

PREDIKSI HASIL PANEN BUDIDAYA IKAN LELE DARI MITRA PANEN MENGUNAKAN ALGORITMA *SUPPORT VECTOR REGRESSION*

Claudia Millennia Suprpto^{1*}, Wahyu Syaifullah Jauharis Saputra², dan Firza Prima Aditiawan³

^{1,2,3}Program Studi Informatika, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur,
Jl. Rungkut Madya No.1, Gn. Anyar, Kec. Gn. Anyar, Surabaya

¹Email*: claudiamileniasuprpto@gmail.com

²Email: wahyu.s.j.saputra.if@upnjatim.ac.id

³Email: firzaprima.if@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

PT. Adma Digital Solusi memangku pembudidaya mitra panen yang digunakan untuk perencanaan dan pengendalian hasil rantai pasok. Mitra panen pembudidaya ikan lele di Jawa Timur berupaya melakukan usaha guna menghasilkan produk ikan yang segar dan baik. Perencanaan dan pengendalian hasil rantai pasok budidaya ikan lele Indonesia di era digital perlu memanfaatkan berbagai teknologi dan sistem informasi. Sistem prediksi hasil panen budidaya ikan lele dilakukan untuk mengetahui perkiraan di masa yang akan datang sehingga dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam perancangan. Perancangan sistem menggunakan teori untuk memperkirakan atau memprediksi peristiwa di masa depan disebut *forecasting*. Pada penelitian kali ini akan diimplementasikan metode *mechine learning* menggunakan algoritma *Support Vector Regression* (SVR) untuk prediksi hasil panen budidaya ikan lele mitra panen PT. Adma Digital Solusi. Sehingga penelitian kali ini akan dilakukan pemembangunan sistem prediksi hasil panen ikan lele menggunakan bahasa pemrograman Python dan *framework* Flask. Proses peramalan menggunakan parameter yaitu *kernel* menggunakan *polynomial*, $C=100$, $\gamma=auto$, $degree=3$, $\epsilon=0.1$, dan $coef(0)=1$. Kemudian, menggunakan *function fit* untuk melakukan pelatihan model menggunakan data training dan data testing. Pembagian data berjumlah 25% dari total data untuk data testing, dan data training menggunakan 75% dari 144 data, hingga menghasilkan nilai *error rate* MAPE sebesar 0,2% dengan kemampuan prediksi yang sangat baik dan akurat.

Kata Kunci: Flask, Panen, Prediksi, Sistem, SVR

ABSTRACT

PT. Adma Digital Solusi serves as a harvest partner for cultivators who are used for planning and controlling supply chain results. Harvest partners of catfish farmers in East Java are trying to make efforts to produce fresh and good fish products. Planning and controlling the results of the Indonesian catfish farming supply chain in the digital era needs to utilize various technologies and information systems. The prediction system for catfish cultivation harvest results is carried out to determine future estimates so that it can be used as a consideration in design. Designing a system using theory to predict or predict future events is called forecasting. In this research, a machine learning method will be implemented using the Support Vector Regression (SVR) algorithm to predict harvest results from PT's harvest partners' catfish cultivation. Adma Digital Solutions. So, this research will carry out the development of a catfish harvest prediction system using the Python programming language and the Flask framework. The forecasting process uses parameters, namely the kernel using polynomials, $C=100$, $\gamma=auto$, $degree=3$, $\epsilon=0.1$, and $coef(0)=1$. Then, use the fit function to train the model using training data and test data. Data sharing amounts to 25% of the total data for testing data, and training data uses 75% of 144 data, resulting in a MAPE error rate of 0.2% with very good and accurate prediction capabilities.

