

BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini menjelaskan hasil pengujian dan analisis dari prediksi indeks harga konsumen kelompok perumahan, air, listrik, gas dan bahan bakar menggunakan metode SVR. Pengujian yang dilakukan meliputi: pengujian nilai batas atas dan batas bawah untuk setiap parameter SVR, pengujian jumlah iterasi dan pengujian variasi jumlah data *training*.

6.1 Hasil Pengujian dan Analisis Rentang Nilai Parameter SVR

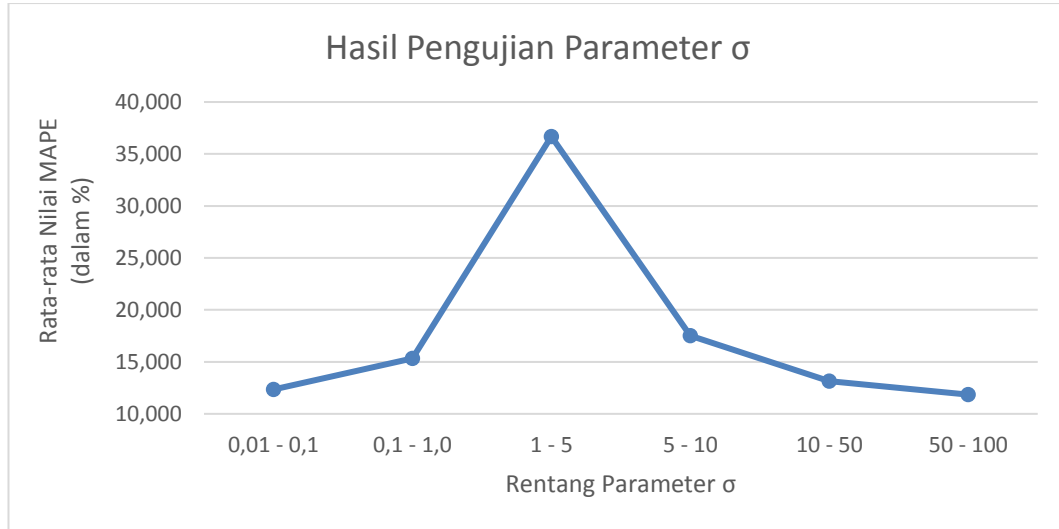
Pengujian rentang nilai parameter SVR dilakukan untuk menentukan batas pencarian parameter yang terbaik sehingga dapat menghasilkan solusi yang optimal dalam kasus prediksi indeks harga konsumen kelompok perumahan, air, listrik, gas dan bahan bakar. Nilai rentang parameter yang diuji sesuai dengan perancangan pengujian parameter yang telah dirancang sebelumnya pada Bab 4. Pemilihan rentang parameter yang akan diuji berdasar pada penelitian sebelumnya serta hasil percobaan yang dilakukan peneliti secara berulang-ulang sehingga dapat ditetapkan rentang parameter yang akan diujicobakan. Pengujian rentang nilai dilakukan untuk setiap parameter SVR, yaitu σ (sigma), λ (lambda), *cLR* (*constant learning rate*), ε (epsilon) dan *C* (*complexity*).

Pada pengujian parameter σ digunakan nilai parameter $\lambda = 0,1 - 0,5$; *cLR* = $0,005 - 0,5$; $\varepsilon = 0,001 - 1$; *C* = $10 - 100$; data *training* sebanyak 24 (bulan); data *testing* sebanyak 12 (bulan) dan jumlah iterasi sebanyak 100. Hasil pengujian parameter σ ditunjukkan pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Uji Coba Rentang Nilai Parameter σ

Batas bawah σ	Batas atas σ	Nilai MAPE percobaan ke- <i>l</i> (dalam %)			Rata-rata nilai MAPE (dalam %)
		1	2	3	
0,01	0,1	12,246	12,403	12,421	12,357
0,1	1	12,231	15,088	18,714	15,345
1	5	24,067	41,818	44,151	36,679
5	10	17,463	17,521	17,552	17,512
10	50	13,145	13,161	13,161	13,156
50	100	11,851	11,851	11,851	11,851

Grafik hasil pengujian parameter σ terhadap nilai MAPE ditunjukkan pada Gambar 6.1.



