

## Seleksi Atribut dan Optimasi Parameter Algoritma Regresi Linier Pada Dataset Software Effort Estimation

Wahyutama Fitri Hidayat<sup>1</sup>, Ahmad Setiadi<sup>2</sup>, Yesni Malau<sup>3</sup>, Muhammad Fahmi Julianto<sup>4</sup>

STMIK Nusa Mandiri<sup>1</sup>, Universitas Bina Sarana Informatika<sup>2,3,4</sup>

14002376@nusamandiri.ac.id<sup>1</sup>, ahmad.ams@bsi.ac.id<sup>2</sup>, yesni.ymu@bsi.ac.id<sup>3</sup>, fahmi.fjl@bsi.ac.id<sup>4</sup>

**Abstrak** - *Software Effort Estimation* merupakan proses estimasi perangkat lunak sebagai suatu proses yang penting dalam proyek perangkat lunak. Berbagai penelitian yang sudah dilaksanakan sudah melakukan estimasi perangkat lunak dengan berbagai metode, baik metode *machine learning* maupun non *machine learning*. Penelitian ini dengan menggunakan data set eksperimen seleksi atribut forward selection dan optimasi *Particle Swarm Optimization* pada parameter proyek menggunakan teknik regresi linier sebagai estimasinya. Dataset *software estimation effort* yang digunakan dalam penelitian ini adalah yakni Albrech, Kamrer, Desharnais, Maxwell, Kitchenham CSC, Cocomo NASA v1, Cocomo NASA v2. Setelah itu peneliti melakukan seleksi atribut dan optimasi digunakan sebagai seleksi parameter proyek, hasil seleksi yang akan dibandingkan pada saat melakukan *Software Effort Estimation* menggunakan aplikasi Rapid Minner. Namun terdapat dua dataset yaitu Maxwell dan Cocomo Nasa V2 baik nilai RMSE maupun nilai AE tidak mengalami penurunan, sedangkan pada dataset Albrech dan China untuk nilai AE juga tidak mengalami penurunan, Estimasi untuk dataset lainnya semakin baik setelah dilakukan seleksi fitur forward selection dan optimalisasi *Particle Swarm Optimization*. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin rendah nilai *error AE* dan *RMSE* maka semakin tepat nilai estimasi yang dihasilkan. Berdasarkan nilai *RMSE* dan *AE* yang dihasilkan maka dapat disimpulkan bahwa dataset yang dihasilkan seleksi atribut *forward selection* dan optimalisasi *Particle Swarm Optimization* menggunakan algoritma linier regresi dataset Albrecht menunjukkan hasil lebih baik dibanding dataset lainnya.

**Kata Kunci** : *Software Effort Estimation, Regresi Linier, Forward Selection, Particle Swarm Optimization.*

**Abstract** - *Effort Estimation Software* is a software estimation process as an important process in a software project. Various studies that have been carried out have carried out estimation software with various methods, both machine learning and non-machine learning methods. This study uses experimental data set forward selection attribute selection and optimization of Particle Swarm Optimization on project parameters using linear regression techniques as an estimate. The estimation effort dataset used in this study is namely Albrech, Kamrer, Desharnais, Maxwell, Kitchenham CSC, Cocomo NASA v1, Cocomo NASA v2. After that, the researcher selects the attributes and the optimization is used as a selection of project parameters, the selection results will be compared when doing the Effort Estimation Software using the Rapid Minner application. However, there are two datasets, namely Maxwell and Cocomo Nasa V2, both the RMSE value and the AE value have not decreased, while the Albrech and Chinese datasets for the AE values have also not decreased, the estimates for other datasets are getting better after selecting the forward selection and optimization features. *Particle Swarm Optimization*. This shows that the lower the AE and RMSE error values, the more precise the estimated value is generated. Based on the resulting RMSE and AE values, it can be concluded that the resulting dataset is forward selection attribute selection and Particle Swarm Optimization optimization using a linear regression algorithm. the Albrecht dataset show results better than other datasets.

