

Sistem Penunjang Keputusan Penentuan Komoditi Sayur Unggulan Menggunakan Metode *K-means* dan *Double Exponential Smoothing*

Andi Irmayana¹, Mariati², Aswar Wahyudi³, Irsal⁴

Program studi Teknik Informatika

Universitas Dipa Makassar

Makassar, Indonesia

e-mail: ¹irmayana.andi@undipa.ac.id, ²mariatiain2203@gmail.com, ³aswar120615@gmail.com,

⁴irsal@undipa.ac.id

Diajukan: 5 Januari 2023; Direvisi: 13 Maret 2023; Diterima: 24 Maret 2023

Abstrak

Seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat Makassar terhadap konsumsi sayur, kini semakin banyak orang yang membuka bisnis penjualan sayuran. Bisnis ini merupakan bisnis yang menjanjikan, karena sudah menjadi bagian penghasilan utama bagi warga Makassar selain kepopulerannya di bidang wisata dan kuliner. Keadaan yang diamati sekarang pada salah satu toko grosir sayuran yaitu Toko Baso Ewang masih mengalami kesulitan dalam mengendalikan persediaan stok barang. Dimana, sering terjadi kelebihan atau kekurangan stok dalam penjualannya. Untuk membantu para pengambil keputusan dalam menentukan ketersediaan jenis sayuran dengan jumlah yang tepat, maka dibuat suatu sistem pendukung keputusan menggunakan metode *K-means Clustering* dan *double exponential smoothing*. Hasil dari penelitian ini menyimpulkan bawang daun, kentang, kubis, wortel, cabai rawit, tomat sebagai komoditi terlaris. Selain itu, dari hasil yang diperoleh, dinyatakan bahwa kembang kol petsai atau sawi, lobak, kacang merah, kacang panjang, cabai besar, terung, buncis, ketimun, labu siam, kangkung, bayam, melinjo, paprika, dan jamur sebagai komoditi tidak laris.

Kata kunci : Sayur, Terlaris, *K-Means*, *Double exponential smoothing*, *PHP*.

Abstract

Along with the increasing awareness of the people of Makassar on vegetable consumption, now more and more people are opening a business selling vegetables. This business is a promising business, because it has become part of the main income for Makassar residents besides its popularity in the tourism and culinary fields. The situation observed now is that one of the wholesale vegetable stores, namely Toko Baso Ewang, is still experiencing difficulties in controlling the stock of goods. Where, there is often excess or shortage of stock in sales. To assist decision makers in determining the availability of the right amount of vegetables, a decision support system was created using the *K-means clustering method* and *double exponential smoothing*. The results of this study concluded that leeks, potatoes, cabbage, carrots, cayenne pepper, tomatoes were the best-selling commodities. In addition, from the results obtained, it was stated that cauliflower or mustard greens, radishes, red beans, long beans, large chilies, eggplants, green beans, cucumbers, chayote, kale, spinach, melinjo, peppers, and mushrooms as commodities were not selling well.

Keywords : Vegetables, Best seller, *K-Means*, *Double exponential smoothing*, *PHP*.

1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi perlu untuk kita manfaatkan dalam berbagai proses penyelesaian masalah seperti pengambilan keputusan, pengolahan data, transaksi jual beli dan sebagainya. Hal-hal yang sulit dikerjakan oleh manusia, menjadi mudah dengan bantuan teknologi. Proses penjualan kini tidak dibatasi dengan ruang dan waktu, pengambilan keputusan yang cepat, proses pembelajaran tidak terbatas bahkan

saat terjadi pandemi menunjukkan manfaat teknologi yang luar biasa. Setiap inovasi diciptakan untuk memberi manfaat positif bagi kehidupan manusia.

Toko Baso Ewang merupakan salah satu toko grosir sayuran yang menjual berbagai macam sayuran lokal mulai dari bawang daun, kentang, kubis, wortel, cabai rawit, tomat kembang kol petersai atau sawi, lobak, kacang merah, kacang Panjang, cabai besar, terung, buncis, ketimun, labu siam, kangkung, bayam, melinjo, paprika, melinjo dan jamur. Dalam kegiatan penjualannya, sering mengalami kerugian akibat pengendalian persediaan stok barang yang kurang tepat. Untuk mengetahui stok barang digudang, harus dilakukan pengecekan barang satu per satu untuk dicatat. Selain itu, pencatatan proses penjualan barang ditulis pada nota dan direkap pada buku penjualan yang bisa rusak dan hilang.

Dengan mengetahui komoditas sayuran serta produk turunan yang tepat untuk dikembangkan di Toko Baso Ewang, akan mempermudah produsen dalam upaya meningkatkan potensi ekonomi dan sumber daya alam dalam sektor perdagangan, dan menentukan sayuran yang persediaannya perlu dikontrol jumlahnya berdasarkan permintaan. Penentuan sayur yang laris dan tidak laris ini sangat penting agar menunjang peluang ekspor bagi industri kecil dan menengah. Namun, untuk menentukan produk sayuran yang perlu dikontrol tidaklah mudah. Keputusan merupakan suatu pemilihan alternatif dari serangkaian alternatif yang sulit ditentukan untuk mengakhiri penyelesaian masalah [1]. Oleh karena itu, untuk membantu para pengambil keputusan dalam menentukan keputusan yang tepat, diperlukan suatu model pengambilan keputusan yang dikenal dengan Sistem Penunjang Keputusan.