Gambar 6.1 Grafik Uji Coba Batas Parameter σ

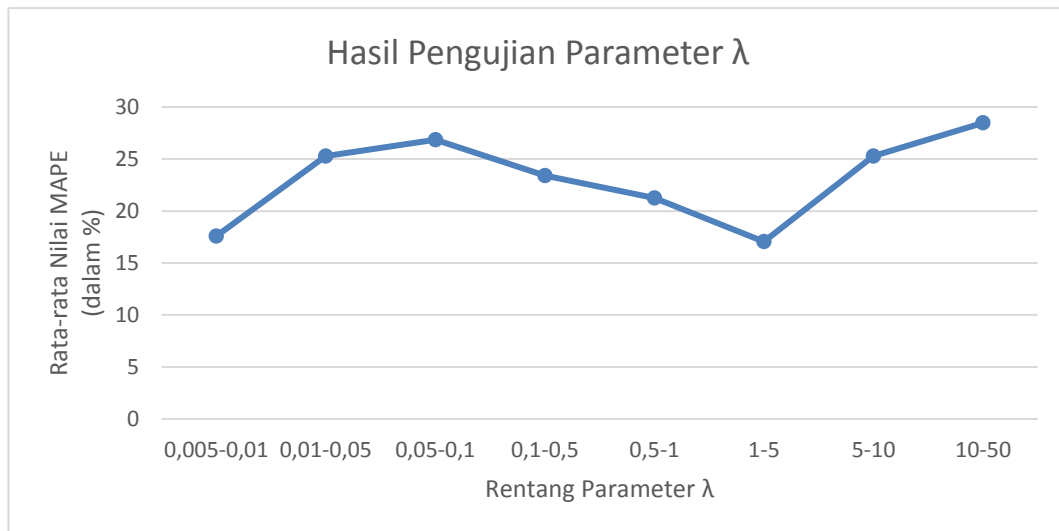
Parameter σ merupakan konstanta dari kernel RBF. Berdasarkan hasil pengujian parameter σ yang telah ditunjukkan pada Tabel 6.1, diperoleh rata-rata nilai MAPE minimum sebesar 11,851% dengan rentang parameter $\sigma = 50 - 100$. Berdasarkan kriteria MAPE pada Tabel 2.2, rata-rata nilai MAPE 11,851% dapat dinyatakan baik. Grafik pada Gambar 6.1 menunjukkan bahwa nilai σ dengan rentang nilai yang terlalu kecil menyebabkan persebaran data yang tidak sesuai sehingga hasil prediksi yang dihasilkan jauh dari data aktual dan nilai *error rate* meningkat sedangkan jika nilai rentang parameter lebih besar maka persebaran data dapat sesuai sehingga menghasilkan prediksi yang cukup baik. Ketepatan penentuan rentang nilai parameter σ sangat berpengaruh pada hasil prediksi.

Pengujian parameter berikutnya adalah pengujian rentang nilai parameter λ . Pengujian nilai parameter λ dilakukan untuk mendapatkan nilai rentang parameter λ yang sesuai sehingga menghasilkan solusi yang optimal. Nilai rentang parameter λ yang akan diuji disesuaikan dengan perancangan pengujian parameter λ pada Bab 4. Pada pengujian parameter λ digunakan nilai rentang parameter σ dari hasil pengujian parameter σ dan nilai rentang parameter lainnya yang dipilih berdasarkan penelitian sebelumnya serta hasil percobaan peneliti secara berulang-ulang. Rincian parameter yang digunakan pada pengujian parameter λ adalah $\sigma = 50 - 100$; $cLR = 0,005 - 0,5$; $\varepsilon = 0,001 - 1$; $C = 10 - 100$; data *training* sebanyak 24 (bulan); data *testing* sebanyak 12 (bulan) dan jumlah iterasi sebanyak 100. Hasil pengujian parameter λ ditunjukkan pada Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Uji Coba Rentang Nilai Parameter λ

Batas bawah λ	Batas atas λ	Nilai MAPE percobaan ke-l (dalam %)			Rata-rata nilai MAPE (dalam %)
		1	2	3	
0,005	0,01	17,581	17,581	17,581	17,581
0,01	0,05	25,282	25,282	25,282	25,282
0,05	0,1	26,851	26,851	26,851	26,851
0,1	0,5	23,420	23,420	23,421	23,420
0,5	1	21,253	21,253	21,253	21,253
1	5	17,053	17,053	17,053	17,053
5	10	25,285	25,285	25,285	25,285
10	50	28,475	28,475	28,475	28,475

Grafik hasil pengujian parameter λ terhadap nilai MAPE ditunjukkan pada Gambar 6.1.