**Keywords:** *Effort Estimation Software, Linear Regression, Forward Selection, Particle Swarm Optimization.*

### I. PENDAHULUAN

*Software Effort Estimation* atau estimasi perangkat lunak merupakan proses pengembangan perangkat lunak yang memiliki peranan penting dalam menjaga proses pengembangan sehingga tetap dalam kontrol pengembang (Saptono & Anggrainingsih, 2017). Proyek perangkat lunak dengan estimasi yang akurat dapat terselesaikan dalam waktu dan anggaran yang sudah ditentukan. Terdapat bermacam teknik, model estimasi dan peralatan yang digunakan untuk estimasi perangkat lunak

(Fachruddin & Pratama, 2017). Proses dalam melakukan estimasi perangkat lunak dapat digunakan teknik *machine learning* sebagai kontrol atau secara signifikan mengurangi usaha yang berkaitan dengan dengan proses membangun perangkat lunak dan seleksi fitur yang bertujuan untuk menghilangkan fitur noise (Rasywir & Purwarianti, 2015).

Terdapat berbagai kendala yang ditemui saat melakukan estimasi perangkat lunak. Salah satu masalah tersebut adalah parameter proyek yang paling representative terhadap nilai effort

yang dihasilkan (Fachruddin & Pratama, 2017). Selain itu permasalahan yang sering ditemui adalah kriteria yang tidak cocok dan terkait dalam kasus overtimasi (Miyazaki et al., 1994). Penelitian Martin dan Cris mengatakan dapat digunakan pendekatan analogi dengan menggunakan prinsip yang mendasari yaitu dengan melakukan karakterisasi proyek dalam fitur, hal tersebut dapat dilakukan dengan mengumpulkan proyek yang sudah selesai kemudian ditemukan proyek yang paling mirip (Shepperd & Schofield, 1997). Beberapa penelitian sudah mulai menunjukkan bahwa tingkat akurasi estimasi perangkat lunak tergantung pada nilai parameter. Selain itu, ditunjukkan bahwa seleksi atribut memiliki pengaruh penting pada akurasi estimasi (Adhitya et al., 2015). Penelitian yang pernah dilakukan mengenai estimasi perangkat lunak dengan *machine learning* menunjukkan bahwa dengan teknik *machine learning* menjadi lebih jika dibandingkan pada *non-machine learning* (Albrecht & Gaffney, 1983). Selain itu, pada penelitian menunjukkan seleksi atribut menghasilkan pengaruh terhadap akurasi estimasi. *Particle Swarm Optimization* (PSO) adalah teknik komputerisasi yang mampu menghasilkan solusi yang dapat digunakan secara umum dan optimal dalam ruang pencarian berdasarkan cara interaksi individu dalam sebuah perkumpulan partikel (García Nieto et al., 2015). PSO sering kali diterapkan sebagai pemecahan masalah optimasi pada seleksi fitur (Zhao et al., 2015).

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, pada penelitian ini dilakukan pemilihan parameter proyek dari beberapa kumpulan dataset mengenai estimasi perangkat lunak yang tersedia dari berbagai sumber. Pemilihan parameter dilakukan sebagai upaya menemukan seberapa besar representatif nilai parameter terhadap proyek perangkat lunak. Selain itu juga dilakukan pemilihan atribut dan seleksi fitur menggunakan forward seleksi dan optimasi menggunakan *Particle Swarm Optimization* menggunakan aplikasi rapid miner.

Penelitian yang sudah dilakukan mengenai seleksi atribut dan estimasi perangkat lunak, penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Fachruddin, Yovi Pratama dimana penelitian melakukan optimasi algoritma dengan seleksi fitur information gain dan mutualgen dengan dataset albrech, china, kamerer, dan mizayaki94. Pada penelitian tersebut data fitur seleksi dari nilai error menghasilkan data set China menghasilkan nilai *error* paling kecil (Fachruddin & Pratama, 2017). Referensi lain penelitian yang sudah dilakukan mengenai prediksi menggunakan seleksi fitur forward selection menggunakan K-Nearest Neighbour

