

Support Vector Regression Untuk Prediksi Beban Listrik Jangka Pendek Menggunakan Metode Fraktal

1st Khalisa Sasikirana Athaya
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

khalisaathaya@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Jangkung Raharjo
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

jangkungraharjo@telkomuniversity.ac.id

3rd Syamsul Rizal
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

syamsulrizal@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Di era globalisasi listrik merupakan salah satu kebutuhan yang sangat penting dan dibutuhkan dalam kehidupan manusia. Prediksi beban listrik memiliki peranan yang sangat penting untuk perancangan operasi supply-demand agar menghindari kerugian dari beberapa aspek. Dalam penelitian ini prediksi beban listrik dilakukan dalam jangka pendek yaitu per 30 menit dimana dalam memprediksi beban diharapkan dapat diprediksi dengan kesalahan prediksi yang minimum. Untuk melakukan prediksi beban listrik jangka pendek dalam penelitian ini menggunakan *Support Vector Regression* (SVR) sebagai metode *machine learning* untuk klasifikasi data serta metode fractal untuk perhitungan dimensi dan mengambil ekstrasi ciri dari data historis yang telah ada. Hasil penelitian ini didapatkan Percobaan pertama dilakukan prediksi jangka pendek tanpa menggunakan metode fractal didapatkan hasil MAPE sebesar 2,85% sedangkan percobaan kedua dilakukan prediksi jangka pendek menggunakan dataset yang sudah dihitung dan diambil ekstrasi ciri menggunakan metode fractal didapatkan hasil MAPE yang lebih kecil yaitu sebesar 2,32%. hasil prediksi menggunakan fractal mendapatkan nilai MAPE lebih rendah dibandingkan tanpa fractal. Fraktal cukup berpengaruh terhadap perhitungan prediksi beban listrik jangka pendek menggunakan *Support Vector Regression* (SVR).

Kata kunci— Prediksi, Support Vector Regression, dan Fraktal

I. PENDAHULUAN

Di era globalisasi listrik merupakan salah satu kebutuhan yang sangat penting dan dibutuhkan dalam kehidupan manusia. Besarnya jumlah konsumsi dan permintaan beban listrik yang cenderung berubah-ubah dari segala sektor membuat *supply* kebutuhan daya listrik diharapkan selalu kontinu dari waktu ke waktu. Sehingga, Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebagai penyedia listrik di Indonesia harus bisa memprediksi kebutuhan listrik setiap harinya. Prediksi beban listrik memiliki peranan yang sangat penting untuk perencanaan operasi *supply-demand* agar menghindari kerugian dari beberapa aspek salah satunya dari segi ekonomi.

Prediksi beban listrik dilakukan dalam jangka pendek yaitu per 30 menit dimana dalam memprediksi beban diharapkan dapat diprediksi dengan kesalahan prediksi yang minimum. Sumber data yang diperlukan untuk prediksi beban listrik adalah data historis konsumsi penggunaan beban listrik setiap 30 menit selama 24 jam. Ada banyak jenis metode yang dapat dilakukan untuk melakukan sebuah prediksi tergantung pada karakteristik data yang dimiliki. Untuk melakukan prediksi beban listrik jangka pendek dalam penelitian ini penulis memilih untuk menggunakan *Support Vector Regression* (SVR) sebagai metode *machine learning* untuk klasifikasi data.

Selain *Support Vector Regression* (SVR) sebagai algoritma untuk melakukan regresi, dibutuhkan metode fractal untuk perhitungan dimensi dan mengambil ekstrasi ciri dari data historis yang telah ada. Data historis penggunaan beban listrik jangka pendek dihitung dimensinya menggunakan metode fraktal untuk diambil ekstrasi cirinya yang selanjutnya nilai fraktal tersebut sebagai data historis terbaru untuk perhitungan prediksi beban listrik jangka pendek menggunakan *Support Vector Regression* (SVR).

II. KAJIAN TEORI

A. Fraktal

Fraktal merupakan sebuah ilmu matematika yang mempelajari mengenai bentuk atau geometris yang didalamnya menunjukkan proses pengulangan terus menerus tanpa batas. Geometri yang diulang tersebut memiliki kemiripan bentuk satu sama lain (*self-similarity*) dan pada penyusunan pelipat gandaanya tersebut tidak terikat pada suatu aturan orientasi, bahkan cenderung meliuk liuk dengan ukuran yang beragam mulai dari kecil hingga besar [1].