Gambar 6.2 Grafik Uji Coba Batas Parameter Lambda (λ)

Parameter λ merupakan vektor skalar yang mempengaruhi ruang pemetaan kernel pada metode SVR. Nilai parameter λ akan menyesuaikan nilai parameter σ yang merupakan konstanta dari kernel RBF. Berdasarkan hasil pengujian parameter λ yang ditunjukkan pada Tabel 6.2, diperoleh rata-rata nilai MAPE minimum sebesar 17,053% pada rentang 1 – 5. Berdasarkan kriteria nilai MAPE pada Tabel 2.2, rata-rata nilai MAPE 17,053% dapat dinyatakan baik. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai λ dengan rentang yang lebih kecil menyebabkan skala ruang pemetaan kernel tidak sesuai sehingga nilai *error rate* yang dihasilkan meningkat. Nilai rentang parameter λ yang lebih besar mampu mempengaruhi proses *learning* dan menghasilkan nilai *error rate* yang semakin rendah namun

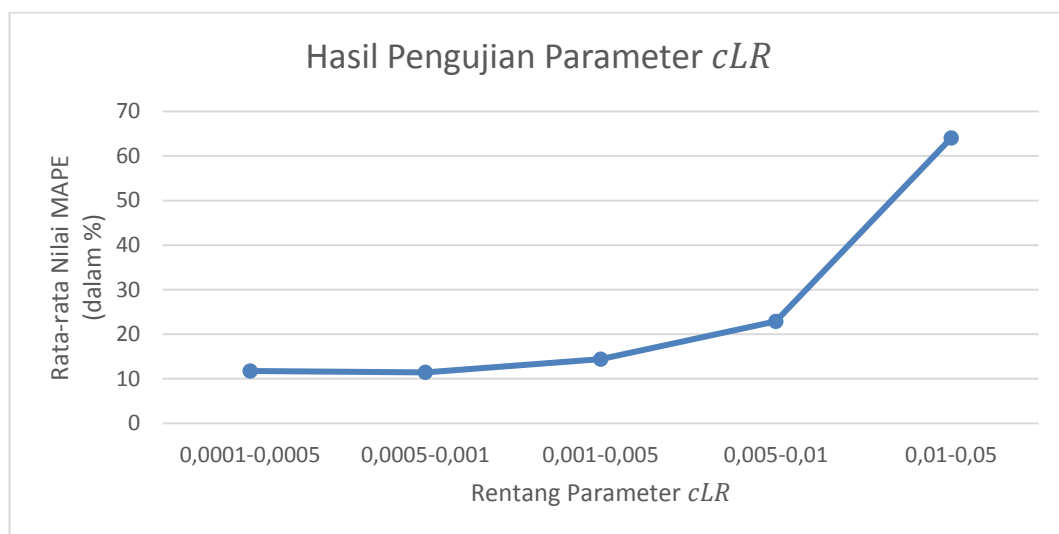
ketika diberikan nilai parameter λ yang terlalu besar kestabilan data terpengaruh sehingga nilai *error rate* kembali meningkat.

Selanjutnya adalah pengujian rentang nilai parameter *cLR*. Pengujian nilai parameter *cLR* dilakukan untuk mendapatkan nilai rentang parameter yang dapat menghasilkan solusi optimal. Pengujian nilai rentang parameter *cLR* dilakukan sesuai dengan perancangan Pengujian yang telah disusun pada Bab 4. Pada pengujian parameter *cLR* digunakan nilai rentang parameter σ dan parameter λ dari hasil pengujian parameter σ dan pengujian parameter λ serta nilai rentang parameter lainnya yang dipilih berdasarkan penelitian sebelumnya serta hasil percobaan peneliti secara berulang-ulang. Rincian parameter yang digunakan pada pengujian parameter *cLR* adalah $\sigma = 50 - 100$; $\lambda = 1 - 5$; $\varepsilon = 0,001 - 1$; $C = 10 - 100$; data *training* sebanyak 24 (bulan); data *testing* sebanyak 12 (bulan) dan jumlah iterasi sebanyak 100. Hasil pengujian parameter *cLR* ditunjukkan pada Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Uji Coba Rentang Nilai Parameter *cLR*