Sistem penunjang keputusan dijelaskan Turban dalam [2] merupakan sistem berbasis komputer yang ditujukan untuk membantu pengambilan keputusan dengan memanfaatkan data dan model tertentu dalam memecahkan masalah yang tidak terstruktur. *Data mining* merupakan proses menemukan hubungan yang berarti, pola dan kecenderungan yang memeriksa sekumpulan besar data yang tersimpan dalam penyimpanan menggunakan teknik pengenalan pola [3]. Terdapat beberapa metode dengan penerapan *data mining* yang digunakan untuk menunjang keputusan, di antaranya adalah metode *K-means Clustering* dan *double exponential smothing*. Beberapa penelitian telah menggunakan metode tersebut dalam mengekstraksi dan mengidentifikasi informasi. Penerapan metode *K-means* pada penelitian tentang pembuatan sistem informasi kasir dan peramalan jumlah stok barang ideal untuk mengantisipasi kerugian terhadap barang yang disediakan dalam jumlah berlebih [4]. Penelitian tentang kasus tingkat penjualan paket Data Telkomsel, dapat memudahkan dalam menemukan strategi atau suatu pola yang dapat meningkatkan penjualan dan pemasaran produk [5]. Akurasi *Euclidean Distance*, *Minkowski Distance*, dan *Manhattan Distance* pada Algoritma *K-Means Clustering* berbasis *Chi-Square* [6]. Metode *double exponential smothing* digunakan pada peramalan penjualan untuk memproyeksikan jumlah penjualan cat Nippon paint setiap bulannya dengan hasil rata-rata PE sebesar 0,14% [7]. Selain itu, terdapat penelitian yang menggunakan kedua metode tersebut pada proses *clustering* dan peramalan dalam kasus tertentu. Penelitian tentang pengelompokan jilbab dengan kategori laris, cukup laris dan tidak laris menggunakan metode *K-Means Clustering* dan *Double Exponential Smoothing* memperoleh tingkat akurasi 22,28% [8]. Penelitian [9] dalam men-*cluster* penduduk miskin dan meramalkan jumlah penduduk miskin di Indonesia.

Dalam penelitian yang dilakukan, Metode *K-Means Clustering* digunakan untuk mengelompokkan data atau objek sayuran dalam 2 kategori yaitu Laris dan tidak Laris sehingga setiap data memiliki *cluster (group)* sehingga setiap data pada suatu *cluster* yang sama akan berisi data yang semirip mungkin dan berbeda dengan objek dalam *cluster* yang lainnya. Metode *double exponential smothing* yang merupakan metode time series yang menggunakan data masa lalu untuk memprediksi sesuatu di masa yang akan datang. Metode *double exponential smothing* digunakan pada kasus ini dikarenakan pola datanya bersifat *trend* atau dalam bentuk linear naik atau turun.

2. Metode Penelitian

2.1. Peralatan Penelitian

Peralatan penelitian yang digunakan terdiri dari perangkat keras komputer (laptop) dengan spesifikasi *processor* Intel celeron CPU N3150 RAM 8 *gigabite*, *hardisk* 1 TB eksternal. Selain itu perangkat lunak berupa sistem operasi Windows 10, Bahasa pemrograman PHP, *Framework CodeIgneter*, umlet untuk menggambarkan konseptual sistem, dan aplikasi lainnya seperti Ms.Word, Ms.Exel, Visual Code.

2.2. Metode Pengumpulan Data

Penulis menggunakan metode kuantitatif sebagai cara pengumpulan data pengolahan yang dibutuhkan. Data yang digunakan adalah database management yang merupakan sub sistem dalam data yang terorganisir pada sebuah database yang berisi data penjualan masa lalu dan masa sekarang. Dan

Penentuan *variable* komoditi laris sayuran yang digunakan untuk menentukan prediksi sayur laris berdasarkan penjualan adalah jumlah kg penjualan dan pembelian sayur yang diproduksi di Toko Baso Ewang. Data penjualan produk di Toko Baso Ewang selama 12 bulan pada tahun 2021 sebagai berikut:

Tabel 1. Volume Penjualan Toko Baso Ewang 2021

Nama Barang	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
Bawang Daun	415.6	2,023,368	133615.5	347569.3	255950.1	122129.6	57245.5	57781.9	72561.7	313177.6	99310.8	129312.2
Kentang	3693	4941.81	298434.6	198952.4	298491.6	547282.1	255819.8	639661	383817.2	270001.4	241598.4	99487.2
Kubis	5691.8	4082.892	299256	460935.6	215507.8	574713.8	167528.4	562698.2	131530.6	95705.8	341227.6	460951.6
Kembang Kol	42.4	58,063	13204.7	4817	6207.6	3182	13829.5	2769.9	7737.6	15597.6	1940.4	12901.3
Petai Saw	236.5	104.67	116854	119981	104422	55665	21778	57673	32650	20154	99706	20205
Wortel	3384.6	543,717	185619.8	296149.3	194417.6	238635.6	362487.8	57673	32650	20154	99706	20205
Lobak	48,188	18,174	45,121	9,334	46,487	37	\$7.4	49.6	53.6	106.2	10\$	124.4
Kacang Merah	78,157	\$1.39	656.6	338.6	53.5	497.9	392.1	244.3	89.7	722.6	515.5	266.4
Kacang Panjang	744.2	1029,011	116026	116046	112124.3	34718.3	76022.1	43801.6	60562.3	116077	59226.4	39974.9
Cabai Besar	1493.2	726,524	138941.6	151444	138943.6	40873.6	\$1948.2	122897.8	62361	99789.2	67685.6	103638.2
Cabai Rawit	2127.4	1352,265	76607.7	219191.9	110883.6	92374.5	129358.7	192815.9	248304.9	253626.8	179565.4	153163.4
Tomat	4711.5	4227,991	361161.1	323143.3	221738.5	462611.9	120331.7	608348.8	190079	519581.6	278816.2	437247.7
Terung	94.9	483.05	100467.9	\$1249.2	63235.6	13469.2	85804.6	22516	59779.3	107326.5	56466	14676.3
Buncis	83.9	482,001	52679.2	55609.6	54865.5	49030.7	\$035.1	48969.7	67976.3	72431.9	33596.6	38695.3
Ketimun	674.4	577,088	48664.2	43690.8	76374.4	49469.6	75535	47877.8	22650.8	33526	57089.2	59655.4
Labu Siam	386.4	393,784	94127	2680\$	79374.8	57821.6	111616.6	64556.6	47035	95519.2	78048.6	20179
Kangkung	566.2	446,352	5633.8	31195.4	79684.2	132276.6	18409.6	68301.6	138029.4	71124	15604.2	22668.2
Bayam	203.6	339,162	58373.6	53749.2	\$563.6	33841.2	15908.8	33168	49129.8	11933.6	19222.8	61046.4
Melindo	22	0,28	203	57.8	187	179	262.2	59.2	214.6	221.8	247.4	35.4
Paprika	40	50,672	150.9	470.8	405.5	144.1	202.9	93.2	47.2	257.1	280.7	41.1
Jamur	5.2	36,892	1507.4	586.9	1795.9	1112.1	256.2	266.5	617.7	1720.5	318.4	1288.8
Petai	13.5	87.3	19004	\$004.4	9723.6	14698.2	18326.4	3242.4	6087.6	19553.2	7295.6	13974.4
Jengkol	77.2	3,029	11916.1	7176.7	6998.1	2029.1	2792.9	6716.5	5111.6	6365.6	8324.4	10754.4

Sumber: Toko Baso Ewang (2021).

2.3. Metode Clustering

Pengelompokkan sejumlah data atau objek ke dalam *cluster* (*group*) sehingga setiap dalam *cluster* tersebut akan berisi data yang semirip mungkin dan berbeda dengan objek pada *cluster* lainnya merupakan proses *clustering* dalam bidang ilmu *data mining* [10]. *Data mining* merupakan proses analisa data untuk menemukan suatu pola dari kumpulan data tersebut. *Data mining* mampu menganalisa data yang besar menjadi informasi berupa pola yang mempunyai arti bagi pendukung keputusan [11]. Adapun metode *clustering* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *K-Means Clustering*. Metode ini termasuk *partitioning Clustering* yang memisahkan data ke k daerah bagian yang terpisah. Yudi Agusta dalam [12] menyebutkan beberapa perkembangan penerapan yang telah diimplementasikan terhadap metode *K-Means* termasuk pemilihan *distance space*, cara pengalokasian ulang data ke *cluster* dan *objective function* yang digunakan. *K-Means* juga telah dikembangkan untuk bisa memodel *dataset* yang mempunyai bentuk khusus dengan memanfaatkan *kernel* trik.

2.4. Langkah Clustering K-Means

Proses *Clustering* dengan menggunakan algoritma *K-means Clustering* memiliki langkah-langkah sebagai berikut [12]:

1. Menentukan nilai k untuk jumlah *cluster* yang ingin dibentuk.
2. Memilih nilai untuk pusat *cluster* awal (*centroid*) sebanyak k.
3. Menghitung jarak setiap data input terhadap masing-masing *centroid* menggunakan rumus jarak *Euclidean* (*Euclidean Distance*) hingga di- temukan jarak yang paling dekat dari setiap data dengan *centroid*. Berikut adalah persamaan *Euclidian Distance*:

$$d(x_i, \mu_j) = \sqrt{\sum(x_i - \mu_j)^2} \tag{1}$$

Dimana x_i , data kriteria ke-j dan μ_j , centroid *cluster* ke-j

4. Mengklasifikasikan/mengelompokan setiap data berdasarkan kedekatannya dengan *centroid* (jarak terkecil).
5. Memperbaharui nilai *centroid*. Nilai *centroid* baru di peroleh dari rata-rata *cluster* yang bersangkutan dengan menggunakan rumus:

$$\mu_j(t + 1) = \frac{1}{Ns_j} \sum_{i \in S_j} x_i \quad (2)$$

Dimana $\mu_j(t + 1)$, *centroid* baru pada iterasi ke-(t+1) dan Ns_j adalah banyak data pada *cluster* S_j

6. Melakukan perulangan dari langkah 3 hingga 5, sampai anggota tiap *cluster* tidak ada yang berubah. Jika langkah 6 telah terpenuhi, maka nilai pusat *cluster* (μ_j) pada iterasi terakhir akan digunakan sebagai parameter untuk menentukan klasifikasi data.

