,391	2009313	1286284	2111329	1286284
2	Singapura	191,840	373,703	3663547	426258	398971	398971
3	Malaysia	483,336	797,523	3176287	107352	911409	107352
4	India	223,635	318,340	3707356	464230	367955	367955
5	Mesir	309,873	538,071	3472262	228259	599779	228259
6	Maroko	180,451	286,381	3750371	510081	317353	317353
7	Aljazair	245,412	372,688	3649071	405703	425108	405703
8	Amerika Serikat	1,273,017	3,874,080	0	3244391	4057255	0

9	Inggris	319,061	568,519	3440460	196491	630795	196491
10	Jerman	1,019,937	1,598,187	2289921	1056480	1874774	1056480
11	Italia	594,803	968,704	2983486	300269	1115596	300269
12	Rumania	79,705	77,859	3979358	741560	91131	91131
13	Georgia	184,597	293,309	3742536	502072	325424	325424
14	Belgia	280,956	549,455	3469483	229205	596025	229205
15	Belanda	51,257	121,055	3946884	715272	110559	110559
16	Denmark	10,870	18,136	4057255	825229	0	0
17	Perancis	103,740	169,369	3884855	648473	177471	177471

K1 = (Amerika Serikat)

K2 = (Jepang, Malaysia, Mesir, Inggris, Jerman, Italia, Belgia)

K3 = (Singapura, India, Maroko, Aljazair, Rumania, Georgia, Belanda, Denmark, Perancis)

Proses Klasterisasi akan terus beriterasi hingga tidak ada perubahan kelompok atau posisi data tidak berubah pada iterasi selanjutnya. Pada iterasi pertama diperoleh 3 kelompok data ekspor kopi tahun 2000 sampai dengan 2020 berdasarkan negara tujuan, proses dilanjutkan pada iterasi kedua dengan menentukan titik pusat baru masing-masing kelompok yang dapat dilihat pada tabel 4 berikut :

Tabel 5. Titik Pusat Iterasi 2

Titik Pusat	Klaster	X	Y
	K1	1273017	3874080
	K2	572578	986264
	K3	141279	225649

Setelah mendapat nilai titik pusat atau centroid, iterasi kedua dilakukan dengan mencari jarak terdekat tiap data atau objek terhadap nilai titik pusat. Proses pencarian jarak terpendek pada pengelompokan data pada iterasi kedua dapat dilihat pada tabel 5 dibawah ini:

Tabel 6. Klasterisasi Iterasi 2

No	Negara	X = Netto (Ton)	Y = FOB (US\$)	K1	K2	K3	Jarak Terpendek
1	Jepang	1,000,081	1,883,391	2009313	993778	1866989	993778
2	Singapura	191,840	373,703	3663547	721244	156450	156450
3	Malaysia	483,336	797,523	3176287	208776	666366	208776
4	India	223,635	318,340	3707356	753581	123993	123993
5	Mesir	309,873	538,071	3472262	519510	355010	355010
6	Maroko	180,451	286,381	3750371	802247	72270	72270
7	Aljazair	245,412	372,688	3649071	695352	180178	180178
8	Amerika Serikat	1,273,017	3,874,080	0	2971547	3819932	0
9	Inggris	319,061	568,519	3440460	488653	386221	386221
10	Jerman	1,019,937	1,598,187	2289921	758010	1629694	758010
11	Italia	594,803	968,704	2983486	28325	870525	28325

12	Rumania	79,705	77,859	3979358	1033501	160104	160104
13	Georgia	184,597	293,309	3742536	794177	80339	80339
14	Belgia	280,956	549,455	3469483	525210	352648	352648
15	Belanda	51,257	121,055	3946884	1010130	137999	137999
16	Denmark	10,870	18,136	4057255	1119280	245087	245087
17	Perancis	103,740	169,369	3884855	941875	67651	67651

K1 = (Amerika Serikat)

K2 = (Jepang, Malaysia, Jerman, Italia)

K3 = (Singapura, India, Maroko, Aljazair, Rumania, Georgia, Belanda, Denmark, Perancis, Mesir, Inggris, Belgia)

Tabel 7. Titik pusat Iterasi 3

Titik Pusat	Klaster	X	Y
	K1	1273017	3874080
	K2	774539	1311951
	K3	181783	307240

Tabel 8. Klusterisasi Iterasi 4

No	Negara	X = Netto (Ton)	Y = FOB (US\$)	K1	K2	K3	Jarak Terpendek
1	Jepang	1000081	1883391	2009313	614339	1775911	614339
2	Singapura	191840	373703	3663547	1104467	67219	67219
3	Malaysia	483336	797523	3176287	591131	575596	575596
4	India	223635	318340	3707356	1136116	43299	43299
5	Mesir	309873	538071	3472262	902665	263988	263988
6	Maroko	180451	286381	3750371	1185215	20902	20902
7	Aljazair	245412	372688	3649071	1078050	91280	91280
8	Amerika Serikat	1273017	3874080	0	2610169	3730032	0
9	Inggris	319061	568519	3440460	871867	295147	295147
10	Jerman	1019937	1598187	2289921	377030	1539171	377030
11	Italia	594803	968704	2983486	387458	779820	387458
12	Rumania	79705	77859	3979358	1416255	251070	251070
13	Georgia	184597	293309	3742536	1177142	14212	14212
14	Belgia	280956	549455	3469483	908308	261731	261731
15	Belanda	51257	121055	3946884	1393331	227381	227381
16	Denmark	10870	18136	4057255	1502380	335846	335846
17	Perancis	103740	169369	3884855	1324940	158428	158428

K1 = (Amerika Serikat)

K2 = (Jepang, Jerman, Italia)

K3 = (Singapura, India, Maroko, Aljazair, Rumania, Georgia, Belanda, Denmark, Perancis, Mesir, Inggris, Belgia, Malaysia)

Tabel 9. Titik pusat Iterasi 4

Titik Pusat	Klaster	X	Y
	K1	1273017	3874080
	K2	871607	1483427
	K3	204980	344954

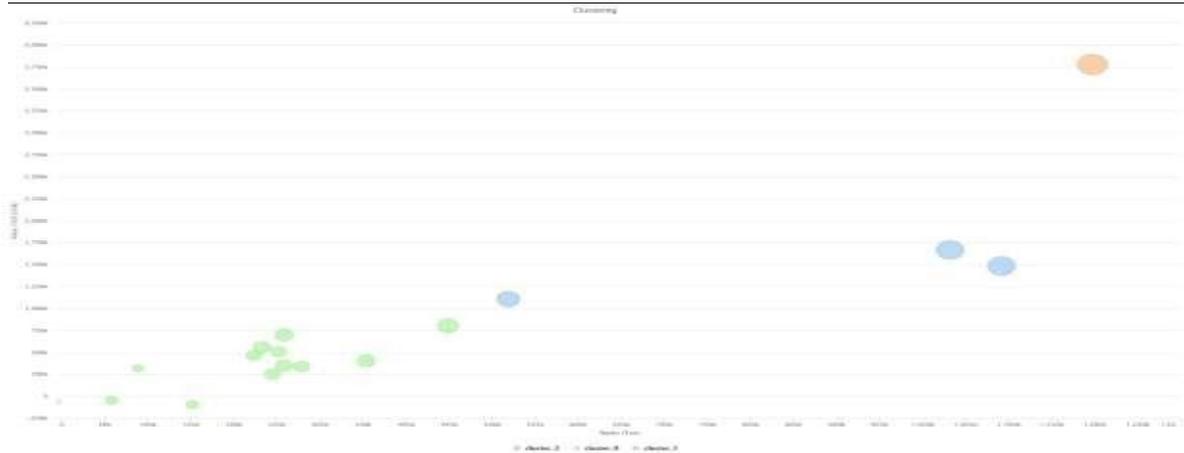
Tabel 10. Klasterisasi Iterasi 4

No	Negara	X = Netto (Ton)	Y = FOB (US\$)	K1	K2	K3	Jarak Terpendek
1	Jepang	1,000,081	1,883,391	2009313	420091	1731754	420091
2	Singapura	191,840	373,703	3663547	1301372	31609	31609
3	Malaysia	483,336	797,523	3176287	788175	531320	531320
4	India	223,635	318,340	3707356	1333153	32502	32502
5	Mesir	309,873	538,071	3472262	1099656	219765	219765
6	Maroko	180,451	286,381	3750371	1382250	63502	63502
7	Aljazair	245,412	372,688	3649071	1275093	49030	49030
8	Amerika Serikat	1,273,017	3,874,080	0	2424119	3687198	0
9	Inggris	319,061	568,519	3440460	1068814	250990	250990
10	Jerman	1,019,937	1,598,187	2289921	187541	1494908	187541
11	Italia	594,803	968,704	2983486	584432	735544	584432
12	Rumania	79,705	77,859	3979358	1613299	295015	295015
13	Georgia	184,597	293,309	3742536	1374178	55522	55522
14	Belgia	280,956	549,455	3469483	1105066	218158	218158
15	Belanda	51,257	121,055	3946884	1590293	271591	271591
16	Denmark	10,870	18,136	4057255	1699395	380116	380116
17	Perancis	103,740	169,369	3884855	1521962	202682	202682

K1 = (Amerika Serikat)