Batas bawah <i>cLR</i>	Batas atas <i>cLR</i>	Nilai MAPE percobaan ke-I (dalam %)			Rata-rata nilai MAPE (dalam %)
		1	2	3	
0,0001	0,0005	12,070	11,753	11,471	11,765
0,0005	0,001	11,474	11,387	11,406	11,422
0,001	0,005	11,408	14,535	17,226	14,390
0,005	0,01	17,053	24,504	27,066	22,875
0,01	0,05	27,065	60,000	104,981	64,015

Grafik hasil pengujian parameter *cLR* terhadap nilai MAPE ditunjukkan pada Gambar 6.3.



Gambar 6.3 Grafik Uji Coba Batas Parameter *cLR*

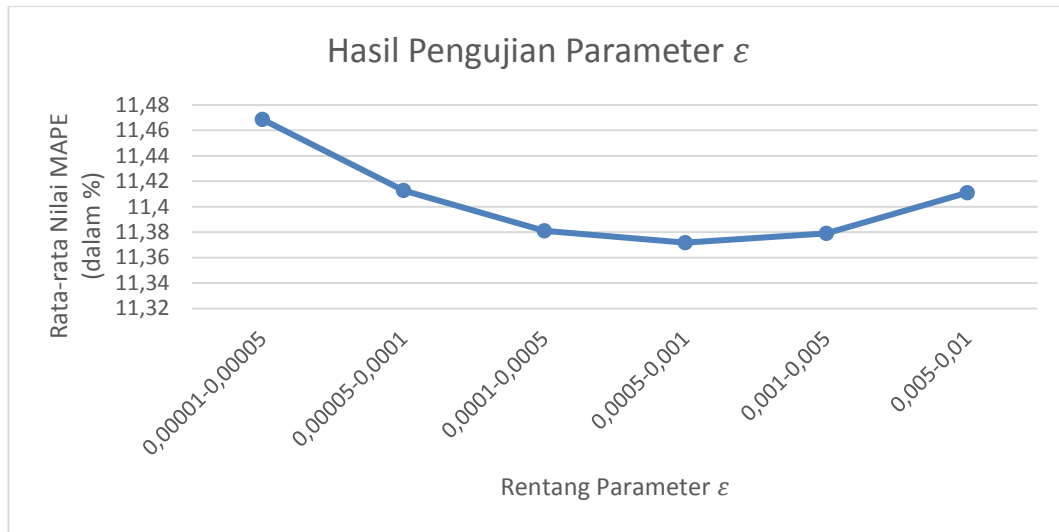
Parameter cLR merupakan nilai konstanta *learning rate* yang digunakan sebagai laju proses *learning* yang berpengaruh pada proses pembelajaran dan pelatihan SVR. Berdasarkan hasil pengujian parameter cLR yang telah ditunjukkan pada Tabel 6.3, diperoleh rata-rata nilai MAPE minimum sebesar 11,422% pada rentang 0,0005 – 0,001. Berdasarkan kriteria MAPE pada Tabel 2.2, nilai MAPE sebesar 11,422% dapat dinyatakan baik. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai cLR dengan rentang yang lebih kecil dapat mempengaruhi proses pembelajaran sehingga mampu menghasilkan nilai prediksi yang lebih baik.

Selanjutnya adalah pengujian Rentang Nilai parameter ε . Pengujian nilai parameter ε dilakukan untuk mendapatkan rentang nilai parameter yang dapat menghasilkan solusi optimum. Pada pengujian parameter ε digunakan nilai rentang parameter σ , parameter λ dan parameter cLR dari hasil pengujian parameter σ , pengujian parameter λ , pengujian parameter cLR serta nilai rentang parameter lainnya yang dipilih berdasarkan penelitian sebelumnya serta hasil percobaan peneliti secara berulang-ulang. Rincian parameter yang digunakan pada pengujian parameter ε adalah $\sigma = 50 - 100$; $\lambda = 1 - 5$; $cLR = 0,0005 - 0,001$; $C = 10 - 100$; data *training* sebanyak 24 (bulan); data *testing* sebanyak 12 (bulan) dan jumlah iterasi sebanyak 100. Hasil pengujian parameter ε ditunjukkan pada Tabel 6.4.

