

**PREDIKSI INTENSITAS RADIASI MATAHARI KOTA MALANG  
DENGAN JARINGAN SARAF TIRUAN PROPAGASI BALIK**

**SKRIPSI**

**TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK ENERGI ELEKTRIK**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**HENDRA SUMITRO SINURAT**

**NIM. 135060300111056**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG**

2019



## LEMBAR PENGESAHAN

### PREDIKSI INTENSITAS RADIASI MATAHARI KOTA MALANG DENGAN JARINGAN SARAF TIRUAN PROPAGASI BALIK

### SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK ENERGI ELEKTRIK

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik

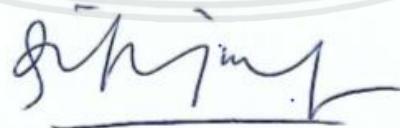


HENDRA SUMITRO SINURAT

NIM. 135060300111056

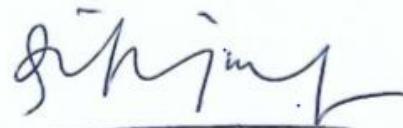
Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing  
pada tanggal 26 Juli 2019

Dosen Pembimbing I

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Hadi Suyono".

Ir. Hadi Suyono, ST., MT., Ph.D., IPM  
NIP. 19730520 200801 1 013

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Hadi Suyono".

Ir. Hadi Suyono, ST., MT., Ph.D., IPM  
NIP. 19730520 200801 1 013



JUDUL SKRIPSI:

PREDIKSI INTENSITAS RADIASI MATAHARI KOTA MALANG DENGAN JARINGAN SARAF TIRUAN PROPAGASI BALIK

Nama Mahasiswa : HENDRA SUMITRO SINURAT

NIM : 135060300111056

Program Studi : TEKNIK ELEKTRO

Konsentrasi : TEKNIK ENERGI ELEKTRIK

Komisi Pembimbing :

Ketua : Ir. Hadi Suyono, ST., MT., Ph.D., IPM

Anggota : -

Tim Dosen Penguji :

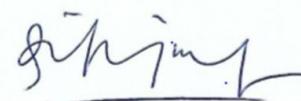
Dosen Penguji 1 : Ir. Hery Purnomo, M.T.

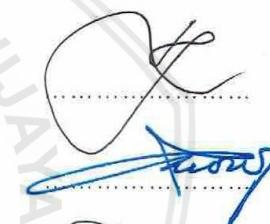
Dosen Penguji 2 : Drs. Ir. Moch. Dhofir, M.T.

Dosen Penguji 3 : Muhammad Aziz Muslim, S.T., M.T., Ph.D.

Tanggal Ujian : 11 Juli 2019

SK Penguji : 1434/UN10.F07/SK/2019







### **PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 26 Juli 2019

Mahasiswa,



**HENDRA SUMITRO SINURAT**  
**NIM. 135060300111056**





*Teriring Ucapan Terima Kasih kepada:  
Ayahanda Daniel Sinurat dan Ibunda Lesteria Sijabat*



## RINGKASAN

**HENDRA SUMITRO SINURAT**, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2019, *Prediksi Intensitas Radiasi Matahari Kota Malang dengan Jaringan Saraf Tiruan Propagasi Balik*. Dosen Pembimbing: Ir. Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D., IPM.

Potensi energi surya sangat besar. Untuk pemanfaatan energi ini, dibutuhkan data yang dapat menggambarkan ketersediaan energi matahari yang dapat dimanfaatkan. Informasi ketersediaan energi matahari akan digunakan untuk prediksi intensitas radiasi matahari, sehingga penggunaan energi matahari dapat optimal. Pada penelitian ini dilakukan peramalan intensitas radiasi matahari. Data yang digunakan untuk memprediksi intensitas radiasi matahari adalah suhu udara, lama penyinaran matahari, dan curah hujan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu jaringan saraf tiruan (JST) dan regresi linier berganda sebagai metode perbandingan. Perhitungan nilai kesalahan dalam penelitian ini menggunakan metode *Root mean square error* (RMSE) dan *Mean Absolut Error* (MAE).