K2 = (Jepang, Jerman, Italia)

K3 = (Singapura, India, Maroko, Aljazair, Rumania, Georgia, Belanda, Denmark, Perancis, Mesir, Inggris, Belgia, Malaysia)



Gambar 2. Hasil Klasterisasi menggunakan Tool Rapid Miner

Tabel 11. Hasil Klasterisasi menggunakan Tool Rapid Miner

Netto (Ton)	Nilai Fob (Us\$)	Negara Tujuan	Cluster
1000081	1883391	Jepang	cluster_2
191840	373703	Singapura	cluster_0
483336	797523	Malaysia	cluster_0
223635	318340	India	cluster_0
309873	538071	Mesir	cluster_0
180451	286381	Maroko	cluster_0
245412	372688	Aljazair	cluster_0
1273017	3874080	Amerika Serikat	cluster_1
319061	568519	Inggris	cluster_0
1019937	1598187	Jerman	cluster_2
594803	968704	Italia	cluster_2
79705	77859	Rumania	cluster_0
184597	293309	Georgia	cluster_0
280956	549455	Belgia	cluster_0
51257	121055	Belanda	cluster_0
10870	18136	Denmark	cluster_0
103740	169369	Perancis	cluster_0

Pada gambar 2 dan tabel 10, diperlihatkan klasterisasi menggunakan tool Rapid Miner sebagai validasi perhitungan dengan metode yang digunakan sebelumnya, dimana cluster_0 merepresentasikan klaster volume ekspor rendah, cluster_1 merepresentasikan volume ekspor tinggi, dan cluster_2 merepresentasikan volume ekspor sedang.

3.4 Analisa Hasil Klasterisasi Data

Pada iterasi keempat, dapat dilihat bahwa data pada tiap kelompok tidak berpindah jika dibandingkan dengan data yang terkelompok pada iterasi ketiga, maka iterasi selesai. Dari 17 data ekspor kopi tahun 2000 hingga 2020 berdasarkan negara tujuan didapatkan hasil: 1 negara tujuan kelompok volume ekspor tinggi yaitu Amerika Serikat, 3 negara tujuan kelompok volume ekspor sedang yaitu Jepang, Jerman, dan Italia, serta ada 13 negara tujuan

yang termasuk kelompok volume ekspor rendah yaitu Singapura, Malaysia, India, Mesir, Maroko, Aljazair, Inggris, Rumania, Georgia, Belgia, Belanda, Denmark, dan Perancis.

4. KESIMPULAN

Penilaian terhadap ekspor kopi pada tahun 2000 hingga 2020 berdasarkan negara tujuan dapat dilakukan dengan implementasi data mining menggunakan metode Klasterisasi K-Means. Data di klaster untuk memperoleh jumlah ekspor kopi berdasarkan negara tujuan pada tahun 2000 hingga 2020. Data ekspor kopi berdasarkan negara tujuan di klaster menggunakan tool Rapid miner untuk mendapat 3 kelompok yaitu volume ekspor tinggi dengan titik pusat awal yaitu 1.273.017,3 , volume ekspor sedang dengan titik pusat awal yaitu 458.128,1 dan volume ekspor rendah dengan titik pusat awal yaitu 10.870,3. Berdasarkan indeks ekspor kopi dengan memilih 3 kelompok di dapatkan hasil yaitu 2 negara kelompok volume ekspor tinggi yaitu Amerika Serikat dan Negara Lainnya, 3 negara kelompok volume ekspor sedang yaitu Jepang, Jerman, dan Italia, serta ada 13 negara tujuan yang termasuk kelompok volume ekspor rendah yaitu Singapura, Malaysia, India, Mesir, Maroko, Aljazair, Inggris, Rumania, Georgia, Belgia, Belanda, Denmark, dan Perancis. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan untuk mengetahui jumlah produksi kopi yang di ekspor menurut negara tujuan, prioritas tertinggi untuk kegiatan ekspor kopi dan mengetahui potensi pemasaran untuk kopi ke negara-negara tujuan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- BPPT Indonesia. (2017). *Outlook Energy Indonesia 2017 Indonesia Energy Outlook 2017 Inisiatif Pengembangan Teknologi Energi Bersih/Clean Energy Technology Development Initiatives*. (I. Fitriana, Anindhita, A. Sugiyono, L. M. A. Wahid, & Adiarso, Eds.). Jakarta.
- Butarbutar, & Dkk. (2016). Komparasi Kinerja Algoritma Fuzzy C-Means dan K-Means dalam Pengelompokan Data Siswa Berdasarkan Prestasi Nilai Akademik Siswa (Studi Kasus : SMP Negeri 2 Pematangsiantar). *Jurnal Riset Informasi & Teknis Informatika*, 1(2012), 46–55.
- Febrawi, T., & W., B. D. (2013). Vibration Energy Harvesting Pada Mesin Cuci Dengan Mekanisme Piezoelectric. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(1), 1–5.
- Gustientiedina, G., Adiya, M. H., & Desnelita, Y. (2019). Penerapan Algoritma K-Means Untuk Clustering Data Obat-Obatan. *Jurnal Nasional Teknologi Dan Sistem Informasi*, 5(1), 17– 24. <https://doi.org/10.25077/teknosi.v5i1.2019.17-24>
- Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2012). Data mining: Data mining concepts and techniques. In *Proceedings - 2013 International Conference on Machine Intelligence Research and Advancement, ICMIRA 2013*. <https://doi.org/10.1109/ICMIRA.2013.45>
- Hermawati, F. A. (2013). *Data Mining*. Penerbit ANDI.
- Hidayatullah, W., Syukri, M., & Syukriyadin. (2016). Perancangan Prototype Penghasil Energi Listrik. *KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro*, 1(3), 63–67. *Innovative Technology (IJEIT)*, 3(10), 264–267.
- Kharisna, N., Widyastuti, S., Priyatno, D., & Kamaliyah, N. (2017). “ Power Plant Microhydro At Home ” Solusi Pemenuhan Listrik Daerah Curah Hujan Tinggi. *Journal of Creativity Student*, 2(1), 34–41.
- Kumar, D., Chaturvedi, P., & Jejurikar, N. (2014). Piezoelectric Energy Harvester Design and Power Conditioning. In *EEE Students' Conference on Electrical, Electronics and*

- Computer Science, SCEECS 2014* (pp. 1–6).
<https://doi.org/10.1109/SCEECS.2014.6804491>
- Maria, P. S., & Rivai, M. (2013). Klasifikasi Kualitas Biji Kopi Menggunakan Pengolahan Citra dan Fuzzy Logic. Seminar Nasional : Menggagas Kebangkitan Komoditas Unggulan Lokal Pertanian Dan Kelautan.
- Nofriansyah, D. (2015). Konsep Data Mining Vs Sistem Pendukung Keputusan. Deepublish.
- nurul rohmawati, sofi defiyanti, mohamad jajuli. (2015). Implementasi Algoritma K-Means Dalam Pengklasteran Mahasiswa Pelamar Beasiswa. *Jitter* 2015, I(2), 62–68.
- Rachmat, H., Pravitasari, A. A., & Sanroi, S. M. (2010). Fuzzy K-Means Clustering Untuk Mengklasifikasikan Perusahaan Eksportir Furniture Rotan Di Kabupaten Cirebon. 2010(November), 146–153.
- Siregar, A. M., & Puspabhuana, A. (2018). Data mining: Pengelolaan Data Menjadi Informasi dengan RapidMiner. CV Kekata Group.
- Soni, N., & Ganatra, A. (2012). Categorization of Several Clustering Algorithms from Different Perspective: A Review. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 2(8), 2277.
- Sudana, K., Pande, Y., Ganesha, U. P., Studi, P., & Komputer, I. (2021). Pergerakan Harga Forex Dengan Equal-Width Interval Equal-Width Interval.
- Venkateswarlu, B., & G.S.V, P. R. (2013). Mine Blood Donors Information through Improved K-Means Clustering. *International Journal of Computational Science and Information Technology*, 1(3), 9–15. <https://doi.org/10.5121/ijcsity.2013.1302>
- Windarto, A. P. (2017). Penerapan Datamining Pada Ekspor Buah-Buahan Menurut Negara Tujuan Menggunakan K-Means Clustering Method. *Techno.Com*, 16(4), 348–357. <https://doi.org/10.33633/tc.v16i4.1447>
- Wyatt, J., & Spiegelhalter, D. (1991). Field trials of medical decision-aids: potential problems and solutions. *Proceedings / the ... Annual Symposium on Computer Application [Sic] in*



Penyempurnaan Algoritma Run-Length Encoding Menggunakan Algoritma Burrows-Wheeler Transform Pada Pemampatan Data Teks

Didik Trisianto¹

¹Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Narotama, Surabaya, Indonesia, didik.trisianto@narotama.ac.id

STATUS ARTIKEL

Dikirim 15 April 2025
Direvisi 25 April 2025
Diterima 28 April 2025

Kata Kunci:

Kompresi, Algoritma, Analisis, Teks

ABSTRAK

Penelitian ini membahas tentang kinerja algoritma Run-Length Encoding dengan peningkatan algoritma Burrows-Wheeler Transform pada kompresi data. Ruang lingkup penelitian ini hanya dibatasi pada kompresi data teks (*.txt) yang dilakukan dua kali percobaan yaitu percobaan dengan menggunakan file teks yang berasal dari potongan artikel dan percobaan dengan menggunakan file teks dengan satu variasi karakter. Kriteria yang digunakan dalam perbandingan hasil percobaan adalah rasio kompresi dan analisis menggunakan ANOVA. Pada percobaan potongan artikel tersebut menunjukkan bahwa rasio kompresi yang dihasilkan oleh algoritma Run-Length Encoding dengan menggunakan algoritma Burrows-Wheeler Transform kemungkinan lebih baik dibandingkan dengan algoritma yang dilakukan dengan Run-Length Encoding saja. Untuk rasio kompresi pada data percobaan menunjukkan hasil yang homogen tidak berbeda nyata antara penggunaan Run-Length Encoding dan itu adalah sebesar 90,83%. Hal ini dikarenakan kompresi Run-Length Encoding bekerja paling baik pada file yang memiliki karakter dengan potensi kemunculan mendekati 1 (hampir sama dengan bobot ukuran file). Rasio kompresi Run-Length Encoding terburuk terjadi pada file yang memiliki karakter beragam ditandai dengan terjadinya pembesaran ukuran file dibanding ukuran file dari awal.