Tabel 6.4 Uji Coba Rentang Nilai Parameter ε

Batas bawah ε	Batas atas ε	Nilai MAPE percobaan ke-l (dalam %)			Rata-rata nilai MAPE (dalam %)
		1	2	3	
0,00001	0,00005	11,469	11,469	11,469	11,469
0,00005	0,0001	11,413	11,413	11,413	11,413
0,0001	0,0005	11,381	11,381	11,382	11,381
0,0005	0,001	11,371	11,372	11,372	11,372
0,001	0,005	11,375	11,380	11,382	11,379
0,005	0,01	11,408	11,410	11,414	11,411

Grafik hasil pengujian parameter ϵ (epsilon) terhadap nilai MAPE ditunjukkan pada Gambar 6.4.



Gambar 6.4 Grafik Uji Coba Batas Parameter (ϵ)

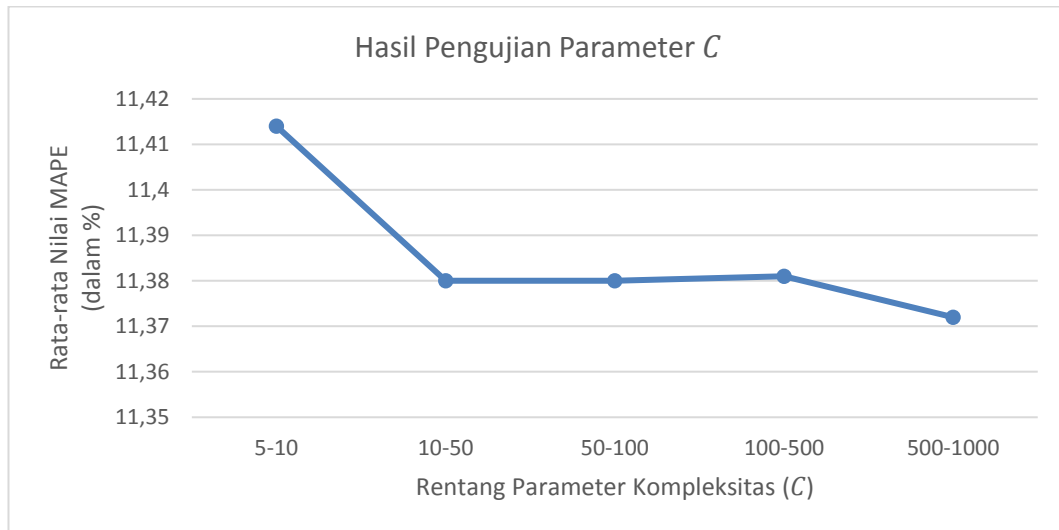
Parameter ϵ merupakan batas kesalahan nilai fungsi regresi $f(x)$. Apabila nilai $f(x)$ melebihi batas toleransi kesalahan ϵ maka akan dikenakan penalty sebesar konstanta C yang telah ditentukan sebelumnya (Nugroho & Purqon, 2015). Berdasarkan hasil pengujian parameter ϵ yang ditunjukkan pada Tabel 6.4, diperoleh rata-rata nilai MAPE minimum sebesar 11,372% pada rentang 0,0005 – 0,001. Hal tersebut menunjukkan bahwa ϵ dengan rentang nilai yang terlalu kecil belum tentu dapat menghasilkan *error rate* yang minimum karena nilai parameter lainnya juga berpengaruh terhadap *error rate* yang dihasilkan. Berdasarkan kriteria MAPE pada Tabel 2.2, nilai MAPE sebesar 11,633% dapat dinyatakan baik.