Keywords: Flask, Harvest, Prediction, SVR, System

1. PENDAHULUAN

Budidaya ikan lele merupakan salah satu sektor unggul dari segi permintaan. Tingginya minat masyarakat terhadap komoditas ikan lele mendorong pelaku usaha budidaya untuk mengupayakan produksi dengan maksimal. Faktor pemberian pakan berpotensi peningkatan dalam produksi budidaya ikan lele [11]. PT. Adma Digital Solusi memangku pembudidaya mitra panen hasil rantai pasok. Mitra panen pembudidaya ikan lele di Jawa Timur, berupaya dalam pengendalian hasil panen diperlukan untuk meningkatkan produksi ikan lele dengan mengoptimalkan kualitas dan efisiensi pembuatan sistem pengendali hasil panen dengan masalah-masalah yang ada

*) Penulis Korespodensi

Dikirim : 07 November 2023

Diterima : 17 Januari 2024

Publikasi *Online* : 31 Oktober 2024

dari mitra panen (pengusaha budidaya ikan lele). Perencanaan dan pengendalian hasil rantai pasok budidaya ikan lele Indonesia di era digital perlu memanfaatkan berbagai teknologi dan sistem informasi. Sistem prediksi hasil panen budidaya perikanan dilakukan untuk mengetahui perkiraan di masa yang akan datang sehingga dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam perancangan.

Perancangan sistem menggunakan teori prediksi kejadian yang terkait produksi hasil panen perikanan di masa depan. Ilmu atau metode untuk memperkirakan atau memprediksi peristiwa di masa depan disebut *forecasting* [12]. Dalam *forecasting* dilakukan dengan membuat prediksi atau peramalan tentang apa yang akan terjadi dimasa depan dengan melihat keadaan di masa sebelumnya. Fungsi dari *forecasting* ini dapat dikatakan sebagai tindakan dasar pada saat melakukan tahap perencanaan.

Pada penelitian kali ini akan diimplementasikan metode *machine learning* menggunakan algoritma *Support Vector Regression* (SVR) untuk prediksi hasil panen budidaya ikan lele mitra panen PT. Adma Digital Solusi. Metode SVR merupakan pengembangan *Support Vector Machine* (SVM) untuk kasus regresi. Menurut penelitian [8] menjelaskan metode SVR untuk prediksi hasil panen padi pada pertanian padi di Kabupaten Malang sangat luar biasa. Teknik yang dilakukan yaitu menetapkan inialisasi parameter sebagai pemetaan *kernel* SVR. Proses perhitungan dilakukan dengan manual dengan bantuan *Microsoft Excel*. Hingga menghasilkan pengujian perubahan parameter dan jumlah iterasi sehingga menghasilkan nilai kesalahan paling kecil yaitu 10,13378%.

Dengan permasalahan menyesuaikan strategi produksi budidaya ikan lele dan menyesuaikan kegiatan budidaya di kemudian hari, sehingga penelitian kali ini akan dilakukan pemembangan sistem prediksi hasil panen ikan lele menggunakan algoritma SVR dengan tujuan untuk meningkatkan profitabilitas mitra panen menggunakan bahasa pemrograman Python dan *framework* Flask. Dengan mengetahui hasil panen ikan lele yang diperkirakan, manfaat yang didapatkan mitra panen yaitu menyesuaikan strategi produksi.

2. MATERI DAN METODE

Budidaya Ikan Lele

Budidaya ikan lele adalah kegiatan yang melibatkan pemeliharaan dan pengembangbiakan ikan lele dengan tujuan komersial atau konsumsi. Ikan lele merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang sering dibudidayakan di berbagai negara, termasuk Indonesia. Perkembangan produksi ikan lele di Indonesia meningkat secara signifikan 2006-2010, dengan kenaikan sebesar 39,66% [14].

Proses Budidaya

Proses budidaya pembesaran yang berlangsung kurang lebih 90 hari untuk ikan lele tergantung ukuran benih dan target panen yang ditentukan. Proses pemberian pakan dilakukan dengan tetap melihat kondisi cuaca dan kesehatan ikan, bisa 2 hingga 3 kali sehari hal ini juga mempengaruhi kecepatan pertumbuhan ikan dengan target ukuran 8-10 ekor/kg sehingga rata-rata berat ikan per ekor ketika panen sekitar 100-125 gram.

Mitra Panen

Mitra panen adalah salah satu produk manajemen rantai pasok yang dikembangkan oleh PT. Adma Digital Solusi yang berfokus pada manajemen produksi pertanian, perikanan, dan peternakan. Mitra panen merupakan sebuah sistem informasi pada bidang peternakan, perikanan dan pertanian yang menawarkan beberapa fitur yaitu manajemen mitra dalam pengelolaan lahan, tanya ahli, belajar budidaya, dan *event*.

Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan atau *Survival Rate* (SR)

Tingkat kelangsungan hidup atau SR merupakan persentase jumlah ikan hidup pada akhir penelitian dengan jumlah ikan akhir saat budidaya pada jumlah ikan saat awal budidaya. Hasil penelitian yang diperoleh bahwa SR ikan adalah 100% bila ikan tidak mengalami kematian, terlepas dari persiapan wadah yang baik, penggunaan pakan dengan kandungan gizi baik, serta pengontrolan kualitas air yang teratur. Menurut [3] perhitungan SR dapat dihitung sesuai persamaan (1).

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

SR : Survival Rate, N_t : Jumlah ikan akhir (saat panen), N_0 : Jumlah ikan awal (saat penebaran)

Rasio Konversi Pakan atau *Feed Conversion Ratio* (FCR)

Rasio konversi pakan atau FCR dan efisiensi pakan merupakan indikator untuk menentukan efektifitas pakan. Nilai FCR menunjukkan sejauh mana pakan efisien dimanfaatkan ikan perikanan.

Efisiensi pakan dipengaruhi beberapa faktor diantaranya kualitas pakan, jumlah pakan, spesies ikan, ukuran ikan dan kualitas air.

Support Vector Regression (SVR)

Metode dengan kemampuan generalisasi yang sangat baik, dengan akurasi prediksi yang tinggi yaitu algoritma *Support Vector Regression* (SVR). Selain itu, metode ini dapat menggunakan beberapa *classifier* yang dilatih pada berbagai jenis data menggunakan aturan probabilitas. Menurut penelitian [2] metode ini mampu menyesuaikan dengan jenis data yang digunakan serta minimnya kesalahan error menggunakan nilai parameter SVR yang terbaik. Hasil menunjukkan efisiensi dan akurasi yang baik dengan tujuan untuk mempersiapkan penanganan hasil panen benih dengan tepat. Algoritma *Support Vector Regression* (SVR) merupakan pengembangan dari algoritma *Support Vector Machine* (SVM) yang dapat mengatasi masalah regresi. Cara kerja dari SVR adalah membangun sebuah *hyperplane* dengan meminimalkan nilai kesalahan sehingga dapat mengatasi masalah *overfitting* [2]. Dilakukan *feature scaling* *StandardScaler()* dan inialisasi parameter kernel *polynomial*, $C=100$, $\gamma=auto$, $degree=3$, $\epsilon=0.1$, dan $coef(0)=1$.

Perhitungan Nilai Evaluasi

Mean Squared Error (MSE) adalah rata-rata perhitungan akurasi diantara nilai aktual dan nilai peramalan. Metode MSE secara umum digunakan untuk mengecek estimasi berapa nilai kesalahan pada peramalan. Rumus dari MSE sendiri didefinisikan seperti persamaan (2). *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) adalah nilai rata-rata perbedaan absolut yang ada diantara nilai dari prediksi dan nilai realisasi yang disebutkan sebagai hasil peresenan dari nilai realisasi. Persentase nilai tersebut menurut dihitung dengan persamaan (3). Menurut perumusan [9], kriteria akurasi menggunakan nilai MAPE secara lebih detail dapat dilihat pada Tabel 1.

$$MSE = \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n (y_i - y'_i)^2) \tag{2}$$

$$MAPE = \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - y'_i}{y_i} \right|) \times 100\% \tag{3}$$

Keterangan:

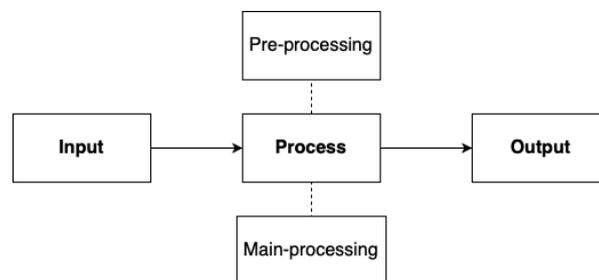
y_i : nilai data aktual, y'_i : hasil data prediksi, n : jumlah data