menggunakan dataset thorachick. Pada penelitian ini dibandingkan K-Nearest Neighbour tanpa fitur seleksi dan menggunakan fitur seleksi dengan forward seleksi dimana hasilnya fitur seleksi menghasilkan eror yang lebih kecil daripada tanpa fitur seleksi (Sanjaya & Fitriyani, 2019). Hasil penelitian berdasarkan hasil penelitian oleh Kurniawan dan Abror, fitur yang tidak relevan sangat mempengaruhi hasil terhadap estimasi, hasil dari komparasi menggunakan forward selection menunjukkan RMSE menjadi lebih rendah dataset Albrecht sebesar 5.953 menggunakan metode Median-WIG k-NN, pada dataset Miyazaki sebesar 55.421 dan Kemerer sebesar 123.081 menggunakan metode forward selection k-NN (Kurniawan & Abror, 2019). Penelitian yang dilakukan oleh pertiwi dan indrajit menggunakan regresi linier dengan rapid miner digunakan acuan klasifikasi nilai *RMSE* (Pertiwi & Indrajit, 2017). Penelitian terkait yang dilakukan oleh Andriani, mengenai Optimasi Regresi Linier menghasilkan data klasifikasi yang sudah dioptimalisasi memiliki akurasi yang lebih tinggi (Andriani, 2020). Penelitian lain menggunakan permodelan regresi linier menghasilkan nilai eror yang lebih rendah 0,5% dibandingkan dengan regresi yang belum dioptimalisasi (Fraticasari et al., 2018). Pada penelitian Setiawan, Fadhilah, Jumiati penelitian menghasilkan nilai *Root Mean Square Error* (*RMSE*) semakin kecil maka akan lebih baik tingkat akurasi prediksinya (Setiawan et al., 2019).

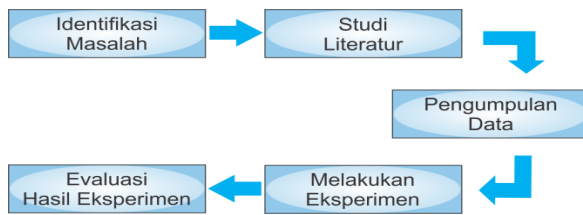
Berdasarkan penelitian terdahulu maka dalam penelitian ini dilakukan eksperimen seleksi atribut fitur seleksi menggunakan forward seleksi dan optimasi menggunakan *Particle Swarm Optimization* pada parameter proyek perangkat lunak menggunakan algoritma regresi linier sebagai estimasinya. Metode seleksi atribut dalam penelitian ini dilakukan seleksi dan membagi karakteristik parameter atau atribut yang potensial, representatif, prediktif dalam sebuah estimasi perangkat lunak. Hasil penelitian ini secara statistik dinilai dan dievaluasi dengan model evaluasi *mean absolute error* dan *root mean absolute error*.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini eksperimen, yaitu dengan melakukan percobaan setiap variabel yang digunakan dalam penelitian ini yang dikendalikan langsung oleh peneliti. Sedangkan untuk Algoritma yang digunakan adalah regresi linier dengan forward selection dan *Particle Swarm Optimization*.

### 1. Kerangka Penelitian

Kerangka pemikiran penelitian ini digunakan kerangka berfikir sebagai berikut:



Sumber : Hidayat (2021)

Gambar 1. Kerangka Penelitian

a. Identifikasi Masalah

Tahapan penelitian ini diawali dengan pengamatan awal sebagai identifikasi dan perumusan masalah yang sudah dilakukan sebelumnya mengenai *software effort estimation*. Masalah yang diamati yaitu mengenai bagaimana menemukan parameter proyek yang paling representatif pada *software effort estimation* dengan menggunakan algoritma linear regression.

b. Studi Literatur

Studi literatur digunakan untuk mempelajari dan memahami berbagai teori mengenai *software effort estimation*, regresi linier yang akan digunakan dalam penelitian.

c. Pengumpulan Data

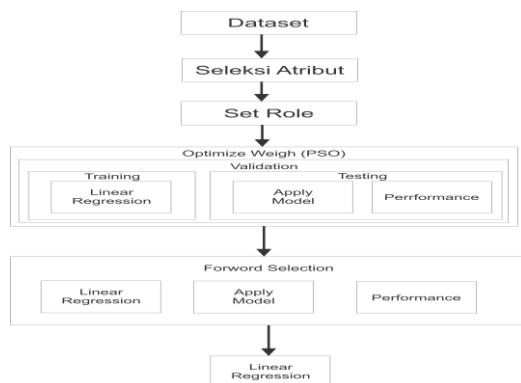
Kegiatan yang dilakukan pada tahapan ini merupakan pengumpulan dataset yang akan digunakan. Adapun dataset yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah :

Dataset	Jumlah Sampel	Jumlah Atribut
Albrech	24	8
Kamrer	15	8
Desharnais	81	12
Maxwell	62	27
Kitchenham CSC	145	11
Cocomo NASA v1	60	17
Cocomo NASA v2	93	24
China	499	19

Sumber : Hidayat (2021)

d. Melakukan Eksperimen

Tahapan ini dilakukan eksperimen terhadap algoritma regresi linier dan dengan melakukan fitur seleksi *forward selection* dan optimasi dengan *Particle Swarm Optimization* menggunakan aplikasi Rapid miner. Gambar 2 berikut merupakan alur eksperimen yang dilakukan dalam penelitian ini:



Sumber : Hidayat (2021)

Gambar 2. Proses Rapid Miner

e. Evaluasi Hasil

Tahapan ini dilakukan evaluasi terhadap dataset menggunakan perbandingan hasil AE dan RMSE antara algoritma yang sudah dioptimalisasi.

