BAB 4
IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

4.1 Implementasi

Tahap implementasi dan pengujian merupakan tahap lanjutan setelah perancangan sistem. Pada tahap ini sistem yang telah dibuat akan diimplementasikan pada beberapa skenario pengujian untuk melihat hasil dari sistem apakah sudah baik pada penerapan yang sebenarnya, setelah itu akan diambil kesimpulan dari hasil pengujian tersebut.

4.1.1 Implementasi Perangkat Keras

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan untuk membangun sistem ini adalah sebagai berikut.

1. Laptop dengan Processor 2.70 GHz
2. RAM 2 GB
3. HDD 500GB
4. VGA on Board
5. Keyboard
6. Mouse

4.1.2 Implementasi Perangkat Lunak

Spesifikasi perangkat lunak yang digunakan untuk membangun sistem ini adalah sebagai berikut.

1. Sistem Operasi Windows 8.1
2. Microsoft Visual Studio 2010
3. Database MySQL

4.1.3 Implementasi Database

Pembuatan *database* pada sistem ini dilakukan degan menggunakan DBMS MySQL. Implementasi *database* dalam bahasa SQL tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4. 1 Implementasi Database

No	Nama Tabel	SQL
1	data_gabah	CREATE TABLE `data_gabah` (`id_gabah` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT, `three_month` int(11) NOT NULL, `two_month` int(11) NOT NULL, `one_month` int1(1) NOT NULL, `actual` int(11) NOT NULL, PRIMARY KEY (`id_gabah`)) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;
2	optimasi	CREATE TABLE `optimasi` (`iterasi` int(8) NOT NULL, `c` double(15,12) NOT NULL, `sigma` double(15,14) NOT NULL, `epsilon` double(15,13) NOT NULL, `clr` double(15,14) NOT NULL, `lambda` double(15,14) NOT NULL, `f1` enum('0','1') NOT NULL, `f2` enum('0','1') NOT NULL, `f3` enum('0','1') NOT NULL, `cost` double(15,9) NOT NULL, PRIMARY KEY (`id_gabah`)) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;

4.1.4 Implementasi Antarmuka

Implementasi antarmuka yang dibuat pada sistem ini adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 2 Implementasi Antarmuka

Nama	Deskripsi	Nama File
Kelola Data	Digunakan untuk menampilkan, menambahkan, mengubah, dan menghapus dataset yang akan digunakan dalam sistem ini	FormData.cs

Nama	Deskripsi	Nama File
Optimasi PSO-SVR	Digunakan untuk menampilkan data masukan parameter yang digunakan dalam sistem ini dan hasil proses optimasi	FormOptimasi.cs
Tampil Posisi Partikel	Digunakan untuk menampilkan nilai partikel saat posisi awal dan posisi akhir	FormOptimasi.cs (function load_partikel)
Prediksi SVR	Digunakan untuk menghitung hasil prediksi berdasarkan nilai parameter hasil optimasi	FormPrediksi.cs

Untuk tampilan *screenshot* dari setiap antarmuka ini dapat dilihat pada lampiran B.

4.2 Pengujian Sistem

Pengujian sistem merupakan hal penting yang bertujuan untuk menemukan kesalahan serta kekurangan yang terdapat pada sistem yang sudah dibangun. Pengujian ini bermaksud untuk mengetahui apakah perangkat lunak yang telah dibangun sudah memenuhi kriteria yang sesuai dengan tujuan perancangan. Metode yang akan digunakan pada rencana pengujian sistem ini dinamakan *blackbox*, pengujian *blackbox* merupakan metode pengujian fungsionalitas yang berfokus pada persyaratan fungsional perangkat lunaknya apakah sudah berjalan dengan sesuai. Setiap fungsi yang terdapat pada sistem akan diuji dengan dua kasus yaitu ketika menjalankannya dengan benar dan salah, untuk melihat respon dari sistem yang sudah dibangun.

4.2.1 Skenario Pengujian

Pada skenario pengujian ini, setiap poin yang diuji fungsionalitasnya akan ditampilkan untuk melihat hasil sebenarnya pada implementasi sistem prediksi harga gabah. Setiap poin pengujian tersebut kemudian akan dijelaskan kembali lebih detail nantinya pada hasil pengujian.

Tabel 4. 3 Skenario Pengujian

No	Kelas Uji	Poin Pengujian	Jenis Pengujian
1	Kelola Data	- Menampilkan dataset - Menambahkan data - Mengubah data - Menghpus data	*Blackbox*
2	Optimasi PSO-SVR	- Mencari nilai parameter terbaik (c, sigma, epsilon, clr, dan lambda) - Memilih fitur masukan yang optimal - Menyimpan hasil optimasi ke database	*Blackbox*
3	Prediksi SVR	- Menampilkan kombinasi parameter dan fitur masukan terbaik dari proses optimasi - Menampilkan hasil prediksi - Menghitung akurasi hasil prediksi dengan data aktual	*Blackbox*

4.2.2 Hasil Pengujian

Berdasarkan rencana pengujian, maka dapat dilakukan pengujian fungsionalitas pada Implementasi SVR dengan otimasi PSO dalam memprediksi harga gabah sebagai berikut :

1. Kelola Data

Kelola data ini untuk menampilkan data yang ada di database, selain itu juga bisa menambahkan data, mengubah data, atau menghapus data. Berikut adalah hasil pengujiannya.

Tabel 4. 4 Pengujian "Kelola Data"

Kasus dan Hasil Uji (Data Benar)			
Data Masukan	**Hasil Yang Diharapkan**	**Pengamatan**	**Kesimpulan**
Load data gabah dari database	Data harga gabah dapat ditampilkan	Nilai harga gabah muncul sesuai yang ada di database	Diterima
Data gabah yang terdiri dari data (t-3), data (t-2), data (t-1), dan aktual kemudian klik button "Tambah"	Data gabah ditambahkan ke dalam database	Muncul pesan "Data berhasil ditambahkan"	Diterima
Data gabah yang dipilih kemudian klik button "Ubah"	Data gabah telah diubah nilainya	Muncul pesan "Data berhasil diubah"	Diterima
Data gabah yang dipilih kemudian klik button "Hapus"	Data gabah telah dihapus dari database	Muncul pesan "Data telah dihapus"	Diterima
Kasus dan Hasil Uji (Data Salah)			
Data Masukan	**Hasil Yang Diharapkan**	**Pengamatan**	**Kesimpulan**
Data harga gabah belum terisi di database	Data harga gabah tidak dapat ditampilkan karena belum ada isinya	Nilai harga gabah kosong	Diterima
Ada salah satu data masukan yang tidak terisi	Data gabah yang ditambahkan tidak masuk ke database	Muncul pesan "Data gagal ditambahkan"	Diterima
Data diubah ke nilai yang tidak valid	Data gabah yang dipilih tidak berubah	Muncul pesan "Data gagal diubah"	Diterima
Data gabah tidak ada	Data gabah masih kosong	Muncul pesan "Data gagal dihapus	Diterima

2. Optimasi PSO-SVR

Optimasi PSO-SVR ini bertujuan untuk mencari kombinasi fitur masuk dan nilai parameter terbaik yang akan digunakan dalam proses prediksi harga gabah. Berikut adalah hasil pengujiannya

Tabel 4. 5 Pengujian "Optimasi PSO-SVR"

Kasus dan Hasil Uji (Data Benar)			
Data Masukan	**Hasil Yang Diharapkan**	**Pengamatan**	**Kesimpulan**
Data harga gabah yang sudah dinormalisasi terlebih dahulu serta parameter PSO dan range dimensi partikel	Mendapatkan fitur masukan dan dan nilai parameter terbaik	Kombinasi fitur masukan dan nilai parameter terbaik ditunjukkan pada iterasi terakhir dengan cost terkecil	Diterima
Data hasil proses optimasi	Data tersimpan di database	Muncul pesan "Data Berhasil Disimpan"	Diterima
Kasus dan Hasil Uji (Data Salah)			
Data Masukan	**Hasil Yang Diharapkan**	**Pengamatan**	**Kesimpulan**
Ada bagian dari fungsi proses optimasi yang tidak berjalan atau belum sesuai	Proses optimasi tidak bisa diproses atau tidak sesuai	Hasil optimasi tidak keluar	Diterima
Hasil optimasi yang tidak muncul	Iidak ada dadata yang disimpan ke database	Muncul pesan " Tidak ada data yang dsimpan"	Diterima

3. Prediksi SVR

Prediksi SVR adalah mendapatkan nilai hasil prediksi kemudian dibandingkan dengan data aktualnya untuk dihitung akurasinya. Berikut adalah hasil pengujiannya.