Tabel 1. Interval Nilai MAPE

Nilai MAPE	Kriteria
<10%	Kemampuan Model Peramalan Sangat Baik
10-20%	Kemampuan Model Peramalan Baik
20-50%	Kemampuan Model Peramalan Layak
>50%	Kemampuan Model Peramalan Buruk

Metode Penelitian

Metode penelitian mencakup langkah-langkah dalam melakukan penelitian sedangkan perancangan berisi analisis terhadap kebutuhan sistem yang akan dibangun. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan perancangan dari sistem prediksi hasil panen budidaya perikanan mitra panen PT. Adma Digital Solusi. Pada gambar 1 merupakan tahap penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 1. Diagram Metode Penelitian

Tahap awal dimulai dari masukan data dan berakhir dengan hasil keluaran sistem prediksi hasil panen budidaya perikanan mitra panen PT. Adma Digital Solusi. Berikut metode penelitian dari Gambar 1 dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. *Input*

Perusahaan PT. Adma Digital Solusi menyediakan data panen pada ikan lele dari tahun 2019 hingga 2022. Sesuai data yang telah dibangun atau telah digunakan sebelumnya oleh suatu organisasi atau perusahaan merupakan basis data internal. Informasi tersebut selanjutnya akan dilakukan proses *machine learning* untuk memastikan kualitas data sesuai dengan kebutuhan perhitungan.

2. *Process*

Pengolahan data panen pada ikan lele dari tahun 2019 hingga 2022, akan dilakukan eksekusi model data. Pola informasi yang dihasilkan dari proses *pre-processing* akan dilanjutkan dengan proses *main-processing*. Langkah dalam *pre-processing* merupakan transformasi data mentah ke dalam format sesuai analisis data meliputi menggabungkan data dari berbagai sumber, membersihkan (*cleaning*) data untuk membuang *noise*, dan observasi duplikat, serta menyeleksi *record* dan fitur yang relevan untuk *machine learning*. Langkah dalam *main-processing* merupakan penerapan algoritma SVR.

3. *Output*

Hasil dari proses sebelumnya akan diintegrasikan dalam sistem prediksi hasil panen sesuai kebutuhan perusahaan, penyimpanan model algoritma regresi dari SVR, serta dilakukan analisa rata-rata hasil panen menggunakan MSE. Model yang telah disimpan akan dimasukkan kedalam *framework* Flask. Selain itu, menetapkan nilai *error* dari setiap prediksi menggunakan nilai MAPE.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Persiapan Data

Pada penelitian ini akan mengambil sampel data pada data hasil panen dari ikan lele dari tahun 2019 hingga 2022. Dilakukan pengambilan data hasil panen ikan lele yang sudah di masukkan kedalam folder *excel* dengan memberikan deskripsi kolom data unik hingga didapatkan 144 data. Informasi tersebut selanjutnya akan dilakukan proses *machine learning* untuk memastikan kualitas data sesuai dengan kebutuhan perhitungan.

Data Cleaning

Proses *cleaning* data merupakan proses memodifikasi atau menghapus data yang tidak akurat dalam kumpulan data yang dimiliki pada data. Untuk menghindari data *error* maka menghilangkan kolom yang tidak sesuai dalam peramalan hasil panen budidaya perikanan. Data yang telah difilter akan dilakukan penghapusan data atau mengosongkan kolom pada data dengan nilai 0. *Drop* kolom dari 'id', 'pond_id', 'seed_price', 'target_price', 'target_weight', 'target_fish_count'.

Pre-processing

Langkah selanjutnya yaitu *pre-processing* data yang merupakan proses pengolahan data dimana data yang akan diproses merupakan masih mentah untuk digunakan menjadi data *training* dan data *testing* dalam proses regresi. Pertama dilakukan *sorting* atau mengurutkan data berdasarkan tanggal pada kolom 'sow_date' atau tanggal tabur benih ikan lele agar data tanggal tabur menghasilkan data yang urut. Kemudian, menjumlahkan total 'feed_conversion_ratio' atau rasio konversi pakan ikan pada saat panen sesuai hari dan jenis ikan dan menghasilkan tabel 'fs' atau jumlah pakan yang diberikan hari itu dalam kilogram. Pemberian pakan tiap panennya stabil dan konstan. Selanjutnya, menghitung peningkatan jumlah 'fs' dengan mengurangi fs saat ini dengan fs sebelumnya dengan persamaan 4.