2. Bahan Penelitian

- a. Kerangka Pemikiran dan Alur Eksperimen
- b. Dataset, Albrech, Kamrer, Desharnais, Miyazaki, Maxwell, Kitchenham CSC, Cocomo Nasa v1, Cocomo Nasa v2, China
- c. Algoritma Regresi Linier
- d. Algoritma Optimasi Regresi Linier dengan *Particle Swarm Optimization*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini disampaikan mengenai pembahasan penelitian yang sedang dilakukan, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Analisa Hasil Dataset Tanpa Optimalisasi

Pada tahapan ini dilakukan pengujian terhadap dataset yang digunakan dengan menggunakan algoritma regresi linier tanpa dilakukan optimalisasi sehingga hasilnya sebagai berikut:

Tabel. 2

Hasil Estimasi Tanpa Seleksi Atribut dan Optimalisasi

Dataset	RMSE	AE	RE	RRSE	Corelation
Kemrer	117.892	83.947	72.71%	0.464	0.886
Maxwell	3594.036	2480.711	59.41%	0.345	0.939
Desharnais	2351.205	1754.752	49.90%	0.535	0.845
Kitchenham	1696.229	1045.482	94.11%	0.185	0.983
Albrecht	6.682	5.329	118.59%	0.240	0.971
China	623.759	303.857	20.09%	0.097	0.995
Cocomonasa2	648.999	332.450	183.69%	0.547	0.819
Cocomonasa1	84.056	56.222	5,483.47%	0.545	0.838

Sumber : Hidayat (2021)

2. Analisa Hasil Dengan Seleksi Atribut dan Optimalisasi

Pada tahapan ini dilakukan pengujian terhadap dataset yang digunakan dengan menggunakan algoritma regresi linier dengan dilakukan seleksi atribut dan optimalisasi sehingga hasilnya sebagai berikut:

Tabel. 3

Hasil Estimasi Dengan Seleksi Atribut dan Optimalisasi

Dataset	RMSE	AE	RE	RRSE	Corelation
Kemrer	48.270	42.634	71.26%	0.472	0.983
Maxwell	3721.805	2943.170	82.19%	0.727	0.733
Desharnais	1905.372	1370.735	61.30%	0.504	0.902
Kitchenham	728.242	617.097	65.17%	0.560	0.829
Albrecht	6.294	5.687	332.66%	0.179	0.968
China	509.956	304.586	15.88%	0.125	0.985
Cocomonasa2	29.186	22.641	1,244.06%	5.511	0.667
Cocomonasa1	368.824	286.802	208.49%	0.835	0.691

Sumber : Hidayat (2021)

IV. KESIMPULAN

Eksperimen yang dilakukan mengenai seleksi fitur dan optimalisasi menggunakan *Particle Swarm Optimization* dapat menurunkan nilai error estimasi yang ditunjukkan oleh nilai AE dan RMSE. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin rendah nilai error AE dan RMSE maka

semakin akurat nilai estimasi yang dihasilkan. Namun terdapat dua dataset yaitu Maxwell dan Cocomo Nasa V2 baik nilai RMSE maupun nilai AE tidak mengalami penurunan, sedangkan pada dataset Albrecht dan China untuk nilai AE juga tidak mengalami penurunan, Estimasi untuk dataset lainnya semakin baik setelah dilakukan seleksi fitur forward selection dan optimalisasi *Particle Swarm Optimization* regresi linier. Dari nilai error yang dihasilkan maka dapat disimpulkan bahwa dataset yang dihasilkan seleksi fitur dan optimalisasi *Particle Swarm Optimization* dengan metode linier regresi lebih baik dibandingkan dengan tidak dilakukan seleksi atribut optimalisasi. Dataset terbaik dalam melakukan estimasi proyek perangkat lunak berdasarkan nilai RMSE dan AE adalah dataset Albrecht. Artinya pemilihan parameter proyek dalam dataset Albrecht sangat cocok di hitung untuk melakukan estimasi (*Software Estimation*).