2.5. Metode Peramalan

Seni dan ilmu memprediksi peristiwa-peristiwa yang akan terjadi dengan menggunakan data historis dan memproyeksikannya ke masa depan dengan beberapa bentuk model matematis disebut dengan peramalan, Bina nusantara dalam [13]. Dalam proses peramalan, peneliti menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*. Metode pemulusan eksponensial *linier* dari Holt pada prinsipnya serupa dengan Brown kecuali bahwa Holt tidak menggunakan rumus pemulusan berganda secara langsung. Sebagai gantinya, Holt memutuskan nilai *trend* dengan parameter yang berbeda dari dua parameter yang digunakan pada deret yang asli [13].

Langkah-langkah *Double Exponential Smoothing*

Proses peramalan menggunakan *Double Exponential Smoothing* memiliki langkah-langkah sebagai berikut [14]:

- a. Menghitung nilai pemulusan *exponential* pertama diberi simbol (s'_t) dengan persamaan:

$$s'_t = a \cdot x_t + (1 - \alpha)s'_{t-1} \quad (3)$$

- b. Menghitung nilai pemulusan *exponential* kedua diberi simbol (s''_t) dengan persamaan:

$$s''_t = a \cdot x_t + (1 - \alpha)s''_{t-1} \quad (4)$$

- c. Menghitung besarnya nilai konstanta dan diberi simbol a_t dengan persamaan:

$$a_t = 2s'_t s''_t \quad (5)$$

- d. Menentukan nilai *slope* dengan persamaan:

$$b_t = \frac{a}{1-\alpha} (S'_t - S''_t) \quad (6)$$

- e. Menghitung besarnya nilai prediksi dengan persamaan:

$$F_{t+m} = \alpha_{t+(m)} \quad (7)$$

Dari persamaan tersebut diketahui S'_t adalah Nilai pemulusan eksponensial pertama, a adalah parameter pemulusan eksponensial yang besarnya $0 < \alpha < 1$, $S'_t - 1$ adalah nilai pemulusan eksponensial sebelumnya, x_t adalah nilai riil periode t , s''_t adalah nilai pemulusan eksponensial kedua, a_t adalah besarnya konstanta periode t , b_t adalah Slope/nilai trend dari data yang sesuai, F_{t+m} adalah Nilai prediksi untuk periode kedepan dan m adalah jangka waktu prediksi.

2.6. Ukuran Akurasi Peramalan

Hasil peramalan tidak selalu akurat atau sering berbeda dengan keadaan sesungguhnya (data aktual). Kesalahan ramalan (*forecast error*) merupakan perbedaan antara ramalan dengan keadaan sesungguhnya. Oleh karena itu, untuk menilai ketepatan suatu periode peramalan dapat dilakukan dengan mencari selisih besaran (ukuran kesalahan peramalan) data peramalan terhadap data *actual* [14]. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* dihitung dengan menggunakan kesalahan absolut pada tiap periode dibagi dengan nilai observasi yang nyata untuk periode itu. Kemudian, merata-rata kesalahan persentase absolut tersebut. Metode *MAPE* merupakan ukuran ketepatan relatif yang digunakan untuk mengetahui persentase penyimpangan hasil prediksi [15]. Nilai MAPE dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$PE = (At - Ft / At) \times 100 \% \tag{8}$$

Dimana A_t adalah data aktual periode ke- t , F_t adalah ramalan periode ke- t dan n adalah jumlah data, *MAPE* merupakan nilai tengah atau nilai rata-rata dari *percentage Error* dari suatu peramalan.

$$MAPE = \sum [PE] / n \tag{9}$$

Adapun kriteria dari *MAPE* ditunjukkan dalam tabel di bawah ini [16]:

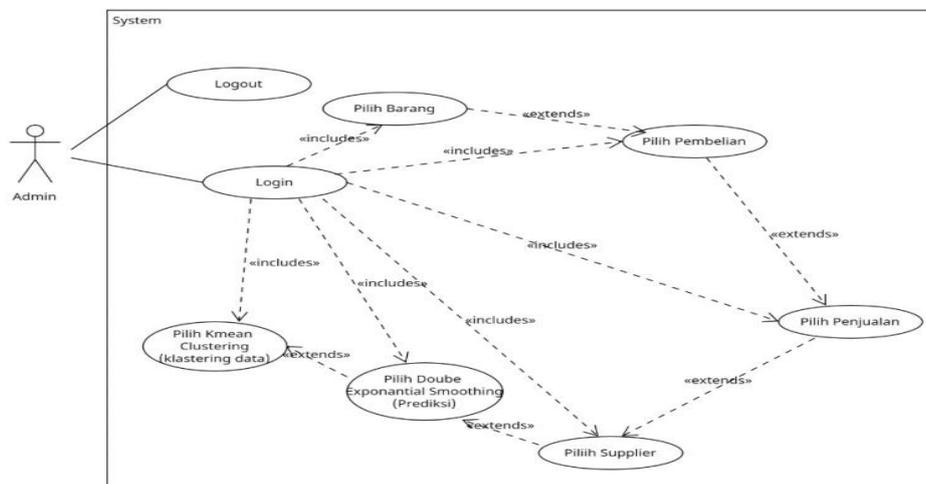
Tabel 2. Kriteria MAPE

Mape	Pengertian
<10%	Kemampuan peramalan sangat baik
10%-20%	Kemampuan peramalan baik
20%-50%	Kemampuan peramalan cukup
>50%	Kemampuan peramalan cukup