$$tfs = fs_1 - fs_0 \quad (4)$$

Persamaan ini kemudian menghasilkan tabel 'tfs'. Tabel tfs merupakan akumulasi jumlah pakan yang diberikan dari awal budidaya hingga selesai budidaya. Kemudian, menghitung jumlah ikan mati perhari dan menghasilkan tabel 'fish_died'. Cara perhitungan ikan mati terdapat pada persamaan 5 dimana 'seed_amount' merupakan jumlah benih yang ditabur, dan 'fish_amount' merupakan jumlah ikan panen.

$$fish_died = seed_amount - fish_amount \quad (5)$$

Data Training dan Data Testing

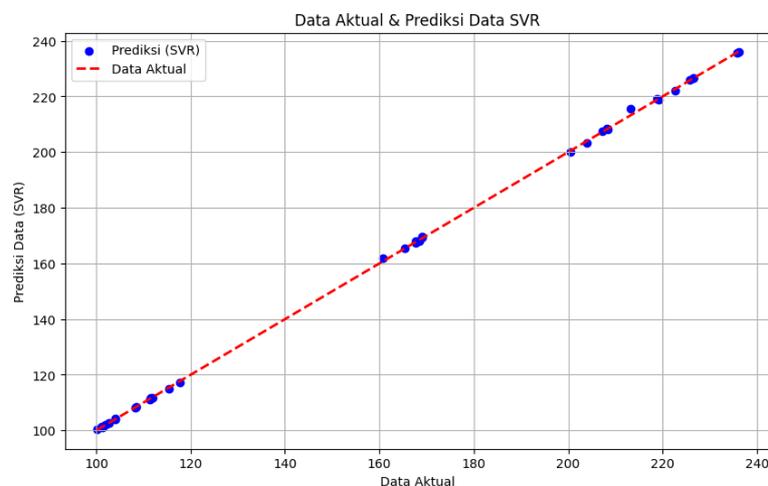
Mendefinisikan data *training* sebagai data latih dalam membuat prediksi atau menjalankan fungsi algoritma dan data *testing* sebagai data tes untuk melihat keakuratan performa algoritma. Data hasil panen ikan lele pada tahun 2019 hingga 2022 yaitu 144 data. Pada tahap ini akan dibagi menjadi data *training* dan data *testing*. Pembagian data berjumlah 25% dari total data untuk data *testing*, dan data *training* menggunakan 75% dari total data.

Training Model

Proses permodelan menggunakan model SVR() dengan mengisi parameter *kernel* menggunakan *polynomial*, *C* diisi dengan nilai 100, *gamma* diisi dengan *auto*, *degree* diisi dengan nilai tiga, *epsilon* diisi dengan nilai 0.1, dan terakhir *coef0* diisi dengan nilai satu. Kemudian, menggunakan *function fit* untuk melakukan pelatihan model menggunakan data *x_train* dan *y_train* hingga menghasilkan nilai *error rate* MAPE sebesar 0.12865018182566176 dan nilai R2 sebesar 0.9998831470091238 dengan kemampuan prediksi yang sangat baik dan akurat. Melatih model SVR() pada model regresi pada parameter *X_train* yang berisi masukan untuk data *training* dan *y_train* berisi nilai variabel target untuk data *training*.

Data Aktual dan Prediksi

Dalam mempermudah pola bentuk visualisasi pergerakan hasil panen ikan lele data aktual dan prediksi model dari tahun 2019 hingga 2022. Perhitungan prediksi menggunakan metode algoritma regresi dari algoritma SVR menghasilkan nilai prediksi mendekati dengan nilai aktual, maka dapat disimpulkan bahwa metode SVR memiliki tingkat keakuratan prediksi sangat akurat. Hasil grafik data aktual dan prediksi model SVR dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Aktual dan Prediksi Model SVR