1. PENDAHULUAN

Majunya peradaban membuat manusia terus berusaha untuk meningkatkan kualitas komunikasi jarak jauh. Untuk itu, informasi sebagai komponen utama dari komunikasi perlu disajikan dengan sebaik-baiknya. Terdapat tiga metode utama dalam menyajikan informasi: melalui ucapan, tulisan, dan representasi grafis. Informasi yang direpresentasikan dalam bentuk tulisan umumnya dikenal sebagai data teks.

Sebelum teknologi informasi berkembang, data biasa disimpan dan disajikan dalam media kertas atau yang lebih dikenal dengan media konvensional. Penyimpanan menggunakan media konvensional kurang menguntungkan karena data dengan jumlah besar akan memerlukan kertas dan ruang penyimpanan yang besar pula. Pada media konvensional penyimpanan data tidak begitu baik serta membutuhkan waktu yang lama untuk melakukan pengiriman. Perkembangan teknologi membuat media komputer dijadikan sebagai media penyimpanan dan pengiriman data. Data yang disimpan menggunakan media komputer biasa disebut dengan data digital.

Pada data digital dikenal istilah pemampatan. Pemampatan adalah suatu metode untuk memperkecil ukuran data dari ukuran semula. Dengan pemampatan, kebutuhan media penyimpanan menjadi lebih efisien. Selain berguna untuk penyimpanan data, kompresi data dapat membantu memperkecil ukuran data yang ditransmisikan di dalam suatu media jaringan, seperti internet. Dengan ukuran data yang lebih kecil, maka waktu yang diperlukan untuk mentransfer data tersebut dapat menjadi lebih kecil.

Ukuran data teks tidak sebesar ukuran data gambar apabila disimpan dalam suatu media digital. Namun untuk kepentingan efisiensi ruang penyimpanan serta mempercepat waktu transmisi maka dianggap perlu untuk melakukan suatu proses pemampatan pada data teks. Pemampatan data teks bertujuan untuk mengurangi pengulangan penggunaan simbol atau karakter yang tersusun dengan cara mengkodekan simbol-simbol atau karakter tersebut.

Salah satu teknik kompresi data yang mapan adalah Run-Length Encoding (RLE), yang beroperasi dengan prinsip reduksi string berulang. Oleh sebab itu, RLE menunjukkan kinerja optimal pada citra digital dengan keragaman karakter yang rendah. Perkembangan terkini menghadirkan Algoritma Burrows-Wheeler Transform (BWT), yang berfungsi untuk mereorganisasi karakter dalam data sehingga lebih kondusif untuk proses kompresi menggunakan algoritma Run-Length Encoding.

2. METODE PENELITIAN

Rasio pemampatan algoritma Run-Length Encoding tergantung pada perubahan karakter dari string, sehingga algoritma ini tidak dapat bekerja secara optimal pada data dengan perubahan karakter yang sangat bervariasi. Saat ini algoritma Run-Length Encoding lebih sering digunakan untuk kompresi image gambar dimana variasi perubahan karakter dalam image gambar tidak terlampau besar.

Algoritma Burrows-Wheeler Transform adalah algoritma tanpa hak paten yang melakukan tugas pengolahan string sehingga menjadi bentuk yang siap untuk diolah lebih lanjut menggunakan algoritma Run-Length Encoding. Penelitian ini berusaha untuk menganalisis kinerja algoritma Run-Length Encoding pada kompresi data teks yang telah disempurnakan menggunakan algoritma Burrows-Wheeler Transform.

Hipotesis

Berdasarkan studi literatur, ada beberapa hipotesis yang akan dicoba untuk dibuktikan.

1. Pada data heterogen

Pemampatan data menggunakan algoritma Run-Length Encoding (RLE) pada data heterogen diprediksi tidak efektif atau bahkan dapat menghasilkan ukuran file terkompresi yang lebih besar daripada ukuran file aslinya. Hal ini didasarkan pada prinsip kerja RLE yang hanya melakukan reduksi ukuran data apabila terdapat karakter-karakter berdekatan dengan nilai yang identik. Pada data heterogen, variasi karakter yang tinggi dan minimnya pengulangan karakter berdekatan akan menggagalkan mekanisme kompresi RLE, bahkan berpotensi menambah informasi overhead yang menyebabkan pembengkakan ukuran file.

2. Pada data homogen

Terdapat perbedaan signifikan dalam rasio kompresi yang dihasilkan antara penggunaan algoritma Run-Length Encoding (RLE) dasar dengan algoritma RLE yang disempurnakan pada data homogen.

Analisis Kinerja Algoritma

Hasil percobaan akan dianalisis dengan menggunakan kriteria-kriteria berikut :

1. Kebutuhan tempat penyimpanan

Seluruh file yang diuji perlu dicatat ukuran file semula dan ukuran file setelah dikompresi. Hal ini diperlukan untuk mendapatkan rasio pemampatan yang dilakukan oleh algoritma tersebut. Perhitungan rasio pemampatan didefinisikan dengan rumus (Ruth dan Krentzler, 1972):

$$\text{Rasio Pemampatan} = \frac{\text{loss}}{\text{ukuran file asli}}$$

dimana-

loss = ukuran file awal – ukuran file kompresi
(ukuran file yang hilang akibat ter-mampatkan)

2. Penarikan kesimpulan menggunakan analisis keragaman (ANOVA).

Bahan

Percobaan dilakukan dengan menggunakan dua program pemampatan data teks yang dibuat oleh Mark Nelson, di download dari internet (<http://dogma.net/markn/articles>), yaitu :

1. Program pemampatan menggunakan RLE
2. Program transformasi BWT.

Kedua program tersebut terdiri dari proses pengkodean dan pendekodean, yang dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman C. BWT dan RLE dibuat dalam dua program yang terpisah, sehingga dapat dipilih penggunaannya. Perincian perintah yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. RLE < file_asal | RLE > file_hasil, jika hanya RLE yang akan digunakan untuk melakukan kompresi.
2. RLE < file_asal | BWT | RLE > file_hasil, jika kompresi diawali dengan BWT baru kemudian dilanjutkan oleh RLE.

Data

Data yang digunakan adalah data teks dengan ekstensi *.txt dengan berbagai rentang ukuran file. Berbagai rentang ukuran file yang digunakan yaitu < 20.000 byte, antara 20.000 sampai 40.000 byte dan file dengan ukuran > 40.000 byte. Data tersebut dibagi menjadi dua kategori.

1. Data heterogen, data ini diperoleh dari file teks berisi kutipan tajuk rencana harian sebuah media cetak online (Media Indonesia) yang beredar antara bulan Juni sampai November 2003.
2. Data homogen, diperoleh dengan menggunakan sebuah mekanisme untuk membangkitkan karakter dalam sebuah file.

Pembagian data menjadi dua kategori ini berguna untuk mempermudah pembuktian hipotesis. Sedangkan pembagian data menjadi beberapa rentang bertujuan untuk melihat rata-rata peningkatan rasio pada peningkatan ukuran file yang dikompresi.

Struktur Percobaan

Penelitian ini dibagi menjadi dua tahap :

1. Percobaan pada data heterogen (artikel)
Tiap rentang file (yaitu < 20.000 byte, antara 20.000 sampai 40.000 byte dan file > 40.000 byte), akan dikompresi menggunakan RLE dan RLE+BWT.
2. Percobaan pada data homogen
Tiap rentang file (yaitu < 20.000 byte, antara 20.000 sampai 40.000 byte dan file > 40.000 byte), akan dikompresi menggunakan RLE dan RLE+BWT.

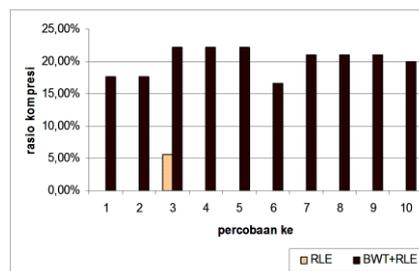
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil iterasi kedua algoritma pada saat ditampilkan akan dibedakan dengan warna, pada hasil iterasi algoritma Run-Length Encoding ditunjukkan dengan warna abu muda dan untuk hasil penyempurnaan algoritma Run-Length Encoding menggunakan algoritma Burrows-Wheeler Transform ditunjukkan dengan warna abu tua.