Penelitian ini dapat dilakukan pengembangannya untuk di estimasi menggunakan teknik pembelajaran mesin lainnya selain Regresi linier Dalam melakukan estimasi perangkat lunak dapat digunakan model yang sudah dibuat dalam penelitian ini, yakni menggunakan contoh-contoh parameter yang telah diseleksi fitur dan optimalisasi menggunakan *Particle Swarm Optimization* terbukti menghasilkan nilai yang baik.

## V. REFERENSI

- Adhitya, E. K., Satria, R., & Subagyo, H. (2015). Komparasi Metode Machine Learning dan Metode Non Machine Learning untuk Estimasi Usaha Perangkat Lunak. *IlmuKomputer.Com Journal of Software Engineering*, 1(2), 109–113.
- Albrecht, A. J., & Gaffney, J. E. (1983). Software Function, Source Lines of Code, and Development Effort Prediction: A Software Science Validation. *IEEE Transactions on Software Engineering*, SE-9(6), 639–648. <https://doi.org/10.1109/TSE.1983.235271>
- Andriani, A. (2020). *Optimasi Data dengan Regresi Linier pada Klasifikasi Potensi Kenaikan CFR Demam Berdarah*. 12(4), 1–7.
- Fachruddin, F., & Pratama, Y. (2017). Eksperimen Seleksi Fitur Pada Parameter Proyek Untuk Software Effort Estimation dengan K-Nearest Neighbor. *JURNAL INFORMATIKA : Jurnal Pengembangan IT*, 2(2), 53–62. <http://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/informatika/article/view/510>
- Fricasari, S. Y., Ratnawati, D. E., & Wihandika, R. C. (2018). Optimasi Pemodelan Regresi Linier Berganda Pada Prediksi Jumlah Kecelakaan Sepeda Motor Dengan Algoritme Genetika. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (JPTIIK) Universitas Brawijaya*, 2(5), 1932–1939. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- García Nieto, P. J., García-Gonzalo, E., Sánchez Lasheras, F., & de Cos Juez, F. J. (2015). Hybrid PSO–SVM-based method for forecasting of the remaining useful life for aircraft engines and evaluation of its reliability. *Reliability Engineering & System Safety*, 138, 219–231. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2015.02.001>
- Kurniawan, I., & Abror, A. F. (2019). *Komparasi Metodi Kombinasi Seleksi Fitur Dan Machine Learning K-Nearest Neighbor Pada Dataset Label Hours Software Effort Estimation*.
- Miyazaki, Y., Terakado, M., Ozaki, K., & Nozaki, H. (1994). Robust regression for developing software estimation models. *The Journal of Systems and Software*, 27(1), 3–16. [https://doi.org/10.1016/0164-1212\(94\)90110-4](https://doi.org/10.1016/0164-1212(94)90110-4)
- Pertiwi, M. W., & Indrajit, R. E. (2017). Metode Regresi Linier Untuk Prediksi Pengadaan Inventaris Barang. *Simposium Nasional Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi (SIMNASIPTEK)*, 27–30.
- Rasywir, E., & Purwarianti, A. (2015). Eksperimen pada Sistem Klasifikasi Berita Hoax Berbahasa Indonesia Berbasis Pembelajaran Mesin. *Jurnal Cybermatika*, 3(2), 1–8. <https://www.mendeley.com/import/>
- Sanjaya, R., & Fitriyani, F. (2019). Prediksi Bedah Toraks Menggunakan Seleksi Fitur Forward Selection dan K-Nearest Neighbor. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 5(3), 316. <https://doi.org/10.26418/jp.v5i3.35324>
- Saptono, R., & Anggrainingsih, R. (2017). Development of Software Size Estimation Application using Function Point Analysis (FPA) Approach with Rapid Application Development (RAD). *ITSMART: Jurnal Teknologi Dan Informasi*, 5(2), 96–103. <https://jurnal.uns.ac.id/itsmart/article/view/1988>
- Setiawan, T. A., Fadhilah, N., & Jumiati, E. (2019). Penerapan Metode Linier Regresi Untuk Prediksi Nilai Aset Pemerinatah Kota Pekalongan. *IC Tech*, XIV(2), 50–53.
- Shepperd, M., & Schofield, C. (1997). Estimating software project effort using analogies. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 23(11), 736–743.