Hasil Prediksi

Data yang telah dilakukan proses *training* nilai akurasi pada data *testing* dapat dijelaskan dalam bentuk tabel yang telah dianalisis dari peramalan atau prediksi. Setelah tahap prediksi selesai dilakukan, data prediksi akan digabungkan kembali pada data *testing* yang ada sehingga menghasilkan data prediksi pada data *testing* tersebut. Untuk mempermudah visualisasi data dan melihat hasil data asli dan data prediksi maka dibentuk tabel data hasil panen, prediksi perhitungan rata-rata MAE dan MSE seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Prediksi SVR

Panen ke-	Hasil Panen	Hasil Prediksi	Hasil MSE
1	226.500	226.495501	2,0241E-05
2	101.315	101.015249	0,08985066
3	219.250	218.733909	0,26634992
4	167.625	167.338704	0,0819654
5	108.250	108.024312	0,05093507
6	103.960	104.067114	0,01147341
7	235.820	235.682564	0,01888865
8	169.125	169.593965	0,21992817
9	167.625	167.999709	0,14040683
10	102.580	102.768425	0,03550398
11	112.000	111.772360	0,05181997
12	225.750	225.927702	0,031578
13	111.625	111.595605	0,00086407
14	236.080	235.921386	0,0251584
15	168.375	168.044112	0,10948687
16	160.750	161.817062	1,13862131
17	200.560	199.991216	0,32351524
18	169.000	169.276538	0,07647327

19	117.780	117.146791	0,40095364
20	222.750	221.928047	0,67560673
21	102.580	102.789586	0,04392629
22	218.750	219.222733	0,22347649
23	213.250	215.627078	5,65049982
24	226.500	226.713820	118,220433
25	111.375	111.217694	0,02474518
26	208.150	208.425815	0,07607391
27	101.890	102.150764	0,06799786
28	100.165	100.282584	0,013826
29	204.010	203.355617	0,42821711
30	115.310	115.008745	0,09075458
31	208.380	208.319578	0,00365082
32	165.375	165.533024	0,02497158
33	207.230	207.666206	0,19027567
34	101.085	101.218912	0,01793242
35	103.960	104.269324	0,09568134
36	108.375	108.476300	0,01026169
Rata-rata			3,581447873

Perhitungan rata-rata tersebut menggunakan bantuan *Microsoft Excel* untuk mempermudah mengambil nilai yang diamati dengan menggunakan rata-rata MSE saat melakukan regresi maka akan terdistribusi secara normal sesuai kesalahan besar lebih dari kesalahan kecil. Hasil rata-rata MSE yang diperoleh sebesar 3,581447873.

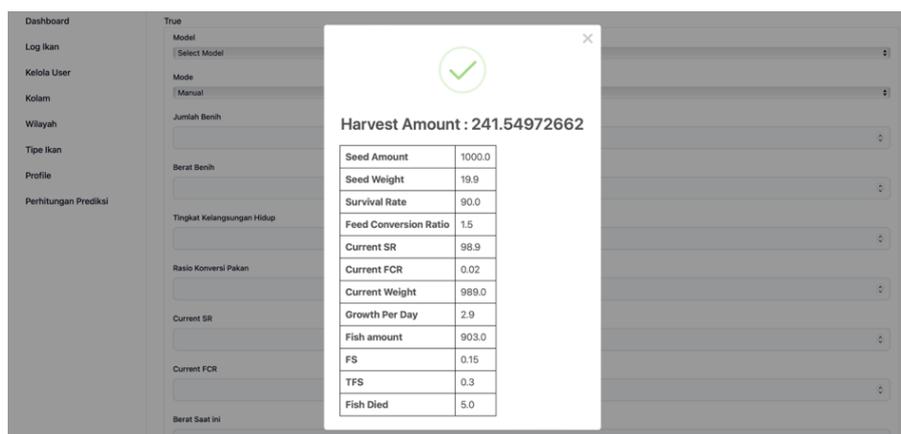
Menyimpan Model

Menyimpan model dari SVR serta menyimpan pengujian dari model tersebut dengan fungsi `pickle.dump` dan mengunduh file “svr_model.pkl” dan “matric_evaluasi.pkl” dari Google Collaboratory. Membuat dan menyimpan *database* menggunakan MySQL. Kemudian, model algoritma dan model pengujian menggunakan nama “svr_model.pkl” dan “matric_evaluasi.pkl” untuk disimpan pada file model.