Fraktal dapat dibedakan menurut kemiripannya. Ada tiga jenis *self-similarity* yang ditemukan dalam fraktal:

1. *Self-similarity* yang tepat adalah tipe terkuat dari *self-similarity*; fraktal muncul identik di tempat yang berbeda timbangan. Fraktal sering ditentukan oleh sistem fungsi iterasi menampilkan *self-similarity* yang tepat.
2. *Quasi-self-similarity* ini adalah bentuk lepas dari *self-similarity*, fraktal muncul kira-kira (tetapi tidak persis) identik pada skala yang berbeda.

3. *Statistical self-similarity* merupakan tipe *self-similarity* paling lemah. Fraktal memiliki numerik atau statistik langkah-langkah yang lintas skala [10].

B. Prediksi Jangka Pendek

Prediksi Jangka Pendek merupakan sebuah peramalan beban listrik yang akan dikeluarkan oleh penyedia listrik di Indonesia yaitu Perusahaan Listrik Negara (PLN) dalam jangka waktu 30 menit selama 1 hari atau 24 jam. Peramalan atau biasa disebut prediksi merupakan sebuah ilmu untuk memprediksi kejadian di masa yang akan datang. Peramalan dapat dilakukan dengan melibatkan data masa lalu (historis) lalu diorientasikan ke perhitungan masa depan dengan suatu bentuk model yang matematis salah satunya dengan regresi [2].

C. Regresi

Regresi yaitu salah satu teknik untuk membangun persamaan dan menggunakan persamaan itu untuk membuat sebuah perkiraan (*prediction*). Dengan begitu analisis regresi biasa disebut sebagai suatu analisis prediksi. Karena regresi merupakan prediksi, maka nilai yang didapatkan hasilnya tidak selalu sama dengan hasil aslinya. Tetapi apabila nilai perbedaan antara hasil prediksi dengan aslinya semakin kecil maka semakin tepat persamaan regresi yang didapatkan tersebut (Suliyanto, 2005) [3].

D. Support Vector Regression (SVR)

Support Vector Machine ditemui oleh Vladimir N. Vapnik dan Alexey. Pada tahun 1963 merupakan sebuah biner untuk pengklasifikasi data linier. Kemudian di tahun 1992 Vapnik dan rekannya mengusulkan sebuah versi untuk non-linier dari SVM (*Support Vector Machine*) dengan menggunakan trik kernel yaitu SVR (*Support Vector Regression*) [9].

Algoritme SVR merupakan teori hasil pengembangan dari SVM (*Support Vector Machine*) yang sebelumnya focus hanya untuk masalah klasifikasi. SVR ini merupakan penerapan dari algoritma SVM dalam masalah regresi. Pada algoritma SVM merupakan menerapkan dari model *machine learning* yang focus untuk masalah klasifikasi dengan hasil akhir bilangan bulat, sedangkan algoritma SVR merupakan pengembangan dari SVM yang focus pada masalah regresi dengan hasil akhir bilangan riil (Furi, Jordi, & Saepudin, 2015) [4].

Dalam algoritma *Support Vector Regression* (SVR) memiliki beberapa parameter yang berfungsi untuk hasil akhir model yang lebih sesuai, terdapat beberapa parameter yang mendukung yaitu ada C, epsilon (ϵ), dan parameter kernel. Parameter kernel berfungsi untuk mentransformasikan data pada *input space* yang *non-linear* ke dalam ruang fitur yang dimensinya lebih tinggi (*feature space*), yang bertujuan agar menemukan *hyperplane* yang optimal dan sesuai. [7]. Terdapat beberapa jenis parameter kernel seperti dibawah ini [8] :

1. Linear : $K(x, z) = x \cdot y$, dimana x dan z merupakan pola data
2. Polynomial : $K(x, z) = (\gamma(x \cdot z) + c_0)^d$, dimana γ adalah parameter kemiringan, c_0 adalah *trade off* antara suku mayor dan suku minor dari polinom yang dihasilkan, d merupakan derajat polinom, dan x, y adalah pola data

3. *Radian Basis Function* (RBF) : $K(x, z) = \exp(-\gamma|x - z|^2)$, dimana γ mengontrol sebaran fungsi basis radial, dan x, z : pola data

4. Sigmoid : $K(x, z) = \tanh(\gamma(x \cdot z) + c_0)$, dimana γ mengontrol sebaran radian basis function, dan x, z : adalah pola data.

E. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

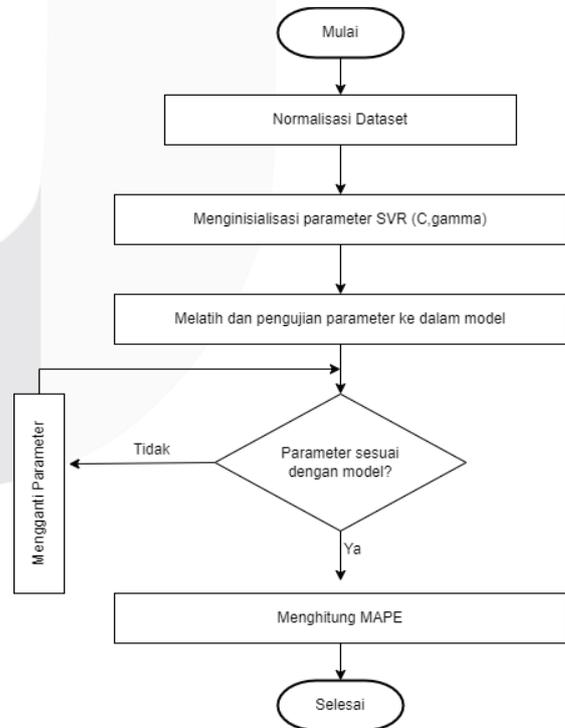
Mean Absolute Percentage Error (MAPE) yaitu indikator yang digunakan untuk sebuah akurasi. Indeks ini menunjukkan rata-rata kesalahan *persentase absolut error*. Semakin rendah MAPE yang didapatkan maka semakin tinggi tingkat akurasi yang didapatkan[6].

$$MAPE = \frac{1}{m_k} \sum_{k=1}^m \left| \frac{t_k - y_k}{t_k} \right| \times 100 \dots (2)$$

III. METODE

Pada tahap ini mendeskripsikan langkah atau tahapan yang akan dilakukan pada algoritma *Support Vector Regression* (SVR) untuk memprediksi beban listrik dalam jangka pendek. Dataset yang digunakan merupakan data historis penggunaan listrik yang didapatkan dari PT. PLN (Perusahaan Listrik Negara) dalam jangka pendek yaitu per 30 menit dalam 24 jam. Dataset tersebut dibedakan menjadi 2 macam jenis dataset, yang pertama dataset original tanpa ada perhitungan apapun, sedangkan dataset yang kedua merupakan dataset yang sudah dihitung dan diambil ekstrasi cirinya menggunakan *higuchi fractal dimension*.

A. Flowchart Sistem



GAMBAR 1
Flowchart SVR

Dalam melakukan prediksi penulis menggunakan pemrograman bahasa *python* dan menggunakan *jupyter notebook* sebagai *tools* untuk melakukan prediksi dengan

algoritma *Support Vector Regression* (SVR). Tahapan dalam melakukan prediksi menggunakan algoritma *Support Vector Regression* (SVR) adalah sebagai berikut :

1. Data sudah dibedakan menjadi 2 jenis dataset, dataset tanpa fraktal dan dataset yang sudah dihitung menggunakan fraktal.
2. Untuk percobaan pertama melakukan prediksi menggunakan dataset tanpa perhitungan fraktal, dataset tersebut akan dilakukan normalisasi terlebih dahulu.
3. Setelah dilakukan normalisasi tahap selanjutnya adalah menginisialisasikan parameter *cost* dan *gamma*
4. Melakukan *trial* dan *error* untuk mendapatkan parameter *cost*, *gamma* dan parameter kernel yang paling sesuai dengan model. Parameter *cost* bertujuan untuk mengontrol kesalahan dalam margin model, parameter kernel yang digunakan adalah kernel RBF (*Radial Basis Function*), sedangkan untuk parameter *gamma* digunakan untuk fungsi kernel *non-linear* seperti kernel RBF ini.
5. Apabila parameter *cost* dan *gamma* belum sesuai dilakukan *trial* dan *error* hingga mendapatkan hasil yang terbaik, tetapi jika sudah mendapatkan parameter *cost* dan *gamma* yang sesuai maka akan di lanjutkan ke dalam proses yang selanjutnya.
6. Setelah mendapatkan parameter *cost* dan *gamma* selanjutnya akan menghasilkan model grafik dan menghitung *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).
7. Untuk percobaan kedua dataset dilakukan menggunakan perhitungan fractal yang selanjutnya dilakukan proses yang sama seperti yang ada di atas.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