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Perancangan Sistem

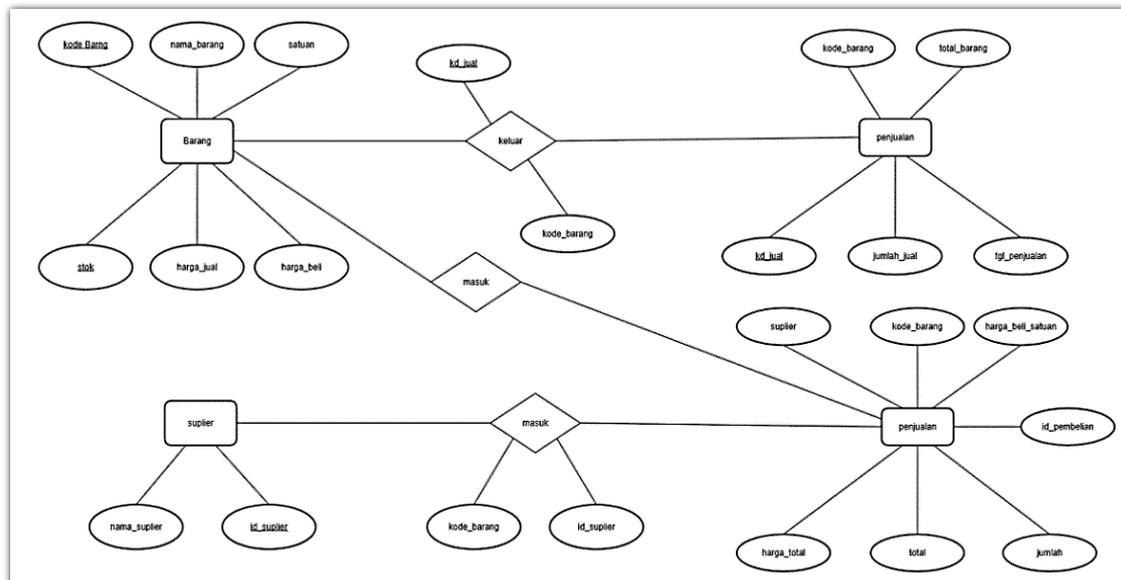
1. Use Case Diagram



Gambar 1. Use Case Sistem

Gambar 1 menunjukkan bahwa terdapat satu aktor yang dapat menggunakan sistem yaitu admin. Admin dapat mengakses menu berupa barang, pembelian, penjualan, supplier dan implementasi metode pada sistem. K-mean diterapkan sistem untuk mengcluster sayuran dan Double Exponential Smoothing untuk memprediksi sayuran yang akan diproduksi dan mengontrol jumlah sayuran yang akan diproduksi.

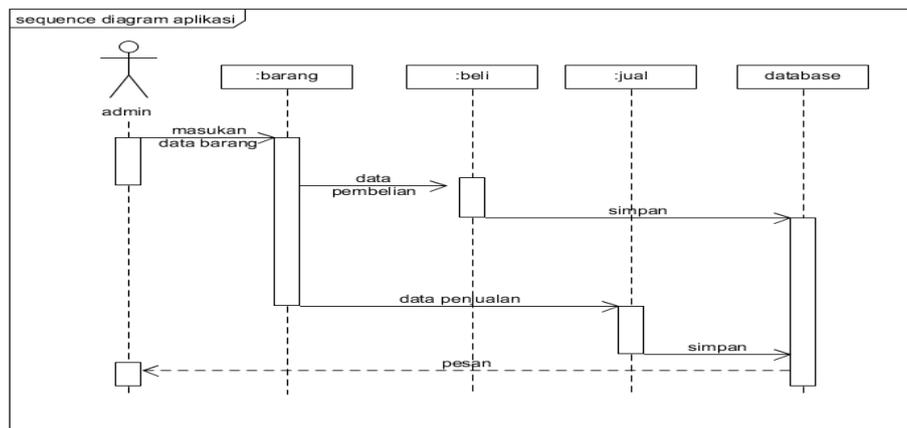
2. Entity Relationship Diagram



Gambar 2. Entity Relationship Diagram

Gambar 2 merupakan suatu diagram yang menggambarkan desain konseptual dari suatu basis data relasional. Relasi antar entitas sistem ditunjukkan beserta atribut pada setiap entitas ataupun relasi data.