Penelitian ini, bertujuan: 1). Mengetahui arsitektur JST yang optimal untuk melakukan prediksi intensitas radiasi matahari; 2) Mengetahui prediksi intensitas radiasi matahari pada Kota Malang dan Kota Bassel Swiss dengan metode JST; 3) Mengetahui prediksi intensitas radiasi matahari pada Kota Malang dan Kota Bassel Swiss dengan metode regresi linier berganda; 4) Mengetahui perbandingan prediksi intensitas radiasi matahari antara metode JST dan regresi linier berganda; 5) Mengatahui perbandingan prediksi jangka pendek di Kota Malang dan Bassel dengan metode JST dan regresi linier berganda.

Hasil penelitian menunjukan: 1) Arsitektur jaringan saraf tiruan agar didapatkan prediksi yang optimal pada data Kota Malang BMKG Karangploso yaitu pada komposisi 90% data latih dan 10% data uji dengan 10 neuron pada *hidden layer*; 2) Hasil prediksi intensitas radiasi matahari dengan metode JST di Kota Malang memiliki nilai RMSE sebesar 115,3569 dan nilai MAE sebesar 89,0556 sedangkan di Kota Bassel memiliki nilai RMSE sebesar 75,2603 dan nilai MAE sebesar 51,8844; 3) Hasil prediksi intensitas radiasi matahari dengan metode regresi linier berganda di Kota Malang memiliki nilai RMSE sebesar 110,1697 dan nilai MAE sebesar 85,0434 sedangkan di Kota Bassel memiliki nilai RMSE sebesar 103,5776 dan nilai MAE sebesar 71,3495; 4) Perbandingan prediksi untuk jangka waktu yang lama dengan data Kota Bassel. Melihat dari nilai MAE dan RMSE dapat diketahui metode JST lebih akurat dalam melakukan peramalan intensitas radiasi matahari, sedangkan Regresi Linier Berganda baik dalam melakukan peramalan intensitas radiasi matahari dengan data yang sedikit; 5) Perbandingan prediksi jangka pendek di Kota Malang dengan metode JST memiliki nilai RMSE 136,5274 MAE 116,1280 dan metode regresi linier berganda memiliki nilai RMSE 147,4119 MAE 136,6559 sedangkan prediksi jangka pendek di Kota Bassel dengan metode JST memiliki nilai RMSE 116,3759 MAE 94,5174 dan metode regresi linier berganda memiliki nilai RMSE 107,9499 MAE 101,0136;

**Kata kunci:** Prediksi, Jaringan Saraf Tiruan, Regresi Linier Berganda, intensitas radiasi matahari



## SUMMARY

**HENDRA SUMITRO SINURAT**, Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, July 2019, **Solar Radiation Intensity Prediction of Malang City with Artificial Neural Network Backpropagation**. Academic Supervisor: Ir. Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D., IPM

The potential of solar energy is very large. For this energy utilization, data is needed that can describe the availability of solar energy that can be utilized. Information on the availability of solar energy will be used to predict the intensity of solar radiation, so that the use of solar energy can be optimal. In this study, the intensity of solar radiation was forecasted. The data used to predict the intensity of solar radiation are air temperature, duration of solar radiation, and rainfall. The method used in this study is artificial neural networks (ANN) and multiple linear regression as a comparison method. Calculation of error values in this study using the method of Root mean square error (RMSE) and Mean Absolute Error (MAE).

This study, aims: 1). Knowing the optimal ANN architecture to predict the intensity of solar radiation; 2) Knowing the prediction of solar radiation intensity in Malang City and Swiss Bassel City by ANN method; 3) Knowing the prediction of the intensity of solar radiation in Malang City and Swiss Bassel City with multiple linear regression methods; 4) Knowing the prediction ratio of solar radiation intensity between ANN methods and multiple linear regression; 5) Knowing the comparison of short-term predictions in the City of Malang and Bassel with ANN methods and multiple linear regression.