Tabel 4. 6 Pengujian "Prediksi SVR"

Kasus dan Hasil Uji (Data Benar)			
Data Masukan	**Hasil Yang Diharapkan**	**Pengamatan**	**Kesimpulan**
Kombinasi fitur masukan dan nilai parameter saat iterasi terakhir	Hasil prediksi yang akurat	Hasil prediksi tidak jauh beda dengan data aktual	Diterima
Data hasil prediksi	Akurasi yang didapatkan tinggi	Menghasilkan error yang kecil	Diterima
Kasus dan Hasil Uji (Data Salah)			
Data Masukan	**Hasil Yang Diharapkan**	**Pengamatan**	**Kesimpulan**
Tidak ada kombinasi parameter hasil proses optimasi	Hasil prediksi tidak muncul	Hasil prediksi kosong atau tidak ada	Diterima
Data hasil prediksi	Akurasi yang didapatkan rendah	Menghasilkan error yang masih besar	Diterima

4.2.3 Kesimpulan Pengujian Sistem

Hasil dari pengujian fungsionalitas dengan metode *blackbox* yang telah dilakukan menunjukan bahwa dari sistem yang dibangun sudah memenuhi persyaratan secara fungsional, akan tetapi pada prosesnya masih memungkinkan terjadi kesalahan sehingga membutuhkan proses evaluasi untuk lebih mengetahui kekurangan dari aplikasi.

4.3 Pengujian Metode

Pengujian metode dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui hasil performansi dari penerapan metode *Support Vector Regression* (SVR) dengan optimasi *Particle Swarm Otimization* (PSO) dalam memprediksi harga gabah. Pada pengujian metode ini akan melibatkan sejumlah 100 data harga gabah yang akan dibagi menjadi dua bagian, yaitu sebagian untuk digunakan sebagai data latih dan sebagian lainnya akan digunakan sebagai data uji. Persentase pembagian

data harga gabah untuk latih dan uji yang akan digunakan yaitu 80 : 20 dan 70 : 30.

Sebelum dilakukan prediksi harga gabah, akan dilakukan pencarian fitur masukan yang optimal dan nilai parameter SVR terbaik menggunakan optimasi PSO. Pada pengujian metode SVR dengan optimasi PSO ini terdapat beberapa parameter yang dapat digunakan untuk melihat perbedaan hasil performansi apabila diubah nilainya, yaitu range pencarian dimensi parameter, jumlah partikel, dan jumlah iterasi. Hasil optimasi yang paling baik (memiliki kemungkinan error terendah) akan digunkan dalam prediksi harga gabah.

Tingkat akurasi dari prediksi SVR ini dapat dilihat dari perbandingan harga gabah hasil prediksi dengan harga gabah yang sebenarnya. Tingkat akurasi dihitung menggunakan fungsi objektif *cost* yang terdiri 95% nilai *Mean Percentage Absolute Error* (MAPE) dan 5% jumlah fitur yang terpilih. Dimana semakin kecil error yang diperoleh maka semakin akurat hasil prediksinya.

4.3.1 Skenario Pengujian Range Pencarian Dimensi Parameter

Skenario pengujian range pencarian dimensi yaitu uji coba yang dilakukan untuk mengetahui seberapa panjang nilai *range* ruang pencarian dimensi agar dapat menghasilkan kombinasi parameter SVR terbaik. Nilai *range* tersebut akan mempengaruhi besarnya nilai parameter SVR. Pemilihan *range* dimensi *sigma, epsilon,* dan *C* yang akan diuji coba berdasarkan *range* yang digunakan pada penelitian [6]. *Range* dimensi *lambda* dan *cLR* yang digunakan berdasarkan penelitian [22]. Berikut adalah hasil pengujiannya.

1. Dimensi Sigma

Untuk pengujian pada dimensi *sigma* (σ), panjang *range* ruang pencarian yang digunakan adalah 0,001-4, 0,001-6, 0,001-10, 0,01-4, 0,01-6, 0,01-10, 0,1-4, 0,1-6, dan 0,1-10. Detail parameter yang digunakan pada uji coba *range* ruang pencarian dimensi adalah sebagai berikut :

a. *Range* ruang pencarian dimensi *C* : 0,01-1000.
b. *Range* ruang pencarian dimensi ε : 0,01-0,09.
c. *Range* ruang pencarian dimensi *cLR* : 0,01-2.

d. *Range* ruang pencarian dimensi λ : 0,01-5.

e. Jumlah partikel : 10.

f. Jumlah iterasi maksimum : 10.

g. Konstanta akselerasi pertama dan kedua : 1 dan 1.

h. Bobot inersia minimum dan maksimum : 0,4 dan 0,8.

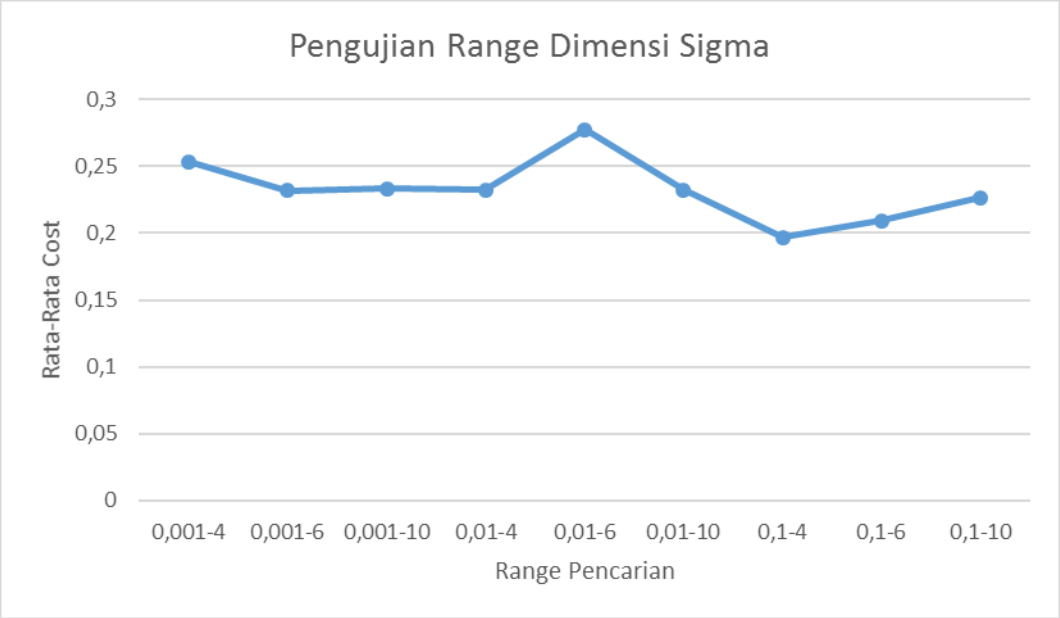
i. Jumlah *fold cross validation* : 10.

Pengujian *range* ruang pencarian dimensi σ ini dilakukan sebanyak 10 kali. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut ini.