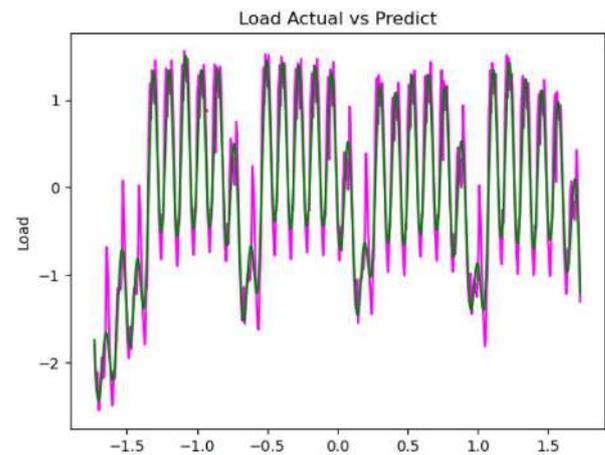
A. Prediksi Beban Listrik Jangka Pendek Tanpa Fraktal

Perhitungan prediksi beban listrik jangka pendek ini menggunakan dataset original tanpa adanya penambahan perhitungan dimensi fractal menggunakan *higuchi fractal dimension*. Setelah dilakukan normalisasi dengan bantuan *Support Vector Regression* (SVR) untuk melakukan prediksi dan dicari nilai parameter terbaik untuk model yang akan dibuat dan didapatkan parameter dengan nilai parameter *cost* =100 dan *gamma*=100 dengan parameter kernel yang digunakan adalah kernel RBF (*Radial Basis Function*). Dibawah ini merupakan gambar grafik hasil perbandingan data actual dengan hasil prediksi beban listrik dan juga nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) yang didapatkan yaitu sebesar 2,85%.

```
# Building SVR model with best parameters
regressor = SVR(kernel='rbf', C=100, gamma=100)
regressor.fit(X, Y)
```

GAMBAR 2
Parameter SVR

Nilai *cost* dan *gamma* diperlukan dalam pembentukan persamaan SVR dengan cara *trial and error* untuk menghasilkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) terbaik [5]. Nilai *cost* dan *gamma* yang digunakan adalah *cost* =100 dan nilai *gamma* =100, dengan parameter kernel yang digunakan adalah kernel RBF (*Radial Basis Function*),



GAMBAR 3
Load actual vs predict

Pada grafik diatas menunjukkan perbandingan grafik garis antara data actual dengan hasil prediksi menggunakan dataset yang ada. Garis berwarna hijau merupakan hasil grafik prediksi beban listrik jangka pendek per 30 menit, sedangkan garis magenta merupakan grafik beban listrik data actual.

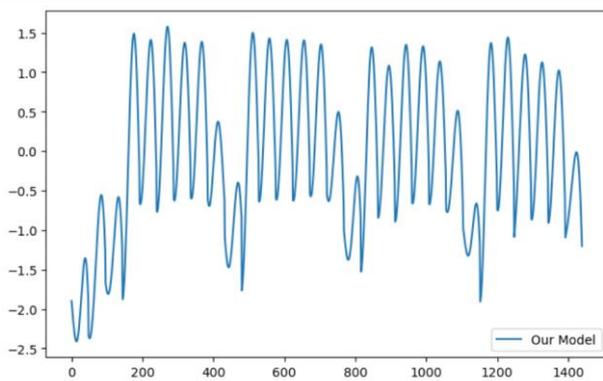
```
# Calculate the MAPE
mape = mean_absolute_percentage_error(Y_actual.reshape(-1), Y_pred.reshape(-1)) * 100
print("MAPE: {:.2f}%".format(mape))
MAPE: 2.85%
```

GAMBAR 4
MAPE tanpa 3ractal

Dari gambar diatas didapatkan MAPE (Mean Absolut Percentage Error) sebesar 2,85% dengan parameter-parameter yang sudah ditentukan sebelumnya.