The result of the research shows: 1) Artificial neural network architecture in order to obtain optimal predictions in the data of Malang City BMKG Karangploso, namely in the composition of 90% training data and 10% test data with 10 neurons in the hidden layer; 2) The results of the prediction of the intensity of solar radiation with the ANN method in Malang City have a RMSE value of 115.3569 and an MAE value of 89.0556 while in the City of Bassel the RMSE value is 75.2603 and the MAE value is 51.8844; 3) The results of the prediction of the intensity of solar radiation with multiple linear regression methods in Malang City have an RMSE value of 110.1697 and an MAE value of 85.0434 while in the City of Bassel the RMSE value is 103.5776 and the MAE value is 71.3495; 4) Comparison of predictions for long periods of time with City Bassel data. Looking at the MAE and RMSE values, it can be seen that ANN methods are more accurate in forecasting the intensity of solar radiation, while Multiple Linear Regression is good at forecasting the intensity of solar radiation with little data; 5) Comparison of short-term predictions in Malang City with ANN method has RMSE 136,5274 MAE 116,1280 and multiple linear regression method has RMSE value 147,4119 MAE 136,6559 while short-term predictions in Kota Bassel with ANN method have RMSE value 116,3759 MAE 94,5174 and multiple linear regression methods have a value of RMSE 107,9499 MAE 101,0136;

**Keywords:** Prediction, Artificial Neural Networks, Multiple Linear Regression, intensity of solar radiation





## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan YME selalu tercurahkan karena hanya dengan rahmat, dan kasih sayang-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul " PREDIKISI INTENSITAS RADIASI MATAHARI DENGAN JARINGAN SARAF TIRUAN PROPAGASI BALIK" dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik dari Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Disadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan serta dorongan dari semua pihak, penyelesaian skripsi ini tidak mungkin bisa terwujud. Pada kesempatan ini disampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Hadi Suyono, ST., MT., Ph.D., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
2. Ibu Ir. Nurussa'adah, M.T.. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
3. Ibu Rahmadwati, ST., MT., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Sarjana Teknik Elektro.
4. Ibu Dr. Rini Nur Hasanah, S.T., M.Sc selaku KKDK Konsentrasi Teknik Energi Elektrik yang telah banyak memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini serta atas segala bentuk bantuan dan saran yang membangun.
5. Bapak Ir. Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D. IPM selaku dosen pembimbing skripsi satu yang dengan sabar memberikan banyak pengarahan dan masukan dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Kedua orang tua tercinta, Bapak Daniel Sinurat dan Ibu Lesteria Sijabat serta Saudara-saudara saya yang senantiasa mendoakan dalam memberi nasihat, perhatian, dorongan dan kesabaran selama ini.
7. Seluruh pengurus Stasiun Klimatologi BMKG Karangploso yang telah membantu dalam pengambilan data cuaca yang digunakan pada penelitian ini.
8. Keluarga besar Konsentrasi Teknik Energi Elektrik, Power '13, Spectrum'13, Teman SMA, yang telah menemani dan saling mendukung selama menjalani perkuliahan.
9. Serta ucapan terimakasih yang banyak kepada seluruh teman-teman saya, kakak-kakak tingkat saya, dan adik-adik tingkat saya yang tidak mungkin saya sebut satu persatu disini.

Sekiranya Tuhan YME mencatat amalan ikhlas kami dan semua pihak yang turut membantu sehingga skripsi ini terselesaikan. Akhirnya, saya menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna namun semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Amin.