Selanjutnya adalah pengujian rentang nilai parameter C . Pengujian nilai parameter C dilakukan untuk mendapatkan rentang nilai parameter yang sesuai sehingga mampu menghasilkan solusi optimal dengan hasil prediksi yang baik. Pengujian nilai parameter C dilakukan sesuai dengan Perancangan Pengujian yang telah disusun pada Bab 4. Pada pengujian parameter C digunakan nilai rentang parameter σ , parameter λ , parameter cLR dan parameter ϵ dari hasil pengujian parameter σ , pengujian parameter λ , pengujian parameter cLR , pengujian parameter ϵ serta nilai rentang parameter lainnya yang dipilih berdasarkan penelitian sebelumnya serta hasil percobaan peneliti secara berulang-ulang. Rincian parameter yang digunakan pada pengujian parameter C adalah $\sigma = 50 - 100$; $\lambda = 1 - 5$; $cLR = 0,0005 - 0,001$; $\epsilon = 0,0005 - 0,001$; data *training* sebanyak 24 (bulan); data *testing* sebanyak 12 (bulan) dan jumlah iterasi sebanyak 100. Hasil pengujian parameter C ditunjukkan pada Tabel 6.5.

Tabel 6.5 Uji Coba Rentang Nilai Parameter C

Batas bawah C	Batas atas C	Nilai MAPE percobaan ke-l (dalam %)			Rata-rata nilai MAPE (dalam %)
		1	2	3	
5	10	11,414	11,414	11,414	11,414
10	50	11,380	11,380	11,380	11,380
50	100	11,380	11,380	11,380	11,380
100	500	11,381	11,381	11,381	11,381
500	1000	11,372	11,372	11,372	11,372

Grafik hasil pengujian parameter C terhadap nilai MAPE ditunjukkan pada Gambar 6.5.



Gambar 6.5 Grafik Uji Coba Parameter Kompleksitas (C)

Parameter C merupakan nilai penalti terhadap $f(x)$ apabila melebihi batas kesalahan ε . Nilai parameter C yang semakin besar akan memberikan hasil prediksi yang baik karena semakin besar nilai C maka fungsi tersebut semakin tidak memberikan toleransi terhadap kesalahan nilai $f(x)$. Berdasarkan hasil pengujian parameter C yang ditunjukkan pada Tabel 6.5, diperoleh rata-rata nilai MAPE minimum sebesar 11,372% dengan rentang parameter $C = 500 - 1000$. Berdasarkan kriteria MAPE pada Tabel 2.2, nilai MAPE sebesar 11,372% dapat dinyatakan baik. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai parameter C dengan rentang yang besar dapat menghasilkan prediksi yang baik.

6.2 Hasil Pengujian dan Analisis Jumlah Iterasi

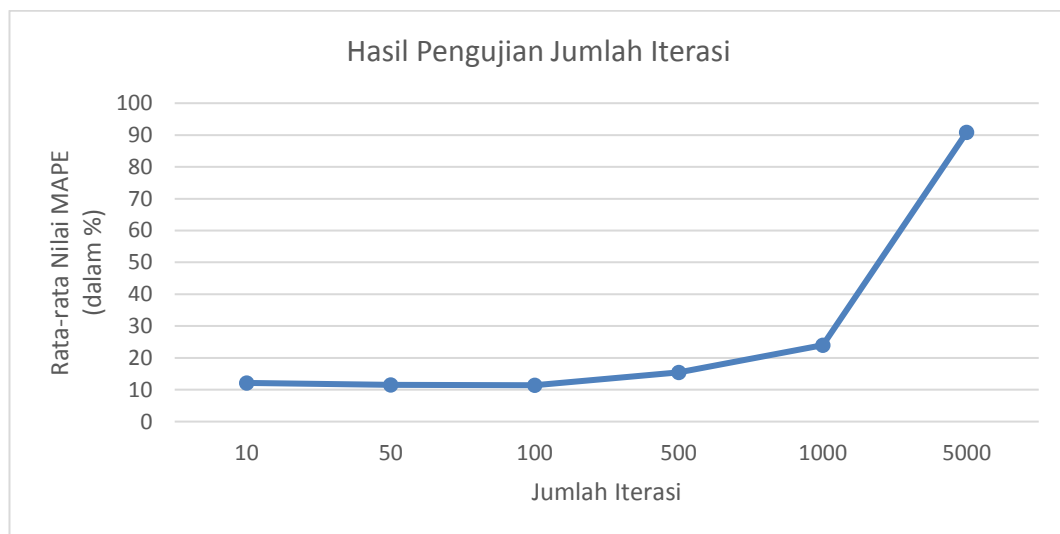
Pengujian jumlah iterasi dilakukan untuk mengetahui banyaknya iterasi yang menghasilkan hasil prediksi yang paling optimal. Jumlah iterasi optimum dievaluasi berdasarkan rata-rata nilai MAPE terbaik setelah dilakukan tiga kali