A. Data Heterogen

A.1. Untuk rentang di bawah 20.000 byte

Dari hasil percobaan dapat dilihat bahwa secara umum kompresi menggunakan RLE yang disempurnakan dengan BWT menghasilkan rasio kompresi yang jauh lebih baik daripada hanya menggunakan algoritma RLE. Pada rentang ini, rata-rata rasio kompresi menggunakan RLE dan BWT adalah 20,18%, sedangkan penggunaan RLE menghasilkan rata-rata rasio kompresi sebesar 0,56%. Grafik perbandingan rasio untuk rentang ini dapat dilihat pada Gambar 1.

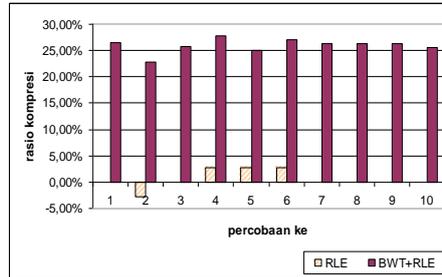


Gambar 1. Perbandingan besar rasio kompresi kedua algoritma pada rentang file < 20.000 byte.

A.2. Untuk rentang 20.000 sampai 40.000 byte

Untuk rentang ini juga dapat dilihat bahwa secara umum kompresi menggunakan RLE yang disempurnakan dengan BWT menghasilkan rasio kompresi yang jauh lebih baik daripada hanya menggunakan algoritma RLE. Bahkan pada file ke-2 rasio kompresi bernilai minus. Nilai minus menunjukkan kasus dimana file hasil kompresi mempunyai ukuran yang lebih besar daripada file asal. Pada rentang ini, rata-rata rasio kompresi

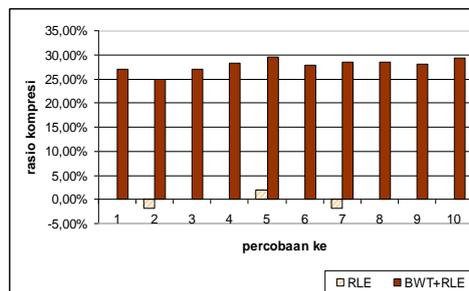
menggunakan RLE dan BWT adalah 25,94%, sedangkan penggunaan RLE menghasilkan rata-rata rasio kompresi sebesar 0,54%. Grafik perbandingan rasio untuk rentang ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan besar rasio kompresi kedua algoritma pada rentang antara 20.000 sampai 40.000 byte.

A.3. Untuk rentang di atas 40.000 byte

Gambar 7 menunjukkan grafik hasil percobaan pada rentang file dengan ukuran di atas 40.000 byte. Untuk rentang ini dapat dilihat bahwa secara umum kompresi menggunakan RLE yang disempurnakan dengan BWT menghasilkan rasio kompresi yang jauh lebih baik daripada hanya menggunakan algoritma RLE. Pada percobaan ke-2 dan ke-7 rasio kompresi bernilai minus. Hal ini menunjukkan hal dimana pada kasus tersebut file hasil kompresi mempunyai ukuran yang lebih besar daripada file asal. Pada rentang ini, rata-rata rasio kompresi menggunakan RLE dan BWT adalah 27,906%, sedangkan penggunaan RLE menghasilkan rata-rata rasio kompresi sebesar 0,19%. ?

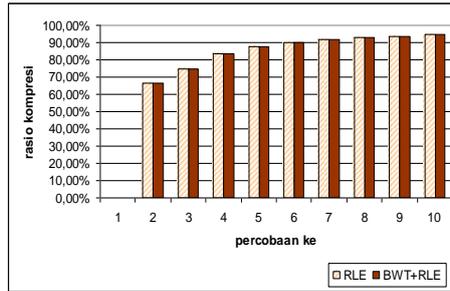


Gambar 3. Perbandingan besar rasio kompresi kedua algoritma pada rentang file > 40.000 byte.

B. Data Homogen

A.1. Untuk rentang di bawah 20.000 byte

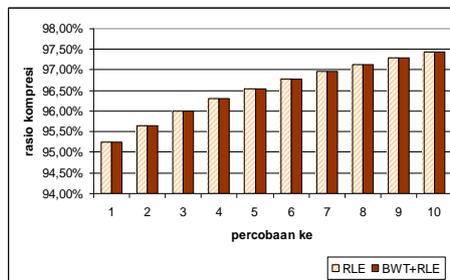
Dari percobaan didapatkan hasil bahwa rasio kompresi baik dari kompresi RLE maupun penyempurnaannya mempunyai nilai yang sama. Hasil perbandingannya dapat dilihat pada Gambar 4. Rata-rata rasio kompresi pada rentang ini adalah 77,52%.



Gambar 4. Perbandingan besar rasio kompresi kedua algoritma pada rentang file < 20.000 byte.

A.2. Untuk rentang 20.000 sampai 40.000 byte

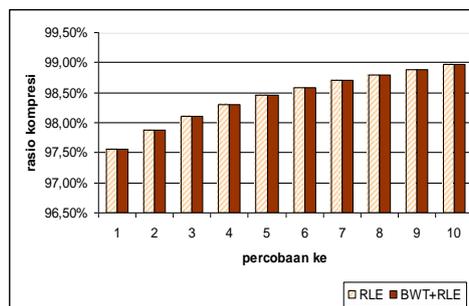
Gambar 5 menunjukkan hasil kompresi pada file sumber berukuran antara 20.000 byte sampai dengan 40.000 byte. Sama seperti rentang yang sebelumnya, proses kompresi pada dua perlakuan menghasilkan rasio yang sama. Rata-rata rasio kompresi pada rentang ini adalah 96,54%.



Gambar 5. Perbandingan besar rasio kompresi kedua algoritma pada rentang antara 20.000 sampai 40.000 byte.

A.3. Untuk rentang di atas 40.000 byte

Tidak berbeda dengan rentang-rentang yang sebelumnya, perlakuan pada file-file berukuran di atas 40.000 byte juga menghasilkan rasio kompresi yang sama. Namun rata-rata rasio kompresinya meningkat menjadi 98,42%. Grafik yang menyajikan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Perbandingan besar rasio kompresi kedua algoritma pada rentang file > 40.000 byte.

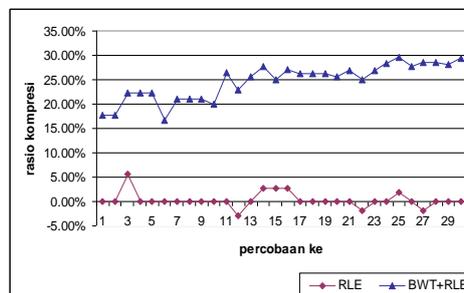
PEMBAHASAN

A. Data Heterogen

Ada dua hipotesis yang akan dibuktikan pada rentang percobaan ini. Yang pertama adalah rasio kompresi yang tidak terlalu baik. Dan yang kedua adalah hasil file kompresi yang bisa jadi lebih besar ukurannya dibandingkan file asal.

Gambar 7 menyajikan hasil percobaan yang telah dilakukan dalam satu grafik. Hipotesis pertama dapat dibuktikan dengan melihat hasil percobaan. Rata-rata rasio kompresi menggunakan algoritma RLE pada data heterogen adalah 0,30% dengan perincian : 0,56% pada tentang file < 20.000 byte, 0,54% untuk rentang file antara 20.000 sampai 40.000 byte, dan -0,19% untuk rentang file berukuran > 40.000 byte. Nilai rasio ini tidak terlalu baik jika dibandingkan dengan besarnya rasio kompresi jika menggunakan algoritma gabungan RLE dan BWT yaitu sebesar 24,67%.

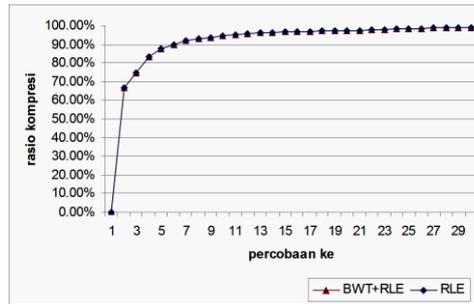
Hipotesis kedua terbukti dengan adanya hasil rasio kompresi negatif pada percobaan ke-12, 22, 27 dengan nilai masing-masing -2,86%, -1,92%, dan -1,78%. Hasil tersebut mengindikasikan diperolehnya file hasil kompresi yang lebih besar daripada file asal. Penyebab terjadinya rasio negatif ini adalah sedikitnya karakter yang sama pada letak yang berdekatan dalam kondisi atau pola dalam data yang menjadi target utama untuk dikompresi menggunakan metode seperti Run-Length Encoding. Seperti telah dibahas pada teori, algoritma RLE melakukan kompresi dengan memampatkan karakter-karakter yang sama pada letak yang berdekatan. Jika tidak ada karakter yang sama pada letak yang berdekatan maka algoritma menjadi tidak efektif karena yang dilakukan oleh adalah menambah banyaknya karakter yang disimpan.