3. Sequence Diagram Halaman Aplikasi



Gambar 3. Sequence Diagram Halaman Aplikasi

Gambar 3 menggambarkan bentuk *Sequence Diagram* Halaman aplikasi. *Sequence diagram* halaman admin menunjukkan bahwa entitas admin melakukan peng-*input*-an barang, data pembelian dan data penjualan, kemudian sistem akan menyimpan data yang di-*input* ke *database*.

3.2. Cluster Sayuran Laris dan Tidak Laris Menggunakan Algoritma K-means Cluster

1. Hasil iterasi 1 dari perhitungan *Euclidean distance*:

Tabel 3. Tabel Penjualan Barang Sayuran (Iterasi 1)

Nama Barang	Iterasi 1					
	Pembelian	Penjualan	Pusat Cluster	Jarak C1	Jarak C2	Klaster
Bawang Daun	1622443,168	1410471,535		540142,2	1271591	1
Kentang	3243015,31	2930135,974		1700403	3493039	1
Kubis	3320572,092	2763389,182		1639186	3441357	1
Kembang Kol	83120,663	70547,26118		2572897	769646,1	2
Petsai/Sawi	680190,17	572844,4397		1792959	12867,72	2
Wortel	2090687,117	1679732	C1	0	1803363	1
Lobak	1147,014	921,79538		2680407	877188,5	2
Kacang Merah	4289,747	3745,88214		2676188	872966,7	2
Kacang Panjang	777133,111	703406,2		1636654	174699,8	2
Cabai Besar	1016404,524	851883,2241		1356251	447576	2
Cabai Rawit	1660313,765	1444199,896		490608,4	1322303	1
Tomat	3532532,291	3013802,324		1964348	3764923	1
Terung	606445,55	516716,177		1885624	82763,38	2
Buncis	483141,801	395222,12		2057709	254498,9	2
Ketimun	516492,688	462650,881		1989818	187708	2
Labu Siam	676705,548	560457,5116	C2	1803363	0	2
Kangkung	584677,552	450941,2848		1943706	143048,8	2
Bayam	346092,762	302265,1402		2222842	419485,6	2
Melinjo	2337,12	1991,5632		2678809	875589,5	2
Paprika	2528,172	2196,06204		2678532	875312	2
Jamur	10224,492	8924,5882		2668318	865092,8	2
Petai	121408,6	108034,033		2519582	716269,3	2
Jengkol	68866,629	55591,57323		2593374	790163,2	2

Anggota C1 = (Bawang Daun, Kentang, Kubis, Wortel, Cabai Rawit, Tomat)

Anggota C2 = (Kembang Kol, Petsai/Sawi, Lobak, Kacang Merah, Kacang Panjang, Cabai Besar, Terung, Buncis, Ketimun, Labu Siam, Kangkung, Bayam, Melinjo, Paprika, jamur, Petai, Jengkol).

2. Iterasi ke-2, hitung titik pusat baru

Tentukan posisi *centroid* baru (Ck) dengan cara menghitung nilai rata-rata dari data-data yang ada pada *centroid* yang sama. Berdasarkan persamaan 2 maka diperoleh titik pusat atau *centroid* yang baru yaitu:

Pusat cluster 1: (2578260.624, 2206955.152)

Pusat cluster 2: (351835.6576, 298137.6316)

3. Perhitungan jarak pusat cluster

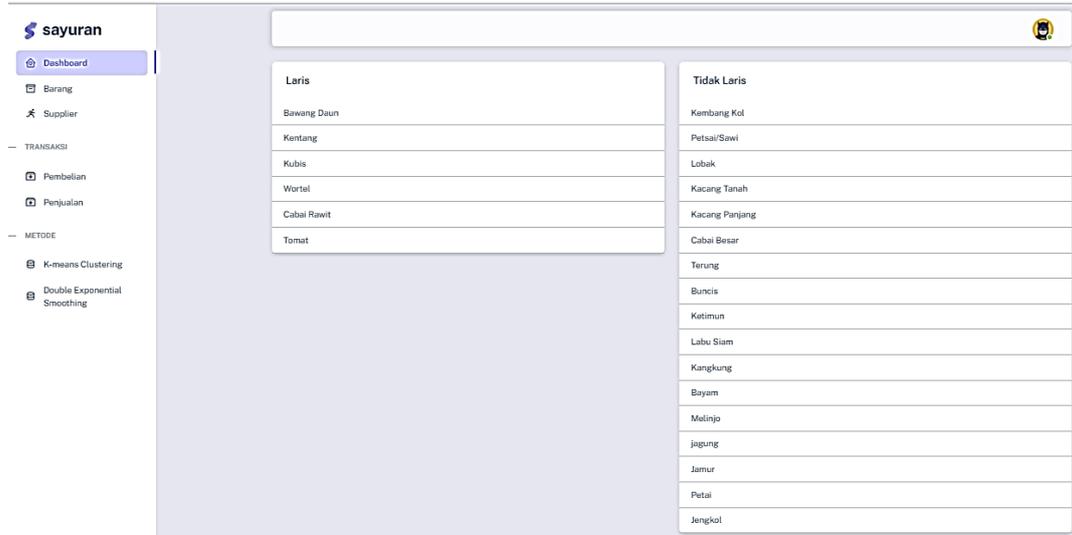
Menghitung *Euclidean distance* dari semua data ke titik pusat yang baru (C1, C2) seperti yang telah dilakukan pada tahap 1 setelah hasil perhitungan didapatkan, kemudian membandingkan hasil tersebut. Jika hasil posisi *cluster* pada iterasi ke-2 sama dengan posisi iterasi pertama, maka proses dihentikan, namun jika tidak maka proses dilanjutkan ke iterasi ke-3.