percobaan dengan jumlah iterasi menggunakan kelipatan 10 dan kelipatan 5. Pada pengujian jumlah iterasi digunakan parameter SVR terbaik dari hasil pengujian rentang nilai parameter SVR yang telah dilakukan sebelumnya, yaitu $\sigma = 50 - 100$; $\lambda = 1 - 5$; $cLR = 0,0005 - 0,001$; $\varepsilon = 0,0005 - 0,001$; $C = 500 - 1000$; data *training* sebanyak 24 (bulan) dan data *testing* sebanyak 12 (bulan). Hasil pengujian jumlah iterasi ditunjukkan pada Tabel 6.6.

Tabel 6.6 Uji Coba Jumlah Iterasi

Jumlah Iterasi	Nilai MAPE percobaan ke- <i>l</i> (dalam %)			Rata-rata nilai MAPE (dalam %)
	1	2	3	
10	12,208	12,093	12,066	12,123
50	11,751	11,505	11,467	11,574
100	11,470	11,380	11,405	11,418
500	12,246	16,496	17,551	15,431
1000	17,589	26,178	28,277	24,015
5000	59,887	101,288	111,435	90,870

Grafik hasil pengujian jumlah iterasi terhadap nilai MAPE ditunjukkan pada Gambar 6.6.



Gambar 6.6 Grafik Uji Coba Jumlah Iterasi SVR

Jumlah iterasi akan berpengaruh pada hasil *sequential learning training* α^* dan α yang diperoleh. Berdasarkan hasil pengujian jumlah iterasi SVR yang ditunjukkan pada Tabel 6.6 dan divisualisasikan dengan grafik pada Gambar 6.6, dapat diketahui bahwa rata-rata MAPE terbaik didapatkan dengan iterasi sejumlah 100 dengan nilai rata-rata MAPE minimum sebesar 11,418%. Berdasarkan kriteria MAPE pada Tabel 2.2, nilai MAPE sebesar 11,418% dapat dinyatakan baik. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin besar jumlah iterasi maka kemampuan SVR dalam melakukan observasi terhadap pola data semakin

meningkat. Namun apabila terlalu besar dapat menyebabkan *overfitting* dan nilai MAPE kembali meningkat.

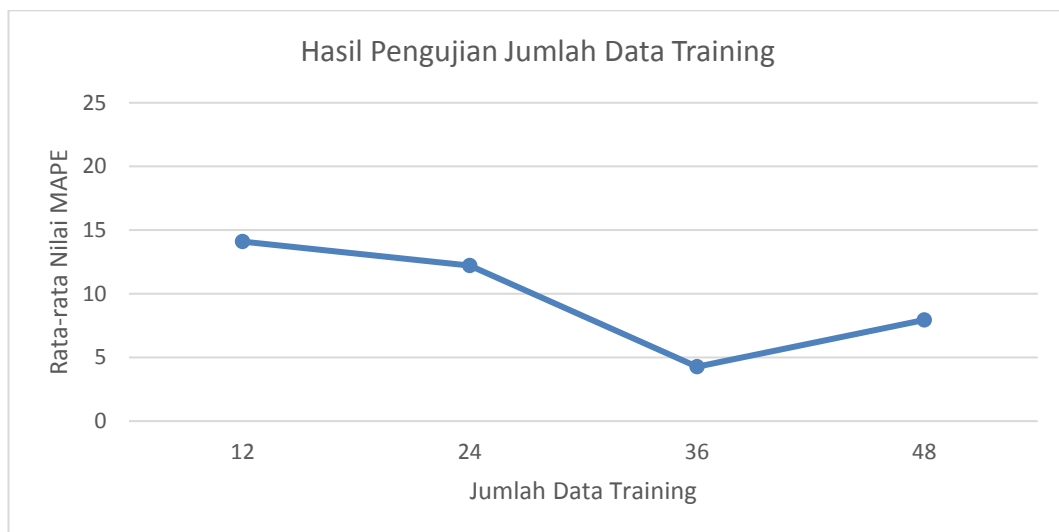
6.3 Hasil Pengujian dan Analisis Variasi Jumlah Data *Training*