B. Prediksi Beban Listrik Jangka Pendek Menggunakan Fraktal

Pada bagian ini, prediksi dilakukan menggunakan data historis yang sudah diambil extrasi cirinya dan dihitung menggunakan *higuchi fractal dimension*, data tersebut kemudian dinormalisasi menggunakan *Support Vector Regression* (SVR) dan menggunakan parameter yang sama dengan percobaan sebelumnya yaitu nilai parameter *cost* sebesar 100 dan nilai parameter *Gamma* sebesar 100 dengan parameter kernel yang digunakan yaitu kernel RBF (*Radial Basis Function*), didapatkan hasil *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang lebih rendah dibandingkan dengan dataset tanpa fractal. Pada gambar dibawah ini merupakan model dari grafik dataset yang telah dihitung menggunakan metode fraktal dan nilai MAPE yang didapatkan setelah menggunakan perhitungan metode fraktal.



GAMBAR 5
Grafik model fraktal

Gambar diatas merupakan model grafik dengan dataset yang sudah dicari ekstrasi cirinya menggunakan *higuchi fractal dimension*.

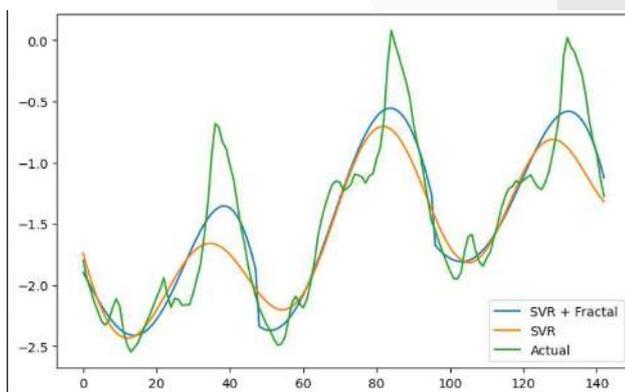
```
# Calculate the MAPE
mape = mean_absolute_percentage_error(Y_f_actual.reshape(-1), Y_f_pred.reshape(-1)) * 100
print("MAPE: {:.2f}%".format(mape))
MAPE: 2.32%
```

GAMBAR 6
MAPE dengan fraktal

Dengan menggunakan parameter yang sama dengan melakukan proses *trial* dan *error*, pada percobaan ini digunakan parameter nilai *cost* sebesar 100 dan *gamma* 100. Didapatkan hasil MAPE untuk percobaan prediksi beban listrik menggunakan fractal hasilnya lebih rendah dibandingkan dengan percobaan tanpa menggunakan fractal yaitu sebesar 2,32%.

C. Perbandingan Hasil

Dari kedua hasil diatas dapat dibandingkan bahwa hasil MAPE (*Mean Absolut Percentage Error*) dan grafik dari kedua dataset cukup berbeda. Berikut merupakan perbandingan grafik antara SVR+ dataset perhitungan fraktal dengan SVR menggunakan dataset original dan juga data aktualnya. Dapat dilihat bahwa grafik SVR + dataset fraktal hasilnya lebih mendekati dengan grafik aktual. Hal ini dipengaruhi oleh dataset yang sudah dihitung menggunakan fraktal dan nilai MAPE (*Mean Absolut Percentage Error*) SVR + fraktal yang didapatkan lebih rendah dibandingkan dengan dataset original hanya menggunakan SVR (*Support Vector Regression*).



GAMBAR 7
Perbandingan grafik

TABEL 1
Perbandingan MAPE

	FITUR	MAPE
SVR	ORIGINAL	2,85%
	ORIGINAL + FRAKTAL	2,32%

Dari data table tersebut bisa kita lihat bahwa hasil prediksi beban listrik jangka pendek menggunakan fraktal mendapatkan nilai MAPE lebih rendah dibandingkan tanpa fractal. Fraktal cukup berpengaruh terhadap perhitungan prediksi beban listrik jangka pendek menggunakan *Support Vector Regression* (SVR).