Tabel 4. Penjualan Barang Sayuran (Iterasi 2)

Iterasi 2		
Jarak C1	Jarak C2	Kluster
1244176	1688707	1
982287.8	3909774	1

927709.6	3858868	1
3284808	352143.6	2
2504594	428112.7	2
718117.1	2220902	1
3392359	459695.3	2
3388135	455471.9	2
2346214	587469.6	2
2067756	865035.2	2
1193492	1739418	1
1249655	4182304	1
2597107	335563.4	2
2769819	163299.4	2
2700645	232758.6	2
2515326	417555	2
2656682	278503.7	2
2934351	7072.282	2
3390759	458095.8	2
3390481	457817.8	2
3380259	447596.2	2
3231345	298724	2
3305363	372693	2

Dapat dilihat kluster dari data pada table 4 berhenti pada iterasi ke-2 dikarenakan hasil kluster yang diperoleh telah sama dengan hasil iterasi ke-1. Adapun hasil *cluster* ditampilkan pada sistem seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil Cluster

Dapat dilihat pada gambar 4 bahwa terdapat 6 jenis sayuran yang masuk ke dalam kategori laris dan 17 jenis sayuran yang masuk ke dalam kategori tidak laris. Sayuran yang memiliki tingkat penjualan yang tinggi yaitu daun bawang, kentang, kubis, wortel, cabai rawit dan tomat sedangkan sayuran yang memiliki jumlah tingkat penjualan yang rendah yaitu Kembang Kol, Petsai/Sawi, Lobak, Kacang Merah, Kacang Panjang, Cabai Besar, Terung, Buncis, Ketimun, Labu Siam, Kangkung, Bayam, Melinjo, Paprika, Jamur, Petai, Jengkol.

3.3 Hasil Prediksi

Setelah dilakukan pengelompokan sayur yang laris dan tidak laris selanjutnya adalah tahap untuk menentukan prediksi jumlah produksi sayuran pada Toko Baso Ewang. Data yang digunakan adalah total penjualan sayuran dari bulan januari 2021 sampai Desember 2021, sehingga dapat dihasilkan prediksi jumlah sayuran yang akan diproduksi pada bulan januari 2022. Berikut adalah hasil prediksi menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dari setiap kategori.

Tabel 5. Hasil Prediksi

Nama Barang	Apliksi	Mape
Bawang Daun (Kg)	136650.1	21%
Kentang (Kg)	281494.6	17%
Kubis (Kg)	295914.1	24%
Kembang Kol (Kg)	9086.52	26%
Petsai/Sawi (Kg)	46749.04	42%
Wortel (Kg)	162956.3	49%
Lobak (Kg)	106.46	13%
Kacang Merah (Kg)	3745.8821	17%
Kacang Panjang (Kg)	703406.18	10%

Cabai Besar (Kg)	851883.22	3%
Cabai Rawit (Kg)	1444199.9	17%
Tomat (Kg)	3013802.3	6%
Terung (Kg)	516716.18	28%
Buncis (Kg)	395222.12	0.15%
Ketimun (Kg)	462650.88	8%
Labu Siam (Kg)	560457.51	4%
Kangkung (Kg)	450941.28	15%
Bayam (Kg)	302265.14	21%
Melinjo (Kg)	1992.5632	29%
Paprika (Kg)	2197.062	37%
Jamur (Kg)	8924.5882	21%
Petai (Kg)	108034.03	9%
Jengkol (Kg)	55591.573	10%

Hasil persentase ukuran akurasi dari peramalan jumlah penjualan diperoleh rata-rata nilai *MAPE* adalah 19%. Berdasarkan kriteria *MAPE* pada tabel 2, dapat disimpulkan bahwa kemampuan peramalan adalah Baik.

4. Kesimpulan

Sistem penunjang keputusan penentu komoditi sayur unggulan berdasarkan penjualan berhasil dibangun berbasis web. Sistem yang dibangun menerapkan metode *K-means* dalam pengelompokan sayuran dalam 2 kategori yaitu laris dan tidak laris. Metode *Double Exponential Smoothing* digunakan untuk mengetahui prediksi sayuran yang akan diproduksi dan sayuran yang perlu dikontrol jumlah produksinya. Dengan adanya pengolahan data yang menentukan sayur unggulan ini diharapkan dapat memberikan solusi kepada pihak Toko Baso Ewang agar dapat mengetahui jenis sayuran yang terlaris dan tidak laris beserta sayuran yang perlu dikontrol produksinya agar tidak disediakan dalam jumlah yang terlalu banyak ataupun terlalu sedikit.