- <https://doi.org/10.1109/32.637387>  
 Zhao, F., Liu, Y., Zhang, C., & Wang, J. (2015). A self-adaptive harmony PSO search algorithm and its performance analysis. *Expert Systems with Applications*, 42(21), 7436–7455.
- <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.05.035>  
 Adhitya, E. K., Satria, R., & Subagyo, H. (2015). Komparasi Metode Machine Learning dan Metode Non Machine Learning untuk Estimasi Usaha Perangkat Lunak. *IlmuKomputer.Com Journal of Software Engineering*, 1(2), 109–113.
- Albrecht, A. J., & Gaffney, J. E. (1983). Software Function, Source Lines of Code, and Development Effort Prediction: A Software Science Validation. *IEEE Transactions on Software Engineering*, SE-9(6), 639–648. <https://doi.org/10.1109/TSE.1983.235271>
- Andriani, A. (2020). *Optimasi Data dengan Regresi Linier pada Klasifikasi Potensi Kenaikan CFR Demam Berdarah*. 12(4), 1–7.
- Fachrudin, F., & Pratama, Y. (2017). Eksperimen Seleksi Fitur Pada Parameter Proyek Untuk Software Effort Estimation dengan K-Nearest Neighbor. *JURNAL INFORMATIKA : Jurnal Pengembangan IT*, 2(2), 53–62. <http://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/informatika/article/view/510>
- Fraticasari, S. Y., Ratnawati, D. E., & Wihandika, R. C. (2018). Optimasi Pemodelan Regresi Linier Berganda Pada Prediksi Jumlah Kecelakaan Sepeda Motor Dengan Algoritme Genetika. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (JPTIIK) Universitas Brawijaya*, 2(5), 1932–1939. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- García Nieto, P. J., García-Gonzalo, E., Sánchez Lasheras, F., & de Cos Juez, F. J. (2015). Hybrid PSO–SVM-based method for forecasting of the remaining useful life for aircraft engines and evaluation of its reliability. *Reliability Engineering & System Safety*, 138, 219–231. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2015.02.001>
- Kurniawan, I., & Abror, A. F. (2019). *Komparasi Metodi Kombinasi Seleksi Fitur Dan Machine Learning K-Nearest Neighbor Pada Dataset Label Hours Software Effort Estimation*.
- Miyazaki, Y., Terakado, M., Ozaki, K., & Nozaki, H. (1994). Robust regression for developing software estimation models. *The Journal of Systems and Software*, 27(1), 3–16. [https://doi.org/10.1016/0164-1212\(94\)90110-4](https://doi.org/10.1016/0164-1212(94)90110-4)
- Pertiwi, M. W., & Indrajit, R. E. (2017). Metode Regresi Linier Untuk Prediksi Pengadaan Inventaris Barang. *Simposium Nasional Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi (SIMNASIPTEK)*, 27–30.
- Rasywir, E., & Purwarianti, A. (2015). Eksperimen pada Sistem Klasifikasi Berita Hoax Berbahasa Indonesia Berbasis Pembelajaran Mesin. *Jurnal Cybermatika*, 3(2), 1–8. <https://www.mendeley.com/import/>
- Sanjaya, R., & Fitriyani, F. (2019). Prediksi Bedah Toraks Menggunakan Seleksi Fitur Forward Selection dan K-Nearest Neighbor. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 5(3), 316. <https://doi.org/10.26418/jp.v5i3.35324>
- Saptono, R., & Anggrainingsih, R. (2017). Development of Software Size Estimation Application using Function Point Analysis (FPA) Approach with Rapid Application Development (RAD). *ITSMART: Jurnal Teknologi Dan Informasi*, 5(2), 96–103. <https://jurnal.uns.ac.id/itsmart/article/view/1988>
- Setiawan, T. A., Fadhilah, N., & Jumiaty, E. (2019). Penerapan Metode Linier Regresi Untuk Prediksi Nilai Aset Pemerinatah Kota Pekalongan. *IC Tech, XIV*(2), 50–53.
- Shepperd, M., & Schofield, C. (1997). Estimating software project effort using analogies. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 23(11), 736–743. <https://doi.org/10.1109/32.637387>
- Zhao, F., Liu, Y., Zhang, C., & Wang, J. (2015). A self-adaptive harmony PSO search algorithm and its performance analysis. *Expert Systems with Applications*, 42(21), 7436–7455. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.05.035>