Implementasi Flask

Framework Flask memiliki pola desain arsitektur sistem terdiri dari tiga bagian yaitu *model*, *view*, dan *controller*. Flask adalah *framework* atau kerangka yang menghubungkan Python dengan aplikasi web. Kemudian, dilakukan implementasi kedalam *framework* Flask untuk menjelaskan cara kerja dari “Sistem Prediksi Hasil Panen Budidaya Perikanan”.

Hasil perhitungan prediksi hasil panen menggunakan model SVR dengan memasukkan data dengan benar dan sesuai maka sistem akan menampilkan hasil perhitungan prediksi hasil panen seperti yang dapat dilihat pada gambar 3.



Harvest Amount : 241.54972662	
Seed Amount	1000.0
Seed Weight	19.9
Survival Rate	90.0
Feed Conversion Ratio	1.5
Current SR	98.9
Current FCR	0.02
Current Weight	989.0
Growth Per Day	2.9
Fish amount	903.0
FS	0.15
TFS	0.3
Fish Died	5.0

Gambar 3. Halaman Perhitungan Prediksi Panen

Pengujian Model

Pengujian model menggunakan persentase MAPE. Model dari SVR diuji untuk mengetahui tingkat akurasi dari model prediksi yang dibuat dengan menyesuaikan data *training* dan *testing*. Hasil pengujian MAPE ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Model SVR

<i>Model</i>	<i>Nilai MAPE</i>
SVR	0.0022403155849167345 (0,2%)

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan pada implementasi SVR dalam melakukan pembuatan sistem prediksi hasil panen budidaya perikanan, diperoleh kesimpulan bahwa pembagian data hasil panen ikan lele sebesar 144 dari data *testing* 25% dan data *training* 75%. Selanjutnya, dilakukan pemodelan data yang menghasilkan grafik data prediksi sangat mendekati data aktual hingga hasil pengujian prediksi menghasilkan rata-rata MSE sebesar 3,581447873. Sehingga pembuatan sistem prediksi menggunakan *framework* Flask untuk mengelola data ikan, data harian ikan, dan menghitung hasil prediksi panen menghasilkan pengukuran kinerja prediksi menggunakan rata-rata nilai MAPE sebesar 0.0022403155849167345 atau 0,2% yang menandakan bahwa model regresi SVR memiliki kemampuan prediksi yang sangat baik dan akurat.