5. Saran

Berdasarkan kesimpulan tersebut di atas, maka ada beberapa saran yang akan diajukan dalam penelitian ini, yaitu pada penelitian selanjutnya, dapat dilanjutkan dengan metode yang memiliki nilai akurasi *error* terkecil. Selain itu, untuk penelitian lebih lanjut dapat menambah parameter atau *variable* lain untuk proses *cluster*.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Toko Baso Ewang yang telah bersedia diwawancarai dan telah membagikan kepada peneliti data-data yang dibutuhkan terkait penjualan. Dan teruntuk teman-teman tanpa terkecuali yang tidak dapat disebutkan namanya.

Daftar Pustaka

- [1] D. Pribadi, rizal amegia Saputra, jamal maulana Hudin, and Gunawan, *Sistem Pendukung Keputusan*. 2018.
- [2] L. A. Latif, M. Jamil, and S. H. I. Abbas, *Buku Ajar: Sistem Pendukung Keputusan Teori dan Implementasi*. Deepublish, 2018.

- [3] D. Nofriansyah, S. Kom, and M. Kom, *Konsep data mining vs sistem pendukung keputusan*. Deepublish, 2015.
- [4] Yuri Ariyanto, Ahmadi Yuli Ananta, and M. R. D. Darwis, “Sistem Informasi Peramalan Penjualan Barang Dengan Metode Double Exponential Smoothing (Studi Kasus Istana Sayur),” *J. Inform. Polinema*, vol. 6, no. 3, pp. 9–14, 2020, doi: 10.33795/jip.v6i3.283.
- [5] S. Handoko, F. Fauziah, and E. T. E. Handayani, “Implementasi Data Mining Untuk Menentukan Tingkat Penjualan Paket Data Telkomsel Menggunakan Metode K-Means Clustering,” *J. Ilm. Teknol. dan Rekayasa*, vol. 25, no. 1, pp. 76–88, 2020.
- [6] M. Nishom, “Perbandingan Akurasi Euclidean Distance, Minkowski Distance, dan Manhattan Distance pada Algoritma K-Means Clustering berbasis Chi-Square,” *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 4, no. 1, pp. 20–24, 2019, doi: 10.30591/jpit.v4i1.1253.
- [7] F. R. Hariri and C. Mashuri, “Sistem Informasi Peramalan Penjualan dengan Menerapkan Metode Double Exponential Smoothing Berbasis Web,” *Gener. J.*, vol. 6, no. 1, pp. 68–77, 2022, doi: 10.29407/gj.v6i1.16204.
- [8] F. Aimmah, “Implementasi algoritma k-means clustering dan double exponential smoothing untuk prediksi penentuan jumlah produksi jilbab.” Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2019.
- [9] Nugroho Arif Sudibyo, Ardymulya Iswardani, Kartika Sari, and Siti Suprihatiningsih, “Penerapan Data Mining Pada Jumlah Penduduk Miskin Di Indonesia,” *J. Lebesgue J. Ilm. Pendidik. Mat. Mat. dan Stat.*, vol. 1, no. 3, pp. 199–207, 2020, doi: 10.46306/lb.v1i3.42.
- [10] T. Alfina and B. Santosa, “Analisa Perbandingan Metode Hierarchical Clustering, K-Means dan Gabungan Keduanya dalam Membentuk Cluster Data (Studi Kasus : Problem Kerja Praktek Jurusan Teknik Industri ITS),” *Anal. PerbandinganMetode Hierarchical Clust. K-means dan Gabungan Keduanya dalam Clust. Data*, vol. 1, no. 1, pp. 1–5, 2012.
- [11] G. Gunadi and D. I. Sensuse, “Penerapan metode data mining market basket analysis terhadap data penjualan produk buku dengan menggunakan algoritma apriori dan frequent pattern growth (fp-growth): studi kasus percetakan pt. Gramedia,” *Telemat. Mkom*, vol. 4, no. 1, pp. 118–132, 2016.
- [12] F. Nasari and C. J. M. Sianturi, “Penerapan Algoritma K-Means Clustering Untuk Pengelompokan Penyebaran Diare Di Kabupaten Langkat,” *CogITO Smart J.*, vol. 2, no. 2, pp. 108–119, 2016, doi: 10.31154/cogito.v2i2.19.108-119.
- [13] R. Ariyanto, D. Puspitasari, and F. Ericawati, “Penerapan Metode Double Exponential Smoothing Pada Peramalan Produksi Tanaman Pangan,” *J. Inform. Polinema*, vol. 4, no. 1, p. 57, 2017, doi: 10.33795/jip.v4i1.145.
- [14] A. Krisma, M. Azhari, and P. P. Widagdo, “Perbandingan Metode Double Exponential Smoothing dan Triple Exponential Smoothing dalam Parameter Tingkat Error Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dan Means Absolute Deviation (MAD),” *Pros. Semin. Nas. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 2, pp. 81–87, 2019.
- [15] D. Swanjaya and D. Putra Pamungkas, “Analisa Hasil Prediksi Metode Least Square menggunakan Korelasi dan MAPE pada Toko PS,” *Gener. J.*, vol. 5, no. 1, pp. 11–18, 2021, doi: 10.29407/gj.v5i1.15440.
- [16] P.-C. Chang, Y.-W. Wang, and C.-H. Liu, “The development of a weighted evolving fuzzy neural network for PCB sales forecasting,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 32, no. 1, pp. 86–96, 2007.