Tabel 4. 7 Pengujian Panjang *Range* Dimensi *Sigma*

Nilai Batas Bawah	Nilai Batas Atas	Nilai Cost Percobaan Ke-i										Rata Rata Cost
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0,001	4	0,1182	0,6706	0,2344	0,2341	0,2330	0,2336	0,1192	0,2350	0,2207	0,2359	0,2535
	6	0,2358	0,2204	0,2295	0,2360	0,2330	0,2360	0,2360	0,2346	0,2360	0,2208	0,2318
	10	0,2354	0,2360	0,2352	0,2298	0,2350	0,2360	0,2280	0,2279	0,2343	0,2350	0,2333
0,01	4	0,2318	0,2361	0,2350	0,2352	0,2348	0,2276	0,2232	0,2342	0,2323	0,2320	0,2322
	6	0,2360	0,2318	0,2356	0,6745	0,2340	0,2350	0,2354	0,2286	0,2276	0,2352	0,2774
	10	0,2358	0,2356	0,2355	0,2360	0,2350	0,2284	0,2247	0,2356	0,2360	0,2196	0,2322
0,1	**4**	**0,1209**	**0,1508**	**0,2231**	**0,2025**	**0,2245**	**0,2150**	**0,2218**	**0,2241**	**0,1822**	**0,2021**	**0,1967**
	6	0,1505	0,2021	0,2350	0,2214	0,2216	0,2323	0,2130	0,1672	0,2241	0,2251	0,2092
	10	0,2360	0,2345	0,2231	0,2350	0,2323	0,2213	0,2130	0,2278	0,2231	0,2218	0,2268

Berdasarkan grafik hasil pengujian pada Gambar 4.1, rata-rata nilai cost terkecil didapatkan dari range ruang pencarian 0,1-4. Nilai cost stabil pada ruang pencarian 0,001-6 hingga 0,01-4. Pada range 0,01-6 terjadi kenaikan nilai cost yang signifikan yaitu sebesar 0,2774. Ketidakstabilan nilai cost ini dapat terjadi karena range ruang pencarian dimensi ε harus berada pada daerah yang tepat untuk menghasilkan solusi yang paling optimal [6]. Jika nilai ε terlalu kecil, SVR akan cenderung overfit pada data latih. Sedangkan jika nilai ε terlalu besar, akan membuat SVR tidak fleksibel dalam penghitungan fungsi yang kompleks [6]. Sehingga tidak dapat dipastikan apakah semakin besar atau kecil range ruang pencarian akan menghasilkan solusi yang paling optimal.



Gambar 4. 1 Pengujian Range Dimensi Sigma

2. Dimensi Lambda

Untuk pengujian pada dimensi *lambda* (λ), panjang *range* ruang pencarian yang digunakan adalah 0,001-1, 0,001-3, 0,001-5, 0,01-1, 0,01-3, 0,01-5, 0,1-1, 0,1-3, dan 0,1-5. Pada pengujian ini, digunakan *range* ruang pencarian dimensi σ yang didapatkan dari hasil pengujian sebelumnya. Detail parameter yang digunakan pada uji coba *range* ruang pencarian dimensi λ adalah sebagai berikut :

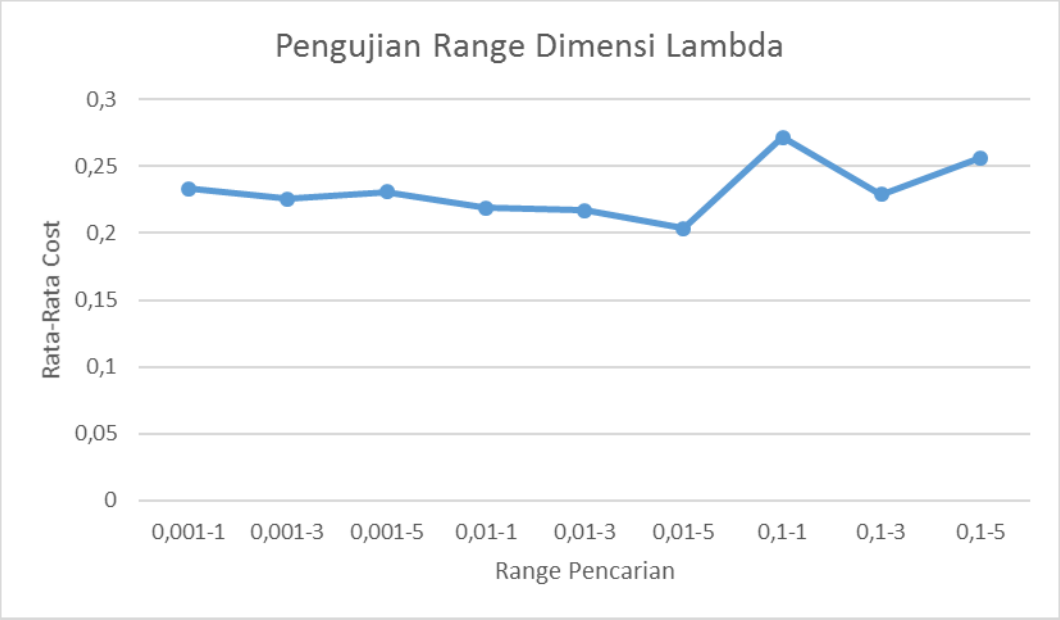
a. *Range* ruang pencarian dimensi *C* : 0,01-1000.
b. *Range* ruang pencarian dimensi ε : 0,01-0,09.
c. *Range* ruang pencarian dimensi σ : 0,1-4.
d. *Range* ruang pencarian dimensi *cLR* : 0,01-2.
e. Jumlah partikel : 10.
f. Jumlah iterasi maksimum : 10.
g. Konstanta akselerasi pertama dan kedua : 1 dan 1.
h. Bobot inersia minimum dan maksimum : 0,4 dan 0,8.
i. Jumlah *fold cross validation* : 10.

Pengujian *range* ruang pencarian dimensi λ ini dilakukan sebanyak 10 kali. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut ini.

Tabel 4. 8 Pengujian Panjang *Range* Dimensi *Lambda*

Nilai Batas Bawah	Nilai Batas Atas	Nilai Cost Percobaan Ke-i										Rata Rata Cost
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0,001	1	0,2326	0,2343	0,2317	0,2350	0,2315	0,2275	0,2319	0,2360	0,2365	0,2369	0,2334
	3	0,2359	0,2341	0,2345	0,2360	0,2340	0,2286	0,2243	0,2332	0,2230	0,1715	0,2255
	5	0,2349	0,2360	0,2241	0,2323	0,2340	0,2352	0,2286	0,2218	0,2288	0,2320	0,2308
0,01	1	0,2357	0,1442	0,2231	0,2341	0,2260	0,2123	0,2234	0,2323	0,2318	0,2276	0,2191
	3	0,1684	0,1820	0,2021	0,2356	0,2340	0,2129	0,2350	0,2342	0,2314	0,2358	0,2171
	5	**0,2358**	**0,1306**	**0,1619**	**0,2320**	**0,2238**	**0,2332**	**0,2124**	**0,2021**	**0,2120**	**0,1928**	**0,2037**
0,1	1	0,6754	0,2359	0,2340	0,2231	0,2240	0,2386	0,2352	0,2218	0,2120	0,2181	0,2718
	3	0,2360	0,2230	0,2180	0,2187	0,2345	0,2359	0,2360	0,2341	0,2231	0,2318	0,2291
	5	0,1498	0,7127	0,1813	0,2021	0,2340	0,2321	0,2218	0,2314	0,1813	0,2181	0,2565

Berdasarkan grafik hasil pengujian pada Gambar 4.2, rata-rata nilai cost terkecil didapatkan dari range ruang pencarian 0,01-5. Umumnya, semakin besar nilai λ maka keakuratan regresi akan semakin baik. Namun, hasil tersebut memberikan efek samping yaitu mengakibatkan rendahnya kecepatan konvergensi dan membuat proses pembelajaran tidak stabil [22]. Hal ini terbukti ketika pengujian menggunakan range ruang pencarian 0,001-5, 0,1-1, dan 0,1-5 mengalami perubahan cost menjadi lebih besar.



Gambar 4. 2 Pengujian Range Dimensi Lambda

3. Dimensi cLR

Untuk pengujian pada dimensi *cLR*, panjang *range* ruang pencarian yang digunakan adalah 0,001-1,5, 0,001-1,75, 0,001-2, 0,01-1,5, 0,01-1,75, 0,01-2, 0,1-1,5, 0,1-1,75, dan 0,1-2. Pada pengujian ini, digunakan *range* ruang pencarian dimensi ε dan λ yang didapatkan dari hasil pengujian sebelumnya. Detail parameter yang digunakan pada uji coba *range* ruang pencarian dimensi *cLR* adalah sebagai berikut :

a. *Range* ruang pencarian dimensi *C* : 0,01-1000.
b. *Range* ruang pencarian dimensi ε : 0,01-0,09.
c. *Range* ruang pencarian dimensi σ : 0,1-4.
d. *Range* ruang pencarian dimensi λ : 0,01-5.
e. Jumlah partikel : 10.
f. Jumlah iterasi maksimum : 10.
g. Konstanta akselerasi pertama dan kedua : 1 dan 1.
h. Bobot inersia minimum dan maksimum : 0,4 dan 0,8.
i. Jumlah *fold cross validation* : 10.