Dari hasil penerapan sistem prediksi hasil panen budidaya perikanan untuk meningkatkan profitabilitas mitra panen masih terdapat beberapa kekurangan. Maka didapatkan saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu metode regresi dapat ditingkatkan kembali pada peneliti selanjutnya menggunakan metode regresi lain yang layak digunakan dalam sistem prediksi hasil panen. Sistem dapat dikembangkan dengan teknologi IoT (*Internet of Things*) berupa pemberian pakan otomatis dari panduan yang telah tersedia, monitoring budidaya, dan pengumpulan data secara *real time* dari faktor-faktor yang mempengaruhi hasil panen budidaya perikanan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arfan, A., & Etp, L., "Perbandingan Algoritma Long Short-Term Memory dengan SVR Pada Prediksi Harga Saham di Indonesia," *PETIR*, vol. 13, no.1, pp. 33–43. 2020, doi: <https://doi.org/10.33322/petir.v13i1.858>.
- [2] Dini, R., Setiawan, B. D., & Dewi, C., "Prediksi Hasil Panen Benih Tanaman Kenaf Menggunakan Metode Support Vector Regression (SVR) Pada Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat Balittas," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 12. Pp. 6519–6526. 2018. [Online]. Available: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/3645>.
- [3] Fahrizal, A., & Nasir, M., "Pengaruh Penambahan Probiotik Dengan Dosis Berbeda Pada Pakan Terhadap Pertumbuhan Dan Rasio Konversi Pakan (Fcr) Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*)," *Median*, vol. 9, no. 1, pp. 69–80, Des. 2018, doi: <https://doi.org/10.33506/md.v9i1.310>.
- [4] Fajrin, R., "Pengembangan Sistem Informasi Geografis Berbasis Node.JS untuk Pemetaan Mesin dan Tracking Engineer dengan Pemanfaatan Geolocation pada PT IBM Indonesia," *Jurnal Informatika*, vol. 11, no. 2, pp. 40–47. 2017, doi: <https://doi.org/10.26555/jifo.v11i2.a6090>.
- [5] Fajrul Falah, R., & Komarudin, M., "Perancangan Microservice Berbasis Rest API Pada Google Cloud Platform Menggunakan Nodejs Dan Python," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 11, no. 3s1, pp. 1103–1112. 2023, doi: <https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3s1.3506>.
- [6] Fausten N, G., & Ocsa N S, P., "Implementasi Flask Pada Sistem Penentuan Minimal Order Untuk Tiap Item Barang Di Distribution Center Pada PT XYZ Berbasis Website," *Jurnal Mnemonic*, vol. 5, no. 2, pp. 81–85. 2022, doi: <https://doi.org/10.36040/mnemonic.v5i2.4670>.
- [7] Juliastoro, W. P., Cholissodin, I., & Bachtiar, F. A., "Sistem Prediksi Hasil Produksi Udang Vaname menggunakan Algoritma Multiple Linear Regression (MLR) Kombinasi Gradient Descent (GD) dengan Apache Spark," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, vol. 5, no. 11, pp. 4920–4928. 2021. [Online]. Available: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/10145>.
- [8] Mardhika, D. A., Setiawan, B. D., & Wihandika, R. C., "Penerapan Algoritma Support Vector Regression Pada Peramalan Hasil Panen Padi Studi Kasus Kabupaten Malang," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 10, pp. 9402–9412. 2019. [Online]. Available: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/6438>.
- [9] Maricar, M. A., "Analisa Perbandingan Nilai Akurasi Moving Average dan Exponential Smoothing untuk Sistem Peramalan Pendapatan pada Perusahaan XYZ," *Jurnal Sistem dan Informatika (JSI)*, vol. 13, no.2, pp. 36–45. 2019. [Online]. Available: <https://jsi.stikom-bali.ac.id/index.php/jsi/article/view/193>.

- [10] Mudatsir, M. R., & Melangi, S., “Prediksi Jumlah Produksi Ikan Asin Menggunakan Metode Regresi Linear Sederhana,” *Jurnal Balok*, vol.1, no. 2, pp. 118-124. 2022. [Online]. Available: <https://ejurnal.unisan.ac.id/index.php/balok/article/view/143/98>.
- [11] Muntafiah, I., “Analisis Pakan pada Budidaya Ikan Lele (*Clarias Sp.*) di Mranggen,” *Jurnal Riset Sains dan Teknologi*, vol. 4, no.1, pp. 35-39. 2020, doi: <https://doi.org/10.30595/jrst.v4i1.6129>.
- [12] Pamungkas, A., Thesiana, L., & Adiyana, K., “Implementasi Peramalan Dalam Industrialisasi Perikanan (review),” in *Prosiding SNAST 2021*. 2021. [Online]. Available: <https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/snast/article/view/3336>.
- [13] Parluka, R., Nisaa', T. A., Ningrum, S. M., & Haque, B. A., “Studi Literatur Kekurangan dan Kelebihan Pengujian Black Box,” *Teknomatika (Jurnal Teknologi dan Informatika)*, vol. 10, no. 2, pp. 131-140. 2020. [Online]. Available: <https://ojs.palcomtech.ac.id/index.php/teknomatika/article/view/490>.
- [14] Triyanti, R., & Shafitri, N., “Kajian Pemasaran Ikan Lele (*Clarias Sp*) Dalam Mendukung Industri Perikanan Budidaya (Studi Kasus di Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah),” *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, vol. 7, no. 2, pp. 177-191. 2012, doi: <https://doi.org/10.15578/jsekp.v7i2.5684>.
- [15] Triyanto, E., Sismoro, H., & Laksito, A. D., “Implementasi Algoritma Regresi Linear Berganda Untuk Memprediksi Produksi Padi Di Kabupaten Bantul,” *Rabit: Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Univrab*, vol. 4, no. 2, pp. 66–75. 2019, doi: <https://doi.org/10.36341/rabit.v4i2.666>.