Gambar 7. Perbandingan besar rasio kompresi pada data heterogen menggunakan RLE dan BWT+RLE.

B. Data Homogen

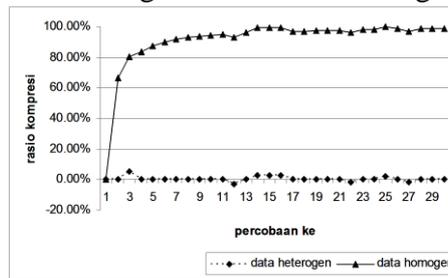
Sesuai dengan hipotesis, pada data homogen tidak ada perbedaan antara penggunaan algoritma RLE yang baik disempurnakan dengan BWT maupun tidak. Hasil ini dapat dilihat pada Gambar 8, besar rata-rata kompresi pada data homogen ini adalah 90,83%.



Gambar 8. Perbandingan besar rasio kompresi pada data homogen menggunakan RLE dan BWT+RLE.

C. Kinerja algoritma RLE

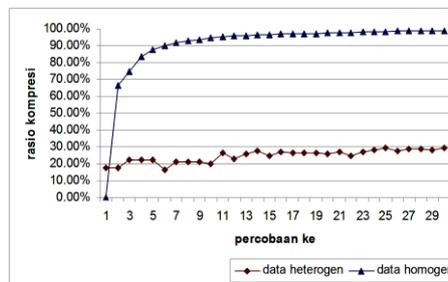
Algoritma RLE bekerja dengan melakukan reduksi pada string-string yang berulang. Rasio pemampatan algoritma Run-Length Encoding tergantung pada perubahan karakter dari string, sehingga algoritma ini tidak dapat bekerja secara optimal pada data dengan perubahan karakter yang sangat bervariasi. Saat ini algoritma Run-Length Encoding lebih sering digunakan untuk kompresi image gambar dimana variasi perubahan karakter dalam image gambar tidak terlampau besar. Gambar 9 merepresentasikan hal dimana RLE sangat efektif bekerja pada data homogen namun tidak terlalu bagus untuk data heterogen.



Gambar 9. Perbandingan besar rasio kompresi menggunakan algoritma RLE pada data homogen dan heterogen.

C. Kinerja algoritma RLE + BWT

Gambar 10 merepresentasikan peningkatan rasio kompresi jika digunakan algoritma BWT sebagai pelengkap. Namun, rasio kompresi pada data homogen tetap menghasilkan rasio yang lebih baik daripada data heterogen.



Gambar 10. Perbandingan besar rasio kompresi menggunakan algoritma RLE + BWT pada data homogen dan heterogen.

D. Pengujian Menggunakan ANOVA

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk membantu penarikan kesimpulan akhir dari data-data hasil percobaan dengan menggunakan pendekatan ragam. Kriteria yang diuji adalah rasio kompresi. Hasil pengujian menggunakan analisis ANOVA menghasilkan beberapa hal.

Pertama, pada data heterogen dihasilkan P-value dari dua faktor yang ada (rentang dan algoritma) dengan nilai masing-masing $<0.0001\%$. Ini berarti bahwa baik perlakuan beda rentang ukuran maupun beda algoritma menghasilkan rasio kompresi yang berbeda nyata. Atau dengan kata lain bisa ditarik kesimpulan bahwa perlakuan menggunakan BWT+RLE berbeda nyata dengan perlakuan menggunakan RLE, dan percobaan juga menghasilkan rasio kompresi yang berbeda nyata antara tiap rentang yang ditetapkan (<20.000 byte, $20.000-40.000$, dan > 40.000 byte). Hasil analisis ANOVA untuk data heterogen disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil ANOVA pada data heterogen

S. Keragaman	dF	MS	F _{hitung}	P-value
Rentang (R)	2	0.00695002	27.24	<.0001
Algoritma (A)	1	0.89094283	3492.02	<.0001
Interaksi R & A	2	0.00936019	36.69	<.0001
Error (E)	54	0.00025514		
Total (T)	59			

Kemudian untuk menganalisis dimana letak perbedaan nyata, dilakukan analisis lanjut menggunakan Duncan Grouping. Pada analisis Duncan Grouping, perlakuan dengan hasil yang berbeda nyata ditunjukkan dengan penulisan karakter yang berbeda. Tabel 2 merepresentasikan Duncan Grouping pada faktor 1 (besar file). Pada analisis ini diperoleh hasil yang berbeda nyata pada perlakuan file <20.000 byte dibandingkan perlakuan yang lainnya.

Tabel 2. Duncan Grouping pada faktor ke-1 data heterogen

Duncan Grouping	Mean	N	faktor1
A	0.138605	20	>40
A	0.132400	20	20-40
B	0.103665	20	<20

Sedangkan pada Tabel 3 disajikan Duncan Grouping pada faktor 2 (algoritma). Pada analisis ini diperoleh hasil yang berbeda nyata antara perlakuan menggunakan RLE dan menggunakan RLE+BWT.

Tabel 3. Duncan Grouping pada faktor ke-2 data heterogen

Duncan Grouping	Mean	N	faktor2
A	0.246747	30	RLE+BWT
B	0.003033	30	RLE

Selanjutnya, pada data yang memiliki varians homogen, analisis statistik menunjukkan bahwa variasi pada rentang perlakuan menghasilkan perbedaan yang signifikan secara statistik ($p = 0.0002$). Sebaliknya, tidak ditemukan adanya perbedaan signifikan dalam hasil yang disebabkan oleh penggunaan algoritma yang berbeda ($p = 1.0000$). Ini berarti bahwa perlakuan beda rentang ukuran mengasilkan beda nyata. Namun perlakuan beda algoritma tidak mengasilkan rasio kompresi yang berbeda nyata. Hasil analisis ANOVA untuk data heterogen disajikan pada Tabel 4. Hasil analisis ini diperjelas dengan melakukan analisis lanjutan menggunakan Duncan Grouping.

Tabel 4. Hasil ANOVA pada data homogen

S. Keragaman	dF	MS	F _{hitung}	P-value
Rentang (R)	2	0.26733011	9.73	0.0002
Algoritma (A)	1	0.00000000	0.00	1.0000
Interaksi R & A	2	0.00000000	0.00	1.0000
Error (E)	54	0.02746113		
Total (T)	59			

Untuk faktor 1 (perbedaan ukuran), diperoleh hasil yang berbeda nyata pada perlakuan file <20.000 byte dibandingkan perlakuan yang lainnya. Tabel 5 merepresentasikan Duncan Grouping untuk faktor 1.

Tabel 5. Duncan Grouping pada faktor ke-1 data homogen

Duncan Grouping	Mean	N	faktor1
A	0.98424	20	>40
A	0.96536	20	20-40
B	0.77522	20	<20

Sesuai hasil analisis menggunakan ANOVA, tidak ditemukan perbedaan nyata antara penggunaan algoritma yang berbeda (baik RLE maupun RLE+BWT), hal ini dibuktikan dengan hasil karakter yang sama (A) pada hasil analisis Duncan Grouping di Tabel 6.

Tabel 6. Duncan Grouping pada faktor ke-2 data heterogen

Duncan Grouping	Mean	N	faktor2
A	0.90827	30	RLE
A	0.90827	30	RLE+BWT

4. KESIMPULAN

Algoritma RLE bekerja dengan melakukan reduksi pada string-string yang berulang. Rasio pemampatan algoritma Run-Length Encoding tergantung pada perubahan karakter dari string, sehingga algoritma ini tidak dapat bekerja secara optimal pada data dengan perubahan karakter yang sangat bervariasi.

Rasio kompresi optimal pada RLE dicapai ketika tingkat redundansi dalam file sangat tinggi akibat dominasi satu atau beberapa karakter yang muncul secara berurutan dengan frekuensi yang sangat tinggi. Dalam kasus ekstrem, bobot karakter yang berulang ini mendekati total ukuran file. Rasio terbaik yang didapat selama penelitian yaitu sebesar 98.97%.

Rasio kompresi terburuk RLE terjadi pada file yang memiliki variasi karakter besar dan pada file yang berukuran kecil. Hal ini ditandai dengan terjadinya pembesaran ukuran file hasil dibandingkan ukuran file awal. Hal ini dibuktikan pada percobaan ke-2 rentang file yang kedua dimana hasil kompresi menghasilkan nilai sebesar -2.86%.

Kompleksitas algoritma RLE adalah $O(N)$, sedangkan kompleksitas algoritma BWT (Nelson, 1996) adalah $O(N * \log(N))$.

BWT melakukan penyusunan kembali terhadap karakter-karakter dalam string berdasarkan kesamaan nilainya, sehingga menghasilkan blok-blok string dengan nilai yang sama. BWT membuat rasio kompresi RLE menjadi lebih baik, hal ini dibuktikan pada percobaan dimana penggunaan BWT menaikkan rasio kompresi pada data heterogen sebesar 24.37% dengan perincian 20.178%, 25.940%, 27.906% pada tiap rentang file.