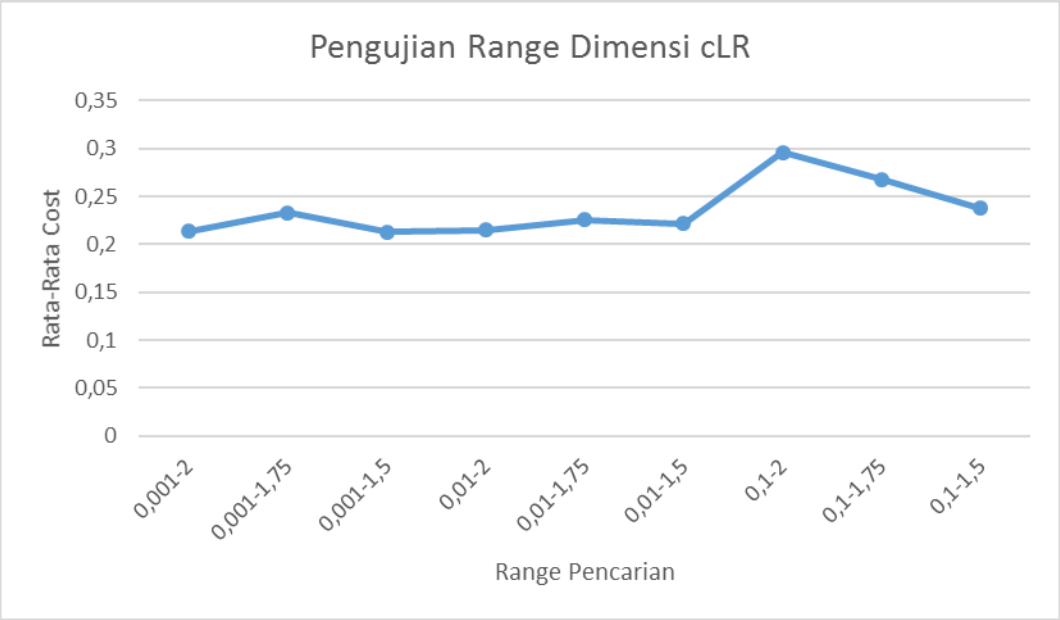
Pengujian *range* ruang pencarian dimensi *cLR* ini dilakukan sebanyak 10 kali. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.9 berikut ini.

Tabel 4. 9 Pengujian Panjang *Range* Dimensi *Clr*

Nilai Batas Bawah	Nilai Batas Atas	Nilai Cost Percobaan Ke-i										Rata Rata Cost
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0,001	1,5	0,1703	0,2122	0,234	0,2359	0,2118	0,2214	0,2234	0,2318	0,1897	0,2018	0,2132
	1,75	0,2714	0,2351	0,2318	0,2271	0,224	0,235	0,2318	0,2319	0,2181	0,2228	0,2329
	2	**0,1491**	**0,2177**	**0,2186**	**0,2246**	**0,232**	**0,2352**	**0,2019**	**0,236**	**0,2354**	**0,1784**	**0,2129**
0,01	1,5	0,2047	0,1573	0,2035	0,234	0,2218	0,235	0,2218	0,2323	0,226	0,2121	0,2149
	1,75	0,1304	0,2714	0,2312	0,2242	0,235	0,2342	0,2354	0,2348	0,2346	0,2216	0,2253
	2	0,1705	0,23588	0,235	0,2218	0,228	0,235	0,2214	0,2323	0,232	0,2018	0,2214
0,1	1,5	0,1697	0,189	0,212	0,224	0,6451	0,6172	0,236	0,2345	0,218	0,2116	0,2957
	1,75	0,1564	0,234	0,2218	0,2489	0,6717	0,2359	0,234	0,214	0,224	0,2359	0,2677
	2	0,1307	0,235	0,2218	0,236	0,2314	0,4068	0,2318	0,233	0,2349	0,218	0,2379

Berdasarkan grafik hasil pengujian pada Gambar 4.3, rata-rata nilai cost terkecil didapatkan dari range ruang pencarian 0,001-2. Konstanta learning rate (cLR) yang berada pada range tersebut dapat menghasilkan learning rate (γ) yang mampu membangun model regresi dengan tingkat akurasi tinggi karena sesuai dengan persyaratan. Semakin kecil nilai γ, maka proses *learning* akan

berlangsung lebih lama namun sistem mendapatkan jaminan bahwa hasil akan konvergen. [22].



Gambar 4. 3 Pengujian Range Dimensi cLR

4. Dimensi Epsilon

Untuk pengujian pada dimensi epsilon (ε), panjang range ruang pencarian yang digunakan adalah 0,00001-0,009, 0,00001-0,09, 0,00001-0,9, 0,0001-0,009, 0,0001-0,09, 0,0001-0,9, 0,001-0,009, 0,001-0,09, 0,001-0,9. Pada pengujian ini, digunakan range ruang pencarian dimensi σ, λ dan cLR yang didapatkan dari hasil pengujian sebelumnya. Detail parameter yang digunakan pada uji coba *range*

ruang pencarian dimensi *epsilon* adalah sebagai berikut :

a. *Range* ruang pencarian dimensi *C* : 0,01-1000.
b. *Range* ruang pencarian dimensi *σ* : 0,1-4.
c. *Range* ruang pencarian dimensi *cLR* : 0,001-2.
d. *Range* ruang pencarian dimensi *λ* : 0,01-5.
e. Jumlah partikel : 10.
f. Jumlah iterasi maksimum : 10.
g. Konstanta akselerasi pertama dan kedua : 1 dan 1.
h. Bobot inersia minimum dan maksimum : 0,4 dan 0,8.

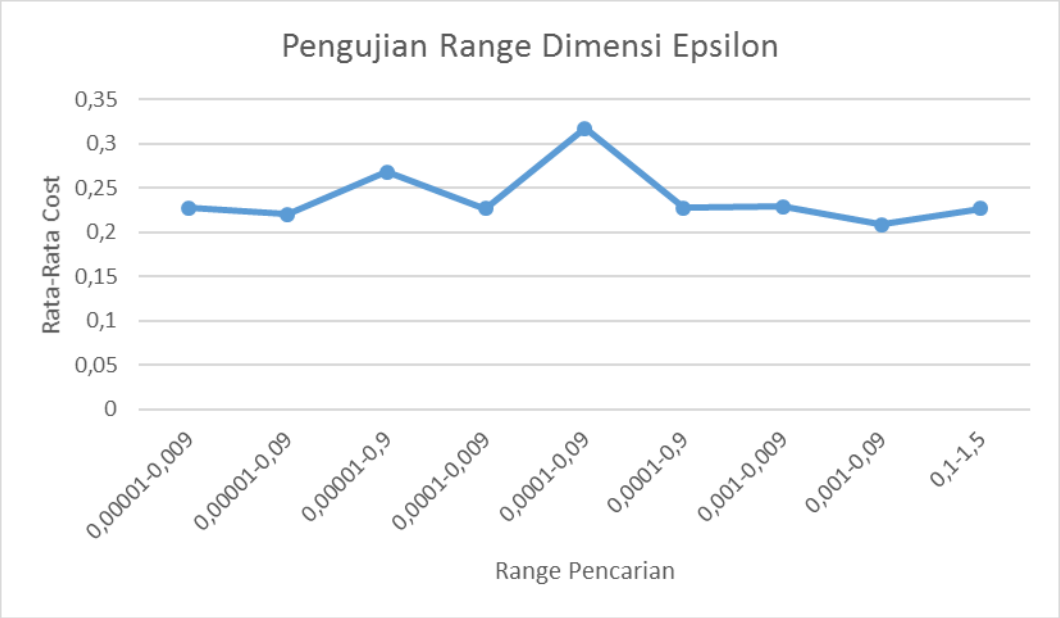
i. Jumlah *fold cross validation* : 10.