Malang, 2019

Penulis



**DAFTAR ISI**

Halaman

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	i
<b>DAFTAR ISI .....</b>	iii
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	v
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	vi
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	5
2.1 Radiasi Matahari.....	5
2.1.1 Radiasi Matahari pada Permukaan Bumi.....	6
2.2 Metode Prediksi.....	7
2.2.1 Metode Jaringan Saraf Tiruan.....	7
2.2.2 Jaringan Saraf <i>Backpropogation</i> .....	8
2.2.3 Metode Regresi Liner Berganda .....	11
2.2.4 Perhitungan Error.....	11
2.2.5 Transformasi Data.....	12
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	14
3.1 Studi Literatur.....	15
3.3 Pengambilan Data.....	15
3.4 Perancangan Model Prediksi Regresi Linier Berganda .....	16
3.5 Perancangan Model Prediksi Jaringan Saraf Turuan <i>Backpropagation</i> .....	18
3.6 Membandingkan Prediksi Model JST Backpropagation dengan Model Regresi Linier Berganda .....	20
3.7 Penarikan Kesimpulan dan Saran .....	21

<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>22</b>
4.1 Data BMKG .....	22
4.2.1 Variasi Komposisi Data Latih dan Data Uji.....	23
4.2.2 Variasi Jumlah <i>Hidden Neuron</i> .....	29
4.3 Perbandingan Metode Jaringan Saraf Tiruan dan Regresi Linier Berganda.....	40
4.4 Data <i>Meteoblue Climatology</i> NOOA .....	44
4.6 Analisis Jaringan Saraf Tiruan Data Kota Bassel .....	45
4.7 Analisis Regresi Linier Berganda Data Bassel .....	50
4.8 Perbandingan Metode JST dan Regresi Linier Berganda Data Bassel .....	55
4.9 Perbandingan Metode JST dan Regresi Linier Berganda untuk Prediksi Jangka Pendek .....	58
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>64</b>
5.1 Kesimpulan.....	64
5.2 Saran .....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>66</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>68</b>

**DAFTAR TABEL**

No.	Judul
Halaman	
Tabel 4.1 Karakteristik Data BMKG.....	22
Tabel 4.2 Model JST .....	23
Tabel 4.3 Variasi komposisi data latih dan data uji BMKG.....	24
Tabel 4.4 Hasil Prediksi JST dengan Variasi Komposisi Data .....	25
Tabel 4.5 Perbandingan error pada percobaan variasi komposisi data.....	29
Tabel 4.6 Hasil Prediksi dengan Variasi Jumlah Neuron Hidden Layer.....	33
Tabel 4.7 Perbandingan RMSE dan MAE pada percobaan variasi neuron hidden layer	34
Tabel 4.8 Variasi komposisi data latih dan data uji data BMKG .....	35
Tabel 4.9 Hasil Prediksi dengan Regresi Linier Berganda.....	35
Tabel 4.10 Hasil Perbandingan nilai RMSE dan MAE Regresi Linier Berganda.....	40
Tabel 4.11 Perbandingan error peramalan data BMKG .....	44
Tabel 4.12 Karakteristik data setiap jam Kota Bassel .....	44
Tabel 4.13 Model Peramalan JST Data NOOA .....	45
Tabel 4.14 Variasi Komposisi Data Kota Bassel .....	45
Tabel 4.15 Perbandingan RMSE dan MAE JST Kota Bassel .....	49
Tabel 4.16 Variasi Komposisi Data Kota Bassel .....	50
Tabel 4.17 Perbandingan Hasil RMSE dan MAE Kota Bassel .....	55
Tabel 4.18 Perbandingan Nilai Error metode JST dan Regresi Linier Berganda.....	58
Tabel 4.19 Perbandingan Nilai RMSE dan MAE Prediksi Jangka Pendek .....	62