Algoritma BWT melakukan pengelompokan karakter pada string per-blok dalam suatu file. Sehingga algoritma ini tidak sepenuhnya melakukan pengurutan karakter dalam file tersebut. Oleh karena itu, pengembangan penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan menyempurnakan algoritma RLE + BWT pada kompresi data teks menggunakan algoritma penyempurna yang lain seperti Move to Front. Penelitian ini masih mempunyai kelemahan dalam hal analisis waktu, penghitungan waktu kompresi dilakukan dengan melakukan estimasi berdasarkan kompleksitas algoritma. Sehingga pada penelitian lebih lanjut diharapkan dapat dilakukan analisis dari sudut pandang waktu kompresi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Astrigina, M. 2001. Perbandingan Metode Huffman dan Lempel-Ziv-Welch untuk Pemampatan Berkas Teks [skripsi]. Bogor: Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Campos, A. Run Length Encoding, [http:// www.arturocampos.com/ac_rle.html](http://www.arturocampos.com/ac_rle.html) [5 desember 2004].
- Dewi, W.N. 2003. Pemampatan File dengan Menggunakan Metode LZSS [skripsi]. Bogor: Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.

- Held, G. 1943. Data Compression: Techniques and Application Hardware and Software Considerations. Ed ke-3. West Sussex : John Wiley & Sons Ltd.
- Matjjik, A.A. 2000. Perancangan Percobaan. Ed ke-2. Bogor: IPB Press.
- Moore, David S. 1994. The Basic Practice of Statistics. ISBN 0-7167-2628-9. New York : W.H. Freeman and Company.
- Nelson, M. Data Compression with the Burrows-Wheeler Transform. <http://dogma.net/markn/articles/bwt/bwt.htm>. [17 Desember 2003].
- Sulistio, D.D. 2003. Perbandingan Algoritma Huffman Statik Dengan Algoritma Huffman Adaptif Pada Kompresi Data Teks[skripsi]. Bogor: Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Yusran, R. 2004. Implementasi dan Analisis Efisiensi Beberapa Algoritma Kompresi Teks Terhadap Aspek-Aspek Informasi Tekstual [skripsi]. Depok: Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia.



Rancang Bangun Pemesanan Menu pada Rumah Makan berbasis Web Studi Kasus Rumah Makan Dapur Koning Jakarta Barat

Ratna Susan Surianto¹, Yulius Hari², Yonatan Widianto³

¹Teknik Informatika, Universitas Widya Kartika, Surabaya, Indonesia, ratnasusan71@gmail.com

²Teknik Informatika, Universitas Widya Kartika, Surabaya, Indonesia, yulius.hari.s@gmail.com

³Teknik Informatika, Universitas Widya Kartika, Surabaya, Indonesia, yonatan.widianto@gmail.com

STATUS ARTIKEL

Dikirim 21 April 2025
Direvisi 28 April
Diterima 29 April 2025

Kata Kunci:

Pemesanan makanan, ordering sistem, sistem informasi, rancang bangun

ABSTRAK

Usaha rumah makan menjadi salah satu bidang usaha yang banyak dilirik oleh para pelaku usaha namun perkembangan teknologi membuat konsumen bukan hanya menginginkan kualitas produk namun juga kemudahan dan keefektifan dalam bertransaksi. Rumah makan Dapur Koning Jakarta Barat adalah usaha rumah makan dengan skala rumahan yang didirikan pada bulan Juni tahun 2019. Dapur Koning dikelola oleh 1 hingga 3 pelayan yang berbagi tugas untuk melayani pelanggan, memasak makanan dan tugas kasir. Namun banyaknya pelanggan membuat pelayan Dapur Koning mengalami kesulitan dalam melayani transaksi penjualan terutama disaat jam-jam sibuk. Hal ini menyebabkan berbagai permasalahan diantaranya muncul komplain dari pelanggan saat pelayanan yang diberikan tidak sesuai dengan urutan pelanggan datang. Selain itu karena proses pembayaran masih dilakukan secara manual maka pelayan mengalami kesulitan dalam proses pencatatan pelaporan transaksi penjualan. Terkait dengan permasalahan tersebut, solusi yang ditawarkan yaitu dengan membangun sistem yang dapat membantu pelayan untuk menerima pesanan pelanggan serta menentukan urutan pelayanan sesuai dengan waktu kedatangan pelanggan. Selain itu sistem yang dibangun dapat mengelola transaksi pembayaran sehingga memudahkan kasir untuk menghitung total transaksi dan membuat laporan transaksi penjualan.

1. PENDAHULUAN

Makanan dan minuman adalah salah satu kebutuhan penting bagi manusia, sehingga usaha rumah makan menjadi salah satu bidang usaha yang banyak dilirik oleh para pelaku usaha. Keberadaan berbagai jenis rumah makan terus bermunculan dan menyebabkan persaingan antara pelaku usaha rumah makan menjadi semakin ketat. Selain itu, pelaku usaha rumah makan juga harus berhadapan dengan dunia usaha yang akan selalu berkembang seiring dengan perkembangan zaman. Khususnya pada era kemajuan teknologi seperti sekarang ini, munculnya berbagai teknologi yang dapat membantu kehidupan membuat masyarakat cenderung menginginkan segala kegiatan dilakukan dengan mudah dan efektif (Hari, et.al, 2024). Dan kini kemudahan dan keefektifan tersebut menjadi salah satu pertimbangan masyarakat untuk memilih rumah makan.

Rumah makan Dapur Koning Jakarta Barat adalah usaha rumah makan dengan skala rumahan yang didirikan pada bulan Juni tahun 2019. Dapur Koning dikelola oleh 1 hingga 3 pelayan yang berbagi tugas untuk melayani pelanggan, memasak makanan dan tugas kasir. Meskipun masih berskala rumahan, depot ini sudah lumayan banyak memiliki pelanggan.

Banyaknya pelanggan membuat pelayan Dapur Koning mengalami kesulitan dalam melayani transaksi penjualan setiap harinya terutama disaat jam-jam sibuk semisal jam makan siang. Hal ini menyebabkan berbagai permasalahan diantaranya muncul komplain dari pelanggan saat pelayanan yang diberikan tidak sesuai dengan urutan pelanggan datang. Selain itu karena proses pembayaran masih dilakukan secara manual maka pelayan mengalami kesulitan dalam proses pencatatan pelaporan transaksi penjualan.

Untuk mengatasi permasalahan yang masih terjadi pada Dapur Koning, maka diperlukan sebuah sistem yang dapat membantu pelayan untuk menerima pesanan pelanggan serta menentukan urutan pelayanan sesuai dengan waktu kedatangan pelanggan. Selain itu sistem yang dibangun diharapkan dapat mengelola transaksi pembayaran sehingga memudahkan kasir untuk menghitung total transaksi dan membuat laporan transaksi penjualan. Dan pada saat ini telah ada beberapa penelitian terdahulu yang memiliki topik yang serupa dengan penelitian yang akan diangkat ini. Dan penelitian itu diantaranya penelitian Deby Rotama dan Yanuar Sinatra dari Sekolah Tinggi Teknik Malang dengan judul Pengembangan Aplikasi Input Pesanan Pengunjung Di Depot ICook Malang yang mana penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk memperbaiki proses penyampaian pesanan yang dilakukan pelanggan. Kemudian ada penelitian dari Kalistya Rizki Pratondo mahasiswa Universitas Muhammadiyah Malang dengan judul Rancang Bangun Aplikasi Kasir Menggunakan Metode Prototyping (Kasus: Depot Sate Pak Salim Sumberpucung). Penelitian ini bertujuan untuk menyelesaikan masalah pengelolaan pembayaran yang dilakukan oleh kasir dimana proses masih manual sehingga sering terjadi kesalahan dalam perhitungan total penjualan.

Berdasarkan masalah dan teori yang telah dipelajari, penulis bermaksud untuk membuat sebuah penelitian dengan maksud untuk merancang dan membuat suatu aplikasi yang dilengkapi dengan QR code yang berisikan tautan untuk memudahkan pelanggan untuk memesan menu. Proses pemesanan dapat langsung dilakukan pada ponsel pintar pelanggan dengan cara memindai kode QR yang telah disediakan, sehingga pelanggan tidak harus menunggu pelayan untuk menanyakan pesanan mereka. Kemudian sistem akan memberikan nomor urutan sesuai dengan urutan pesanan pelanggan sehingga diharapkan akan memudahkan pelayan untuk mendahulukan pelanggan yang lebih dulu memesan. Dan terakhir, sistem yang akan dibangun diharapkan dapat langsung menghitung jumlah penjualan dan mencatat hal tersebut dalam sistem sehingga memudahkan pelayan untuk mengelola jumlah penerimaan dan membuat rekap laporannya.