Pengujian *range* ruang pencarian dimensi ε ini dilakukan sebanyak 10 kali. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.10 berikut ini

Tabel 4. 10 Pengujian Panjang *Range* Dimensi *Epsilon*

Nilai Batas Bawah	Nilai Batas Atas	Nilai Cost Percobaan Ke-i										Rata Rata Cost
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0,00001	0,009	0,2352	0,2240	0,2120	0,2340	0,2150	0,2259	0,2218	0,2448	0,2310	0,2332	0,2277
	0,09	0,2314	0,2339	0,2264	0,2053	0,2301	0,2153	0,2206	0,2172	0,2064	0,2162	0,2203
	0,9	0,1696	0,2250	0,2142	0,6443	0,2361	0,2107	0,2171	0,2478	0,2793	0,2356	0,2680
0,0001	0,009	0,2189	0,2346	0,2148	0,2356	0,2246	0,2318	0,2312	0,2356	0,2134	0,2271	0,2268
	0,09	0,6925	0,2359	0,2130	0,2356	0,2122	0,2320	0,6716	0,2289	0,2217	0,2340	0,3177
	0,9	0,2208	0,2381	0,2240	0,2234	0,2124	0,2350	0,2352	0,2359	0,2296	0,2218	0,2276
0,001	0,009	0,2289	0,2340	0,2130	0,2240	0,2180	0,2359	0,2318	0,2348	0,2360	0,2352	0,2292
	0,09	**0,1244**	**0,1890**	**0,2016**	**0,2236**	**0,2348**	**0,2180**	**0,2218**	**0,2112**	**0,2236**	**0,2386**	**0,2087**
	0,9	0,2199	0,2346	0,2318	0,2320	0,2180	0,2276	0,2316	0,2318	0,2252	0,2138	0,2266

Berdasarkan grafik hasil pengujian pada Gambar 4.4, rata-rata nilai cost terkecil didapatkan dari range ruang pencarian 0,001-0,09. Nilai ε akan mempengaruhi jumlah *support vector* yang digunakan untuk membangun fungsi regresi. Jika nilai ε besar, maka akan sedikit jumlah *support vector* yang dipilih dan membuat estimasi menjadi lebih *flat* dan tidak kompleks [22]. Range nilai yang didapatkan berada pada range data besar. Hal ini terjadi karena jumlah iterasi untuk sequential learning yang digunakan sebanyak 1000 sehingga terjadi konvergensi dini pada nilai ε yang besar dan tidak mampu mengakomodasi nilai yang lebih kecil.



Gambar 4. 4 Pengujian Range Dimensi Epsilon

5. Dimensi C

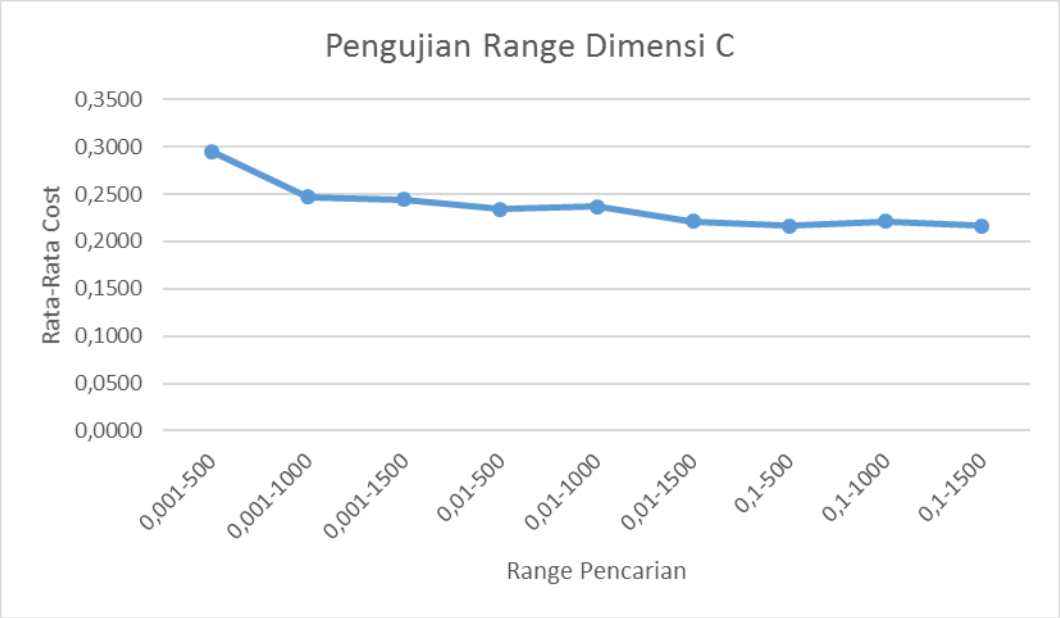
Untuk pengujian pada dimensi *C*, panjang *range* ruang pencarian yang digunakan adalah 0,001-500, 0,001-1000, 0,001-1500, 0,01-500, 0,01-1000, 0,01-1500, 0,1-500, 0,1-1000, dan 0,1-1500. Pada pengujian ini, digunakan *range* ruang pencarian dimensi σ, λ, *cLR* dan ε yang didapatkan dari hasil pengujian sebelumnya. Detail parameter yang digunakan pada uji coba *range* ruang pencarian dimensi *C* adalah sebagai berikut :

a. *Range* ruang pencarian dimensi σ : 0,1-4.
b. *Range* ruang pencarian dimensi ε : 0,001-0,09.
c. *Range* ruang pencarian dimensi *cLR* : 0,001-2.
d. *Range* ruang pencarian dimensi λ : 0,01-5.
e. Jumlah partikel : 10.
f. Jumlah iterasi maksimum : 10.
g. Konstanta akselerasi pertama dan kedua : 1 dan 1.
h. Bobot inersia minimum dan maksimum : 0,4 dan 0,8.
i. Jumlah *fold cross validation* : 10.

Pengujian *range* ruang pencarian dimensi *C* ini dilakukan sebanyak 10 kali. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.11 berikut ini

Tabel 4. 11 Pengujian Panjang *Range* Dimensi *C*

Nilai Batas Bawah	Nilai Batas Atas	Nilai Cost Percobaan Ke-i										Rata Rata Cost
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0,001	500	0,2205	0,2340	0,6370	0,2320	0,2134	0,2229	0,2318	0,4948	0,2320	0,2339	0,2952
	1000	0,2206	0,2329	0,2164	0,2353	0,2341	0,4253	0,2296	0,2272	0,2154	0,2362	0,2473
	1500	0,1696	0,2250	0,2142	0,2043	0,2361	0,4107	0,2171	0,2478	0,2793	0,2356	0,2440
0,01	500	0,2092	0,2146	0,2238	0,3256	0,2146	0,2348	0,2352	0,2326	0,2214	0,2281	0,2340
	1000	0,2476	0,2229	0,2110	0,3336	0,2232	0,2310	0,2356	0,2189	0,2227	0,2210	0,2368
	1500	0,2205	0,2281	0,2143	0,2114	0,2194	0,2210	0,1742	0,2869	0,2236	0,2119	0,2211
0,1	500	0,2178	0,2340	0,1230	0,2520	0,2328	0,2259	0,2228	0,2319	0,2160	0,2102	0,2166
	1000	0,2295	0,2790	0,2316	0,2146	0,2248	0,1310	0,2291	0,2312	0,2249	0,2149	0,2211
	1500	**0,2175**	**0,2346**	**0,2318**	**0,2320**	**0,2180**	**0,2276**	**0,1316**	**0,2318**	**0,2252**	**0,2138**	**0,2164**



Gambar 4. 5 Pengujian Range Dimensi C

Berdasarkan grafik hasil pengujian pada Gambar 4.5, rata-rata nilai *cost* terkecil didapatkan dari *range* ruang pencarian 0,1-1500. Nilai *C* yang tinggi akan memberikan nilai *error* yang kecil karena akan memberikan penalti yang besar pada kesalahan klasifikasi dan *hyperplane* yang dihasilkan akan menghindari kesalahan klasifikasi bahkan ketika kemampuan *machine learning* dapat mengestimasi data baru secara akurat (generalisasi) tidak digunakan. Di samping itu, nilai *C* yang kecil hanya akan memberikan penalti yang kecil pada kesalahan klasifikasi dan menyebabkan tingkat *error* yang tinggi [6].

4.3.2 Skenario Pengujian Jumlah Partikel

Skenarion pengujian banyaknya jumlah partikel yaitu uji coba yang digunakan untuk mengetahui jumlah partikel yang dapat menghasilkan kombinasi jumlah fitur terpilih dan parameter SVR terbaik. Banyaknya jumlah partikel yang digunakan adalah kelipatan 5. Berikut adalah hasil pengujiannya.