V. KESIMPULAN

Support Vector Regression (SVR) merupakan salah satu regresi yang cocok untuk melakukan sebuah prediksi dalam data historis. Pada penelitian ini didapatkan hasil perhitungan beban listrik jangka pendek per 30 menit dalam kurun waktu 24 jam. Prediksi ini melakukan *trial* dan *error* untuk mendapatkan parameter yang terbaik untuk hasil MAPE yang didapatkan rendah dan agar akurasi yang didapatkan tinggi, didapatkan nilai *cost* sebesar 100 dan *gamma* sebesar 100 dan juga parameter kernel yang digunakan menggunakan kernel RBF (*Radial Basis Function*) untuk mendapatkan hasil prediksi yang baik. Percobaan pertama dilakukan prediksi jangka pendek tanpa menggunakan perhitungan metode fractal didapatkan hasil MAPE sebesar 2,85% sedangkan percobaan kedua dilakukan prediksi jangka pendek menggunakan dataset yang sudah dihitung dan diambil ekstrasi ciri menggunakan *higuchi fractal dimension* didapatkan hasil MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) yang lebih kecil yaitu sebesar 2,32%. Dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan fractal untuk melakukan prediksi berpengaruh terhadap hasil prediksi dan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) yang di dapatkan selai itu pemilihan parameter juga berpengaruh terhadap grafik dan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) yang didapatkan.

REFERENSI

[1] Stenly Hasang, Surijadi Supardjo. “Geometri Fraktal Dalam Rancangan Arsitektur”. Media Matrasain, vol. 9, no. 1, Mei. 2012.

[2] Noval Dini Maulana, Budi Darma Setaiwan, candra Dewi. “Implementasi Metode *Support Vector Regression* (SVR) Dalam Peramalan Penjualan Roti (Studi Kasus: Harum Bakery). Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, vol. 3, no. 9, Maret. 2019.

[3] M. Syafruddin, Lukmanul Hakim, Dikpride Despa. “Metode Regresi Linier untuk Prediksi Kebutuhan Energi Listrik Jangka Panjang (Studi Kasus Provinsi Lampung) “. Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, vol. 2, no. 2, 2014.

[4] Noval Dini Maulana, Budi Darma Setaiwan, Candra Dewi. “Implementasi Metode *Support Vector Regression* (SVR) Dalam Peramalan Penjualan Roti (Studi Kasus: Harum Bakery)”. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, vol. 3, no. 9, 2019.

[5] Risky Amanda, Hasbi Yasin, Alan Prahutama. “Analisis Support Vector Regression (SVR) Dalam Memprediksi Kurs Rupiah Terhadap Dollar Amerika Serikat”. Jurnal Gaussian, vol. 3, no. 4, 2014.

[6] Eliana Vias, Hector Allende-Cid, Rodrigo Salas. "A Systematic Review of Statistical and Machine Learning Methods for Electrical Power Forecasting with Reported MAPE Score". Entropy, 2020.

[7] Rokhmad Eko Cahyono, Judi Prajetno Sugiono, Suhataji Tjandra. " Analisis Kinerja Metode *Support Vector Regression* (SVR) dalam memprediksi Indeks Harga Konsumen". Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia, vol. 1, no. 2, 2019.

[8] Cuauhtémoc López-Martín, Shadi Banitaan , Andrés García-Floriano, Cornelio Yáñez-Márquez. " *Support Vector*

Regression for Predicting the Enhancement Duration of Software Projects ".IEEE International Conference on Machine Learning and Applications, 2017.

[9] Gaurav Gupta, Neeru Rathee. " *Performance Comparison of Support Vector Regression and Relevance Vector Regression for Facial Expression Recognition* " . International Conference on Soft Computing Techniques and Implementations (ICSCTI), 2015.

[10]. Jiang-dong CAI, Qing YOU. " *Fractal Theory and its Application in Studying the Feature of Landforms* ". IEEE International Workshop on Chaos-Fractal Theory and Applications , 2010.