2. METODE

2.1 Analisis kebutuhan

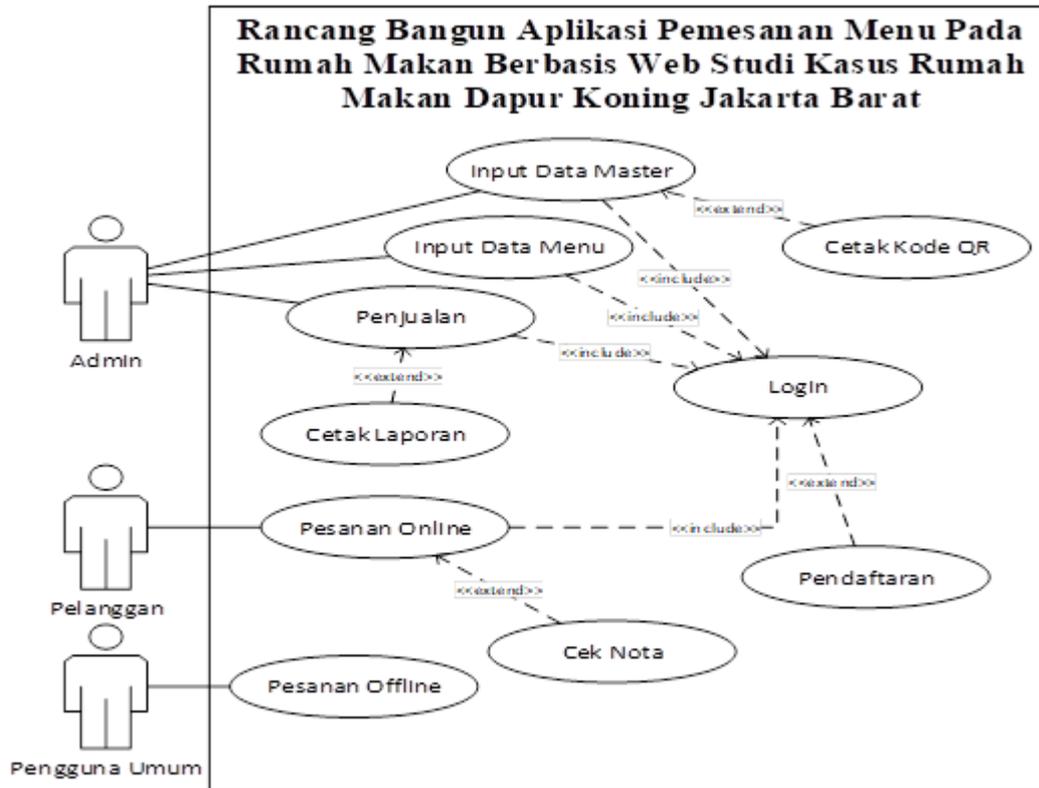
Rancang Bangun Aplikasi Pemesanan Menu Pada Rumah Makan Berbasis Web Studi Kasus Rumah Makan Dapur Koning Jakarta Barat dibangun untuk mengatasi permasalahan dalam pengelolaan pesanan yang terjadi pada depot Dapur Koning berupa kurang optimalnya pemesanan menu pada jam sibuk, pelayanan yang tidak sesuai dengan urutan kedatangan pelanggan serta kesulitan dalam pengelolaan laporan penjualan depot. Agar aplikasi yang dibangun dapat memberikan solusi yang sesuai dengan kebutuhan depot maka penulis memberikan analisis kebutuhan sistem yang dibangun.

Analisis kebutuhan sistem merupakan analisis yang berisi proses-proses apa saja yang nantinya dibutuhkan dan bisa dilakukan oleh sistem agar dapat memberikan solusi yang sesuai dengan permasalahan penelitian. Pada penelitian ini menggunakan tiga kebutuhan sistem yaitu kebutuhan data, kebutuhan fungsional dan kebutuhan non fungsional. Kebutuhan data mencakup data dan informasi apa saja yang diperlukan untuk mendukung proses perancangan sistem. Kebutuhan fungsional sistem adalah jenis kebutuhan yang berisi tentang proses-proses

apa saja yang nantinya dilakukan oleh sistem. Kebutuhan ini berkaitan langsung dengan fungsi utama aplikasi. Karena fungsi utama aplikasi ini adalah pengelolaan pesanan maka diperlukan proses-proses yang berkaitan dengan fungsi tersebut.

2.2 Perancangan sistem

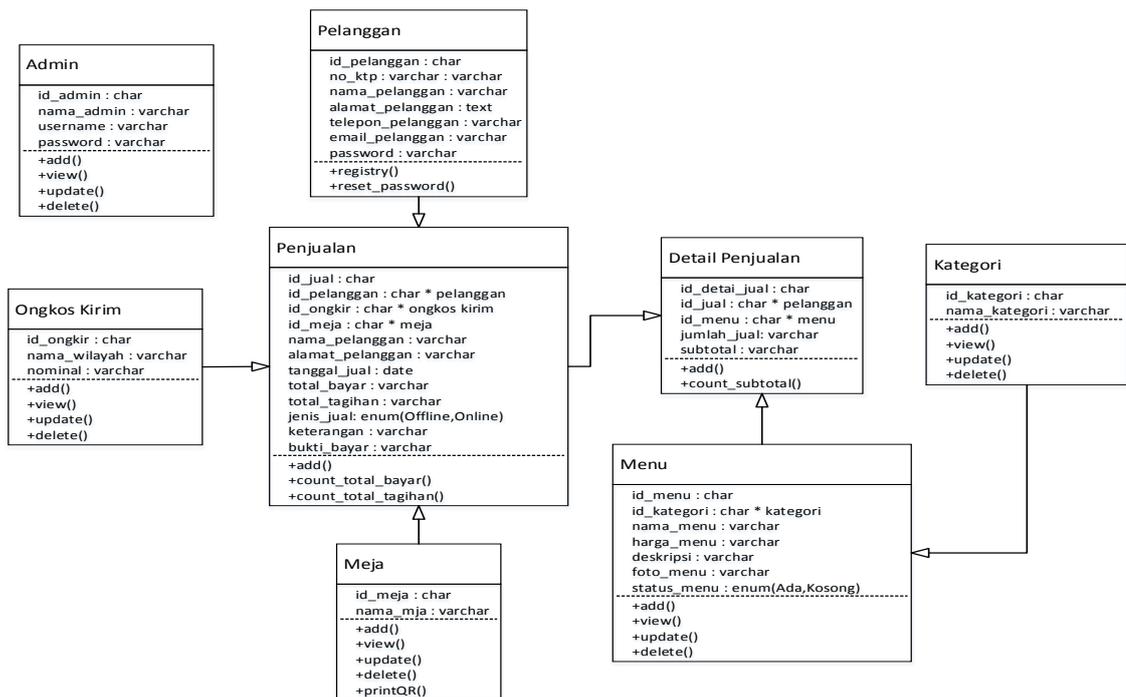
Perancangan sistem dilakukan dengan UML diagram. Pada interaksinya dilakukan dengan diagram use case yang merupakan bagian dari UML diagram. Use Case Diagram menggambarkan pola dari interaksi dan hubungan antara actor (pengguna sistem) dengan use case (tindakan sistem). Use case diagram sistem yang digunakan pada perancangan perangkat lunak ini dapat dilihat pada Gambar 1. Berikut:



Gambar 2.1. Diagram Use Case Sistem

Dalam diagram 2.1. digambarkan bahwa dalam sistem ini terdapat 3 aktor yaitu admin yang dapat mengakses data master berupa data menu, kategori dan meja. Admin juga dapat menginput data pesanan diluar sistem serta mencetak laporan. Aktor kedua adalah pengguna umum, aktor ini dapat menggunakan aplikasi tanpa harus login. Pengguna umum dapat mengakses pemesanan secara luring serta pendaftaran. Aktor ketiga adalah pengguna yang terdaftar sebagai pelanggan. Aktor dapat melakukan pemesanan online dan mencetak nota.

Lebih jauh lagi maka diagram tersebut diturunkan menjadi class diagram yang merupakan representasi dari sistem secara nyata. Class diagram merupakan kumpulan dari kelas-kelas yang saling berhubungan atau berelasi secara terstruktur. Class diagram sistem yang digunakan pada rancangan software ini dapat dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.2. Class Diagram Sistem

Pada Gambar 2.2 menggambarkan sebuah sistem pemesanan menu pada Dapur Koning yang memiliki kelas user interface yang saling berhubungan, adapun penjelasan mengenai hubungan tersebut adalah :