Pengujian banyaknya jumlah partikel digunakan untuk menentukan jumlah partikel yang digunakan untuk menghasilkan solusi terbaik dalam kasus ini. Jumlah partikel yang digunakan pada pengujian ini adalah 5, 10, 15, 20, dan 25. Pada pengujian ini, digunakan batas ruang pencarian dimensi, jumlah *fold*, bobot inersia minimum dan maksimum, dan konstanta akselerasi yang didapatkan dari hasil pengujian sebelumnya. Detail parameter yang digunakan pada uji coba banyaknya jumlah partikel adalah sebagai berikut :

a. *Range* ruang pencarian dimensi C : 0,1-1500.
b. *Range* ruang pencarian dimensi σ : 0,1-4.
c. *Range* ruang pencarian dimensi ε : 0,001-0,09.
d. *Range* ruang pencarian dimensi *cLR* : 0,001-2.
e. *Range* ruang pencarian dimensi λ : 0,01-3.
f. Jumlah iterasi maksimum : 10.
g. Bobot inersia minimum dan maksimum : 0,4 dan 0,8.
h. Konstanta akselerasi pertama dan kedua : 1 dan 1
i. Jumlah *fold* : 10.

Pengujian banyaknya jumlah partikel ini dilakukan sebanyak 10 kali. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.12 berikut ini.

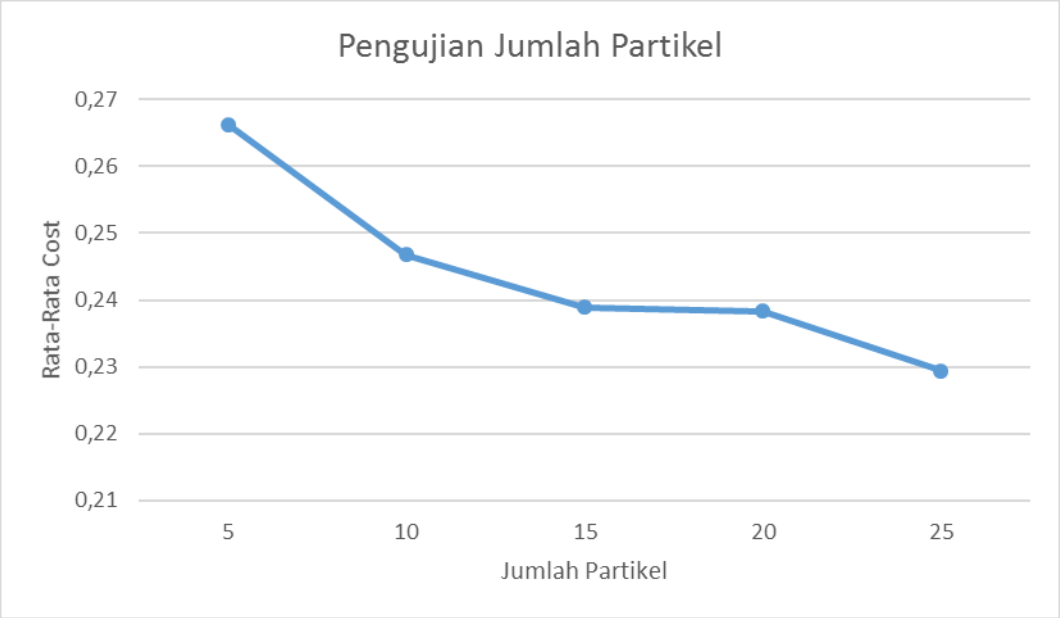
Tabel 4. 12 Pengujian Jumlah Partikel

Jumlah Partikel	Nilai Cost Percobaan Ke-i										Rata Rata Cost
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5	0,2211	0,2190	0,2340	0,6346	0,2124	0,2189	0,2238	0,2248	0,2380	0,2359	0,2663
10	0,2356	0,2219	0,2334	0,2359	0,2311	0,4123	0,2196	0,2312	0,2112	0,2362	0,2468
15	0,2183	0,2150	0,2042	0,2253	0,2161	0,3907	0,2162	0,2458	0,2193	0,2379	0,2389
20	**0,2178**	**0,3546**	**0,2128**	**0,2216**	**0,2195**	**0,2308**	**0,2372**	**0,2266**	**0,2282**	**0,2341**	**0,2383**
25	0,2203	0,2129	0,2010	0,2336	0,2132	0,2317	0,2256	0,2149	0,3227	0,2180	0,2294

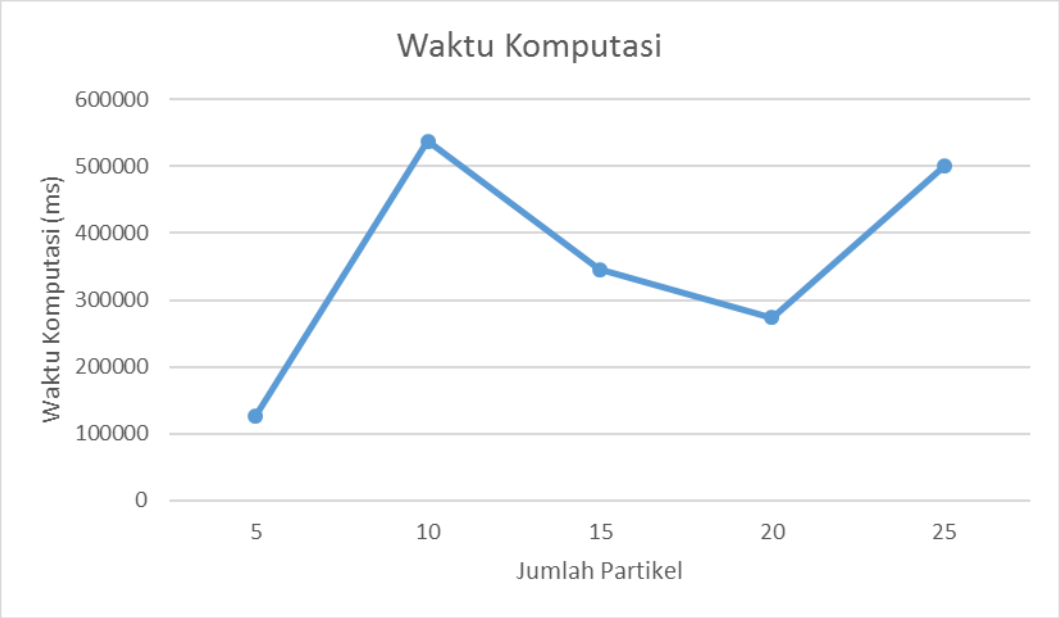
Tabel 4. 13 Waktu Komputasi Pengujian Jumlah Partikel

Jumlah Partikel	Waktu Komputasi (ms)
5	126663
10	537732
15	345802
20	**273388**
25	500128

Berdasarkan grafik hasil pengujian pada Gambar 4.6, rata-rata nilai cost terkecil didapatkan dengan jumlah partikel sebanyak 25 partikel. Semakin banyak jumlah partikel yang digunakan maka semakin tinggi tingkat keberagaman awal partikel. Hal ini akan memberikan skema inisialisasi yang baik, yang digunakan untuk inisialisasi partikel. Sebuah swarm yang besar akan memungkinkan bagian yang lebih besar dari ruang pencarian untuk dijelajahi setiap iterasi. Namun, semakin banyak partikel yang digunakan menyebabkan komputasi tiap iterasi menjadi semakin kompleks sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk menyelesaikan komputasi [18]. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 4.13 yang berisi hasil pengujian pengaruh banyaknya jumlah partikel terhadap waktu komputasi dan diilustrasikan dengan grafik pada Gambar 4.7. Berdasarkan grafik pada Gambar 4.6 dan 4.7, direkomendasikan menggunakan jumlah partikel sebanyak 20 partikel karena ketika dilakukan komputasi menggunakan 20 partikel, sistem dapat menghasilkan cost yang cukup kecil dan memerlukan waktu komputasi yang cukup kecil juga.



Gambar 4. 6 Pengujian Jumlah Partikel



Gambar 4. 7 Waktu Komputasi

4.3.3 Skenario Pengujian Jumlah Iterasi

Skenario pengujian banyaknya jumlah maksimum iterasi yaitu uji coba yang digunakan untuk mengetahui jumlah maksimum iterasi yang digunakan agar dapat menghasilkan kombinasi jumlah fitur terpilih dan parameter SVR

yang optimal. Banyaknya jumlah maksmum iterasi yang digunakan adalah kelipatan 10. Berikut adalah hasil pengujiannya.