Pengujian variasi jumlah data *training* dilakukan untuk mengetahui jumlah variasi data *training* yang optimum untuk menghasilkan prediksi yang baik. Pengujian jumlah data *training* dilakukan sesuai dengan Perancangan Pengujian yang telah disusun pada Bab 4. Pada pengujian variasi jumlah data *training* digunakan parameter SVR terbaik dari hasil pengujian rentang nilai parameter SVR yang telah dilakukan sebelumnya, yaitu $\sigma = 50 - 100$; $\lambda = 1 - 5$; $cLR = 0,0005 - 0,001$; $\varepsilon = 0,0005 - 0,001$; $C = 500 - 1000$ dan iterasi sebanyak 100. Hasil pengujian jumlah data *training* ditampilkan pada Tabel 6.7.

Tabel 6.7 Uji Coba Variasi Jumlah Data *Training*

Data <i>Training</i> (Bulan)	Data <i>Testing</i> (Bulan)	Nilai MAPE (dalam %)
12	12	7,821
24	12	11,372
36	12	2,399
48	12	4,861

Grafik hasil pengujian variasi jumlah data *training* Gambar 6.7.



Gambar 6.7 Grafik Uji Coba Variasi Jumlah Data *Training*

Rata-rata nilai MAPE minimum dihasilkan pada data *training* sejumlah 36 dan data *testing* sejumlah 12, yaitu sebesar 2,399%. Berdasarkan kriteria MAPE pada Tabel 2.2, nilai MAPE sebesar 2,399% dapat dinyatakan sangat baik. Rata-rata nilai MAPE kembali meningkat ketika digunakan data *training* sebanyak 48 dan 12 data *testing*. Hal tersebut terjadi karena terdapat perubahan pola data. Nilai parameter dan pola data sangat mempengaruhi metode SVR dalam mendapatkan hasil prediksi. Apabila terjadi perubahan pola data, maka nilai

parameter juga harus mengikuti. Sehingga dapat disimpulkan bahwa berdasarkan hasil pengujian jumlah data *training*, semakin besar jumlah data *training* yang digunakan belum tentu menghasilkan prediksi yang semakin baik.

Nilai MAPE sebesar 2,399% diperoleh dengan menggunakan nilai parameter $\sigma = 50$; $\lambda = 1$; $cLR = 0,0005$; $\varepsilon = 0,0005$; $C = 1000$ dengan jumlah data *training* 36 dan data *testing* 12 serta iterasi sebanyak 100. Rincian hasil prediksi yang didapat ditunjukkan pada Tabel 6.8 dengan rata-rata selisih antara data aktual dengan hasil prediksi sebesar 1,527.

Tabel 6.8 Rincian Hasil Pengujian

Bulan-Tahun	Hasil Prediksi	Data Aktual
Mei-14	112,19611	109,59
Jun-14	112,19610	110,01
Jul-14	112,19609	110,5
Agu-14	112,19608	111,31
Sep-14	112,19607	112,17
Okt-14	112,19606	113,34
Nov-14	112,19604	113,9
Des-14	112,19603	115,55
Jan-15	112,19602	116,48
Feb-15	112,19600	116,96
Mar-15	112,19599	117,3
Apr-15	112,19597	117,56
MAPE		2,399%

Berdasarkan kriteria MAPE pada Tabel 2.2, nilai MAPE yang $< 10\%$ dapat dikatakan sangat baik sehingga metode SVR dapat dikatakan sangat baik untuk memprediksi indeks harga konsumen kelompok perumahan, air, listrik, gas dan bahan bakar karena mampu menghasilkan nilai MAPE yang $< 10\%$ yaitu sebesar 2,399%. Nilai MAPE tersebut dapat diperkecil lagi dengan mengoptimalkan nilai parameter-parameter SVR. Dengan persebaran data yang tepat serta penentuan nilai parameter-parameter SVR yang sesuai maka hasil prediksi yang dihasilkan dapat lebih optimal dan menghasilkan akurasi yang jauh lebih baik.