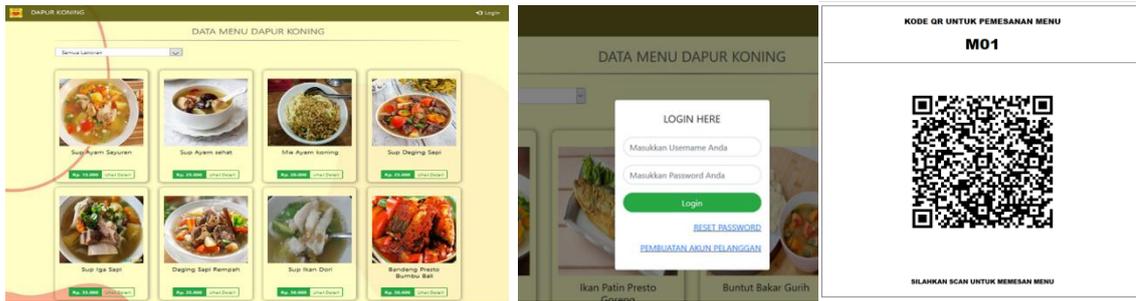
1. Kelas Admin adalah kelas bebas yang terkait dengan kelas manapun. Kelas Admin menggambarkan user interface dalam mengelola data admin. Kelas Admin bertujuan untuk memberikan akses CRUD (Create, Read, Update, dan Delete).
2. Kelas Kategori memiliki kaitan dengan kelas Menu yang bertujuan agar admin menambahkan data kategori yang dinamis pada kelas Menu.
3. Kelas Menu berkaitan dengan Kelas Detail Penjualan yang bertujuan agar pengguna dapat menambahkan data-data menu dalam detail penjualan. Kelas Detail Penjualan sendiri memiliki kaitan dengan Kelas Penjualan. Kelas Detail Penjualan. Dengan adanya kaitan antara kelas Penjualan dan kelas Detail Penjualan dapat memberikan akses kepada pengguna untuk menambahkan data penjualan dan menghitung biaya penjualan.
4. Kelas penjualan juga terkait dengan kelas Pelanggan dan kelas Ongkos Kirim yang bertujuan untuk menampilkan data pelanggan dan total biaya pengiriman order pemesanan online. Serta terkait dengan kelas Meja yang bertujuan sebagai akses mencetak kode QR untuk menentukan urutan pelayanan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini adalah berupa aplikasi pemesanan menu yang digunakan untuk memberikan solusi atas permasalahan yang terjadi pada Dapur Koning khususnya mengenai masalah pada pemesanan. Karena hal tersebut maka hasil penelitian pada pembahasan ini akan berisi tampilan dan penjelasan mengenai aplikasi. Adapun tampilan antar muka pada aplikasi

ini sebagai contoh dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini yang berikan tampilan antar muka awal, login, dan barcode untuk pemesanan makanan.



Gambar 3.1. tampilan antar muka menu, login dan barcode pemesanan makanan.

Pada gambar 3.1. halaman ini digunakan untuk mengelola data meja yang disediakan oleh Dapur Koning. Dengan mendata meja akan memudahkan pelayan untuk menentukan posisi pelanggan. Halaman ini memiliki fungsi yang sama dengan halaman data kategori namun memiliki tambahan yaitu halaman ini dapat digunakan untuk mencetak kode QR secara otomatis. Kode QR ini nantinya dapat dicetak dan diletakkan pada masing-masing meja. Kode QR yang dicetak oleh halaman ini mengandung tautan yang jika dipindai oleh pelanggan akan mengarahkan pelanggan untuk mengunjungi halaman pemesanan. Dalam kode QR tersebut juga ditetapkan nomor meja pelanggan yang memindai kode QR.

3.2 User Testing

User Acceptance menggunakan kuisioner untuk menguji sistem secara langsung dengan melihat respon pengguna sistem (Hari, 2025). Responden atau pengguna sistem yang akan memberikan respon dalam penelitian ini adalah pegawai Dapur Koning dan beberapa pelanggan sebagai relawan yang berjumlah 8 orang. Setelah didapat hasil kuesionernya, maka selanjutnya adalah divalidasi dengan korelasi Pearson. Maka didapatkan hasil perhitungan seperti berikut ini :

Tabel 3.1 Tabel Hasil Perhitungan Validitas User Acceptance

No	Nama	Pertanyaan					Total
		1	2	3	4	5	
1	Responden 1	5	5	4	3	4	21
2	Responden 2	5	4	4	4	5	22
3	Responden 3	5	5	5	4	4	23
4	Responden 4	4	4	3	3	3	17
5	Responden 5	5	4	4	4	5	22
6	Responden 6	4	4	3	4	3	18
7	Responden 7	5	5	4	5	4	23
8	Responden 8	5	5	4	5	4	23
Total		34	33	30	31	33	146
Validitas							
	r_{xy}	0.949	0.624	0.863	0.642	0.722	
	t_{hitung}	7.406	1.955	4.187	2.049	2.554	
	t_{tabel}	1.895					
	Keterangan	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	
	Jumlah Valid	5					

Dari hasil yang didapat dapat diketahui data yang bersifat valid dan data-data tersebut akan kembali dihitung untuk menguji reliabilitas data tersebut, perhitungannya sebagai berikut :

Tabel 3.2 Tabel Hasil Pengujian Reliabilitas User Acceptance

No	Nama	Pertanyaan					Total
		1	2	3	4	5	
1	Responden 1	5	5	4	3	4	21
2	Responden 2	5	4	4	4	5	22
3	Responden 3	5	5	5	4	4	23
4	Responden 4	4	4	3	3	3	17
5	Responden 5	5	4	4	4	5	22
6	Responden 6	4	4	3	4	3	18
7	Responden 7	5	5	4	5	4	23
8	Responden 8	5	5	4	5	4	23
Total		34	33	30	31	33	
Var Item		0.214	0.286	0.411	0.571	0.571	5.554
Σ Var Item		2.054					
Σ Var Total		5.554					
Reliabilitas		0.720					

Hasil perhitungan realibitas dapat ditampilkan sebagai berikut :

$$r_{11} = \left[\frac{8}{8 - 1} \right] \left[1 - \frac{2.054}{5.554} \right]$$

$$r_{11} = \left[\frac{8}{7} \right] [1 - 0,370]$$

$$r_{11} = 1,143 * 0,630$$

$$r_{11} = 0,720$$

Dari perhitungan tersebut didapat nilai Reliabilitas 0.720 yang berdasarkan Alpha Cronbach pada kisaran 0.60-0.80 maka memenuhi tingkatan reliabel.

4. KESIMPULAN

4.1 Simpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dan penelitian Rancang Bangun Aplikasi Pemesanan Menu Pada Rumah Makan Berbasis Web Studi Kasus Rumah Makan Dapur Koning Jakarta Barat, maka kesimpulannya dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Aplikasi pemesanan menu pada rumah makan Dapur Koning dapat dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan basis data MYSQL.
2. Dengan adanya aplikasi ini, dapat memudahkan pelanggan untuk mengajukan pesanan kepada pelayan karena pelanggan dengan memindai kode QR yang telah disediakan pelanggan langsung dapat memesan mudah sehingga pelanggan tidak perlu menunggu pelayan menghampiri dan menanyakan pesanan.
3. Aplikasi ini dapat secara otomatis membuat nomor urut pelayanan sesuai dengan waktu pemesanan pelanggan. Hal ini dapat memudahkan pelayan untuk melayani pelanggan.
4. Fungsi aplikasi untuk menghitung total penjualan secara otomatis dapat memudahkan pelayan dalam proses pembayaran dan mencegah terjadinya kesalahan hitung.
5. Dan kemudian aplikasi ini dapat membuat laporan secara otomatis sehingga

pelayan tidak perlu lagi merincikan nota pemesanan untuk membuat laporan penjualan karena data nota sudah tersimpan dalam basis data.

4.2 Simpulan

Untuk pengembangan penelitian yang lebih baik maka penulis mengajukan saran yang dapat dijadikan acuan untuk penelitian lain dimasa depan. Saran untuk perbaikan aplikasi adalah aplikasi dapat dikembangkan dalam platform yang berbeda semisal menjadi aplikasi berbasis mobile sehingga akan lebih memudahkan untuk digunakan. Sementara itu saran untuk pengembangan proses bisnis, pemilik Dapur Koning dapat menambahkan transaksi pembayaran digital sehingga pelanggan dapat memiliki banyak pilihan metode pembayaran serta perlu adanya kerja sama dengan pihak kurir pengantar makanan agar ruang lingkup menjadi semakin luas.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, K. (2014). Dasar-dasar JQuery Programming. Bandung: Graha Ilmu.
- Hari, Y., Yanggah, M. E., & Paramita, A. S. (2025). Assessing Novice Voter Resilience on Disinformation During Indonesia Elections 2024 with Naïve Bayes Classifier. *Journal of*
- Hari, Y., Dewi, L. P., Santi, C., & Sembiring, M. J. (2018). Improving Financial Marketing And Accountability With Technology Penetration For The Bag SMEs Community In Gresik, Jawa Timur. *Advances in Social Sciences Research Journal*, 5(10), 160-164.
- Hari, Y., Darmanto, D., Widiyanto, Y., & Hermawan, B. (2021). Pengembangan Media Interaktif berbasis Augmented Reality untuk Mendukung Pembelajaran dalam Pandemi COVID-19 di SMK. *Proceeding KONIK (Konferensi Nasional Ilmu Komputer)*, 5, 127-131.
- Hari, Y., Hermawan, B., & Paramitha, M. (2022, October). INTERPRETATION OF STUDENTS ABILITY TO IDENTIFY HOAXES AND INFORMATION DISORDER DURING THE COVID-19 PANDEMIC. In *Proceeding of the International Conference on Innovation in Open and Distance Learning (Vol. 2)*.
- Imam. (2015). Aplikasi WPF dengan Visual Basic 2013. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Kadir, A. (2013). Pemrograman Database MySQL Untuk Pemula. Yogyakarta: PT. Buku Seru.
- Kusuma, A. (2012). Sistem Arsitektur UML (Unified Modeling Language). Bandung: Jaya Press.
- Pratama, A. (2018). HTML Uncover - Panduan Belajar HTM Untuk Pemula. Jakarta: Duniaikom.
- Sadikin. (2018). Analisis Aplikasi Sistem Informasi Berbasis Web SNIPE-IT Untuk Manajemen Inventaris DI Pusat Teknologi Informasi Dan Komunikasi - BPPT. Banten: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.