Pengujian banyaknya jumlah maksimum iterasi digunakan untuk menentukan jumlah maksimum iterasi yang digunakan untuk menghasilkan solusi terbaik dalam kasus ini. Jumlah maksimum iterasi yang digunakan pada pengujian ini adalah 10, 20, 30, 40 dan 50. Pada pengujian ini, digunakan batas ruang pencarian dimensi, jumlah *fold,* bobot inersia minimum dan makismum, konstanta akselerasi, dan jumlah partikel yang didapatkan dari hasil pengujian sebelumnya. Detail parameter yang digunakan pada uji coba banyaknya jumlah maksimum iterasi adalah sebagai berikut :

a. *Range* ruang pencarian dimensi *C* : 0,1-1500.
b. *Range* ruang pencarian dimensi σ : 0,1-4.
c. *Range* ruang pencarian dimensi ε : 0,001-0,09.
d. *Range* ruang pencarian dimensi *cLR* : 0,001-2.
e. *Range* ruang pencarian dimensi λ : 0,01-5.
f. Jumlah partikel : 20.
g. Bobot inersia minimum dan maksimum : 0,4 dan 0,8.
h. Konstanta akselerasi pertama dan kedua : 1 dan 1
i. Jumlah *fold* : 10.

Pengujian banyaknya jumlah maksimum iterasi ini dilakukan sebanyak 10 kali. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.14 berikut ini.

Tabel 4. 14 Pengujian Jumlah Maksimum Iterasi

Jumlah Maksimum Iterasi	Nilai Cost Percobaan Ke-i										Rata Rata Cost
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
10	0,2359	0,2190	0,2350	0,6346	0,2134	0,2289	0,2238	0,2381	0,2340	0,2350	0,2698
20	0,2325	0,2329	0,2224	0,2259	0,2311	0,4021	0,2196	0,2332	0,2122	0,2372	0,2449
30	0,2178	0,2281	0,2341	0,2331	0,2251	0,3807	0,2112	0,2359	0,2291	0,2272	0,2422
40	0,2157	0,3521	0,2258	0,2318	0,2345	0,2208	0,2271	0,2296	0,2182	0,2141	0,2370
50	0,2287	0,2139	0,2119	0,2276	0,2312	0,2217	0,3156	0,3349	0,2227	0,2060	0,2414

Tabel 4. 15 Posisi Partikel pBest Iterasi ke-0

Partikel ke-i	C	Epsilon	Sigma	cLR	Lambda	F1	F2	F3
0	1424,2856	0,0251	3,1889	0,1369	1,6455	1	1	1
1	164,4709	0,0229	1,2971	0,3418	0,7238	1	1	0
2	511,7485	0,0596	0,1571	1,7132	3,2207	1	1	1
3	1173,1573	0,0418	2,7843	0,1824	3,7149	0	1	1
4	874,8854	0,0352	3,1089	1,2342	4,2177	1	1	1
5	1319,4416	0,0356	0,4256	0,8501	2,2373	1	1	1
6	1379,4067	0,0236	3,6736	1,5958	1,7453	1	0	1
7	957,7711	0,0164	2,3671	0,8520	4,2309	1	0	1
8	66,5978	0,0159	2,4998	1,8549	1,3537	1	0	1
9	826,1166	0,0482	2,6616	1,6831	0,1179	1	0	1
10	536,8564	0,0416	2,2170	0,9873	0,3443	1	1	0
11	747,7861	0,0893	3,9423	1,9754	2,5961	1	1	1
12	1241,4500	0,0063	1,9077	1,7245	0,3082	1	0	1
13	1315,3712	0,0153	1,1456	0,6410	1,8734	1	1	0
14	732,5305	0,0528	0,2753	0,4159	3,8064	1	1	1
15	1089,0077	0,0840	0,8246	1,7907	3,4992	1	1	1
16	1199,7979	0,0119	2,9781	1,2544	2,5751	1	1	1
17	894,9824	0,0555	3,1563	0,3808	3,9023	1	1	1
18	493,0787	0,0884	1,8994	1,3445	3,8510	1	1	1
19	964,7978	0,0778	0,3668	0,3014	1,9038	1	1	0

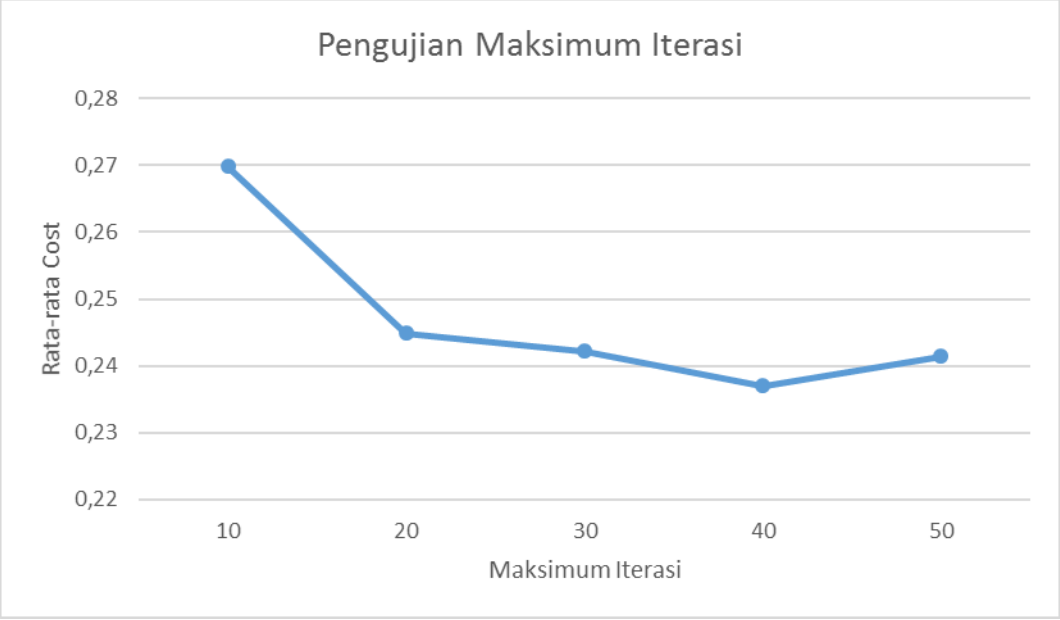
Tabel 4. 16 Posisi Partikel pBest Iterasi ke-40

Partikel ke-i	C	Epsilon	Sigma	cLR	Lambda	F1	F2	F3
0	0,1	0,001	0,1	0,1133	0,01	0	1	1
1	0,1	0,001	0,1	0,1161	0,01	1	0	1
2	0,1	0,001	0,1	0,1157	0,01	1	1	0
3	0,1	0,001	0,1	0,1149	0,01	1	0	1
4	0,1	0,001	0,1	0,1098	0,01	1	1	0
5	0,1	0,001	0,1	0,1146	0,01	1	0	1
6	0,1	0,001	0,1	0,1089	0,01	1	0	1
7	0,1	0,001	0,1	0,1115	0,01	0	1	1
8	0,1	0,001	0,1	0,1168	0,01	1	1	1
9	0,1	0,001	0,1	0,1170	0,01	1	0	1
10	0,1	0,001	0,1	0,1108	0,01	1	1	0
11	0,1	0,001	0,1	0,1151	0,01	1	1	1
12	0,1	0,001	0,1	0,1145	0,01	0	1	1
13	0,1	0,001	0,1	0,1151	0,01	0	1	1
14	0,1	0,001	0,1	0,1131	0,01	1	1	0
15	0,1	0,001	0,1	0,1140	0,01	1	1	0
16	0,1	0,001	0,1	0,1135	0,01	1	0	1
17	0,1	0,001	0,1	0,1136	0,01	0	1	1
18	0,1	0,001	0,1	0,1376	0,01	1	0	1
19	0,1	0,001	0,1	0,1066	0,01	0	1	1

Tabel 4. 17 Posisi Partikel Saat gBest di Iterasi ke-40

	C	Epsilon	Sigma	cLR	Lambda	F1	F2	F3
gBest	0,1	0,001	0,1	0,11484522097600888	0,01	1	1	0

Berdasarkan grafik hasil pengujian pada Gambar 4.8, rata-rata nilai cost terkecil didapatkan dengan jumlah maksimum iterasi sebanyak 40 iterasi. Penentuan jumlah maksimum iterasi bergantung pada permasalahan yang dihadapi, sehingga pada pengujian ini, 40 iterasi dinilai cukup untuk menghasilkan solusi terbaik. Jika jumlah maksimum iterasi terlalu sedikit, pencarian solusi mungkin berhenti lebih awal. Jika jumlahnya terlalu besar, maka memungkinkan terjadi penambahan kompleksitas komputasi yang tidak diperlukan ketika jumlah iterasi maksimum menjadi kondisi pemberhentian komputasi [18]. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 4.15 yang berisi posisi partikel pada iterasi ke-0, Tabel 4.16 yang berisi posisi partikel pada iterasi ke-40 dan Tabel 4.17 yang berisi posisi gBest dimana terjadi konvergensi karena posisi partikel tidak berubah dan telah menemukan solusi optimum.



Gambar 4. 8 Pengujian Maksimum Iterasi

4.3.4 Kesimpulan Pengujian Metode

Sistem dijalankan menggunakan parameter terbaik yang diperoleh dari pengujian-pengujian sebelumnya yaitu *range* ruang pencarian dimensi *C*

sepanjang 0,1-1500, *range* ruang pencarian dimensi σ sepanjang 0,1-4, *range* ruang pencarian dimensi ε sepanjang 0,001-0,09, *range* ruang pencarian dimensi *cLR* sepanjang 0,001-2, *range* ruang pencarian dimensi λ sepanjang 0,01-5, jumlah partikel sebanyak 20, jumlah maksimum iterasi sebanyak 40, bobot inersia minimum dan maksimum sebesar 0,4 dan 0,8, konstanta akselerasi pertama dan kedua sebesar 1 dan 1, dan jumlah *fold* sebanyak 10. Hasil prediksi menggunakan kombinasi parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.14 berikut.

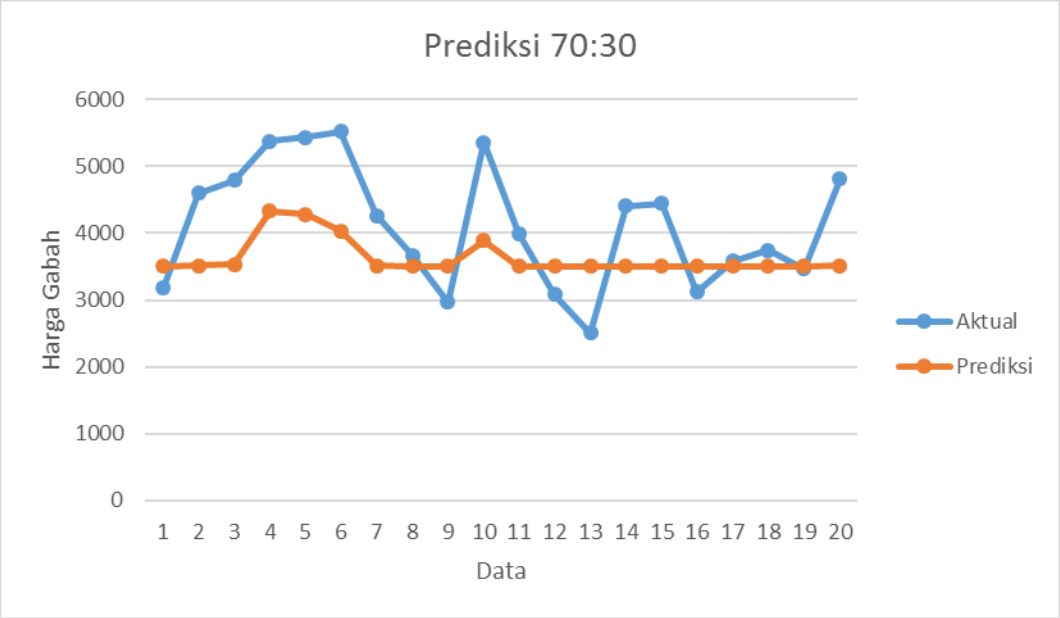
Tabel 4. 18 Kombinasi Parameter Hasil Optimasi

	C	Epsilon	Sigma	cLR	Lambda	F1	F2	F3
gBest	0,1	0,001	0,1	0,11484522097600888	0,01	1	1	0

Dari kombinasi parameter tersebut didapatkan prediksi harga gabah sebagai berikut.

Tabel 4. 19 Prediksi Harga Gabah (80 Data Latih dan 20 Data Uji)

Data	Aktual	Prediksi
1	3186	3507,0974
2	4597	3509,9869
3	4791	3532,3609
4	5380	4332,6108
5	5430	4279,3226
6	5523	4033,222
7	4265	3512,8296
8	3663	3507,0987
9	2970	3507,0974
10	5355	3893,0905
11	3990	3507,0974
12	3079	3507,0974
13	2507	3507,0974
14	4405	3507,685
15	4448	3507,7502
16	3117	3507,0974
17	3577	3507,0974
18	3742	3507,1118
19	3463	3507,0974
20	4812	3510,4022

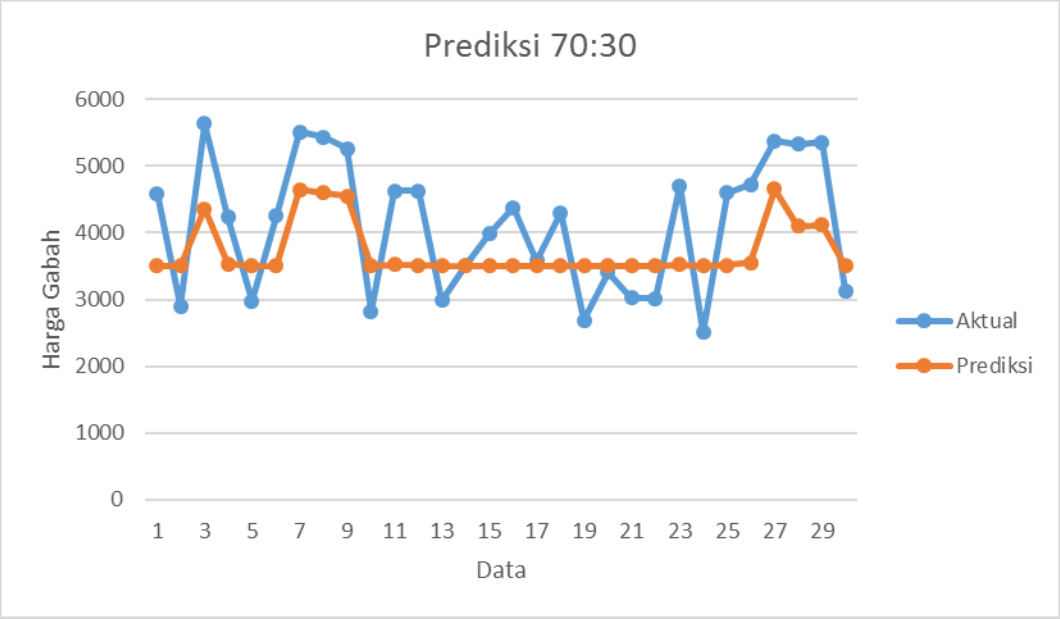


Gambar 4. 9 Prediksi Harga Gabah dengan Perbandingan 80 : 20

Tabel 4. 20 Prediksi Harga Gabah (70 Data Latih dan 30 Data Uji)

Data	Aktual	Prediksi
1	4585	3508,4391
2	2904	3507,1298
3	5631	4361,4212
4	4232	3535,411
5	2973	3507,1298
6	4258	3507,3875
7	5509	4643,6872
8	5430	4600,1269
9	5264	4553,3664
10	2827	3507,1298
11	4630	3524,1422
12	4627	3515,5824
13	2984	3507,1298
14	3516	3507,1298
15	3988	3507,1306
16	4380	3507,5436
17	3577	3507,13
18	4305	3507,3843
19	2689	3507,1298
20	3412	3507,1298
21	3020	3507,1298

Data	Aktual	Prediksi
22	3019	3507,1298
23	4704	3519,3668
24	2507	3507,1298
25	4597	3514,4602
26	4724	3548,952
27	5380	4656,9415
28	5330	4097,5626
29	5355	4119,2525
30	3128	3507,1298



Gambar 4. 10 Prediksi Harga Gabah dengan Perbandingan 70 : 30

Dari perbandingan data pengujian 80:20 didapatkan tingkat error 20,0239%, sedangkan data pengujian 70:30 didapatkan tingkat error 20,9499%.