**DAFTAR GAMBAR**

No.	Judul
Halaman	
Gambar 2.1 Distribusi Radiasi Matahari Sampai ke Permukaan Bumi .....	6
Gambar 2.2 Struktur neuro Jaringan Saraf Tiruan .....	8
Gambar 2.3 Arsitektur jaringan backpropagation .....	9
Gambar 3.1 Skema diagram alir penelitian.....	14
Gambar 3.2 Diagram Alir Peramalan Regresi Linier Berganda.....	17
Gambar 3.3 Digram Alir Proses Peramalan dengan JST .....	19
Gambar 3.4 Diagram Alir Perbandingan Prediksi.....	20
Gambar 4.1 Hasil percobaan 1 dengan komposisi variasi data 70%-30% .....	26
Gambar 4.2 Hasil Percobaan 2 dengan variasi komposisi data 75%-25% .....	26
Gambar 4.3 Hasil percobaan 3 dengan variasi komposisi data 80%-20% .....	27
Gambar 4.4 Hasil percobaan 4 dengan variasi komposisi data 85%-15% .....	27
Gambar 4.5 Gambar 4.5 Hasil percobaan 5 dengan variasi komposisi data 90%-10% .....	28
Gambar 4.6 Hasil percobaan 6 dengan variasi komposisi data 95%-5% .....	28
Gambar 4.7 Variasi 10 neuron hidden layer.....	30
Gambar 4.8 Variasi 20 neuron hidden layer.....	30
Gambar 4.9 Variasi 30 neuron hidden layer.....	31
Gambar 4.10 Variasi 40 neuron hidden layer.....	31
Gambar 4.11 Variasi 50 neuron hidden layer.....	32
Gambar 4.12 Permalan dengan metode Regresi Linier Berganda 70%-30%.....	36
Gambar 4.13 Permalan dengan metode Regresi Linier Berganda 75%-25% .....	36
Gambar 4.14 Permalan dengan metode Regresi Linier Berganda 80%-20% .....	37
Gambar 4.15 Peramalan dengan metode Regresi Linier Berganda 85%-15% .....	38
Gambar 4.16 Peramalan dengan metode Regresi Linier Berganda 90%-10% .....	38
Gambar 4.17 Peramalan dengan metode Regresi Linier Berganda 95%-5% .....	39
Gambar 4.18 Perbandingan Hasil Peramalan JST dan Regresi Linier Berganda 70%-30% .....	41
Gambar 4.19 Perbandingan Hasil Peramalan JST dan Regresi Linier Berganda 75%-25% .....	41
Gambar 4.20 Perbandingan Hasil Peramalan JST dan Regresi Linier Berganda 80%-20% .....	42

Gambar 4.21 Perbandingan Hasil Peramalan JST dan Regresi Linier Berganda 85%-15%	42
Gambar 4.22 Perbandingan Hasil Peramalan JST dan Regresi Linier Berganda 90%-10%	43
Gambar 4.23 Perbandingan Hasil Peramalan JST dan Regresi Linier Berganda 95%-5%	43
Gambar 4.24 Komposisi Data 70%-30% .....	46
Gambar 4.25 Komposisi Data 75%-25% .....	46
Gambar 4.26 Komposisi Data 80%-20% .....	47
Gambar 4.27 Komposisi Data 85%-15% .....	48
Gambar 4.28 Komposisi Data 90%-10% .....	48
Gambar 4.29 Komposisi Data 95%-5% .....	49
Gambar 4.30 Hasil Peramalan Regresi Linier Berganda Variasi Komposisi 70%-30% ....	51
Gambar 4.31 Hasil Peramalan Regresi Linier Berganda Variasi Komposisi 75%-25% ....	51
Gambar 4.32 Hasil Peramalan Regresi Linier Berganda Variasi Komposisi 80% - 20% ...	52
Gambar 4.33 Hasil Peramalan Regresi Linier Berganda Variasi Komposisi 85%-15% ....	53
Gambar 4.34 Hasil Peramalan Regresi Linier Berganda Variasi Komposisi 90%-10% ....	53
Gambar 4.35 Hasil Peramalan Regresi Linier Berganda Variasi Komposisi 95%-5% .....	54
Gambar 4.36 Perbandingan JST dan Regresi Linier Berganda 70%-30% .....	55
Gambar 4.37 Perbandingan JST dan Regresi Linier Berganda 75%-25% .....	56
Gambar 4.38 Perbandingan JST dan Regresi Linier Berganda 80%-20% .....	56
Gambar 4.39 Perbandingan JST dan Regresi Linier Berganda 85%-15% .....	57
Gambar 4.40 Perbandingan JST dan Regresi Linier Berganda 90%-10% .....	57
Gambar 4.41 Perbandingan JST dan Regresi Linier Berganda 95%-5% .....	58
Gambar 4.42 Peramalan JST dan Regresi Linier Berganda data BMKG 1 Hari .....	59
Gambar 4.43 Peramalan JST dan Regresi Linier Berganda data Bassel 1 Hari.....	60
Gambar 4.44 Peramalan JST dan Regresi Linier Berganda data BMKG 1 Minggu .....	60
Gambar 4.45 Peramalan JST dan Regresi Linier Berganda data Bassel 1 Minggu .....	61
Gambar 4.46 Peramalan JST dan Regresi Linier Berganda data Bassel 1 Bulan .....	62

## DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul
Halaman	
<b>Lampiran 1. Data Cuaca Bulan Januari Stasiun Klimatologi BMKG Karangploso Kota Malang.....</b>	<b>68</b>
<b>Lampiran 2. Listing Program MATLAB .....</b>	<b>71</b>
<b>Lampiran 3. Hasil Prediksi Intensitas Radiasi Matahari.....</b>	<b>86</b>
<b>Lampiran 4. Hasil Perhitungan Nilai Error RMSE dan MAE .....</b>	<b>102</b>
<b>Lampiran 5. Spesifikasi Laptop yang Digunakan .....</b>	<b>103</b>





## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Energi matahari merupakan energi yang jumlahnya tidak terbatas, bisa didapat secara terus-menerus, sangat ramah lingkungan dan juga gratis. Dengan kebutuhan listrik yang semakin hari semakin bertambah, maka diperlukan energi yang akan selalu tersedia, murah dan ramah lingkungan. Seperti kita ketahui, pembangkitan listrik di Indonesia kebanyakan menggunakan energi fosil sebagai bahan bakar. Energi fosil sangatlah tidak ramah lingkungan karena menyebabkan polusi dan sewaktu-waktu bisa habis. Oleh karena itu, penggunaan energi terbarukan sangatlah penting sebagai energi masa depan terutama energi matahari.

Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis yang hanya terdapat dua musim, yaitu musim hujan dan musim panas. Matahari akan bersinar sepanjang tahun, meskipun pada musim hujan intensitasnya berkurang. Oleh karena itu, energi matahari merupakan alternatif energi terbarukan yang cocok digunakan di Indonesia. Energi ini sangat menjajikan untuk masa depan karena energi matahari selalu tersedia sepanjang tahun dan sangat ramah lingkungan.

Potensi energi surya di Indonesia sangat besar yakni sekitar 4.8 KWh/m<sup>2</sup> atau setara dengan 112.000 GWp, namun yang sudah dimanfaatkan baru sekitar 10 MWp. Saat ini pemerintah telah mengeluarkan roadmap pemanfaatan energi surya yang menargetkan kapasitas PLTS terpasang hingga tahun 2025 adalah sebesar 0.87 GW atau sekitar 50 MWp/tahun. Jumlah ini merupakan gambaran potensi pasar yang cukup besar dalam pengembangan energi surya di masa yang akan datang.(Kementerian ESDM, 2016).

Dengan potensi energi matahari yang sangat besar, pemanfaatan energi ini perlu didukung dengan tersedianya data intensitas radiasi matahari yang dapat menggambarkan ketersediaan energi matahari yang dapat dimanfaatkan. Ketersediaan data intensitas radiasi matahari didapatkan dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Informasi ketersediaan energi matahari akan digunakan untuk prediksi intensitas radiasi matahari, sehingga penggunaan energi matahari dapat optimal. Untuk mengetahui intensitas radiasi matahari yang diterima di permukaan wilayah Kota Malang dengan model prediksi, maka diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai model prediksi intensitas radiasi matahari yang sesuai dengan kondisi cuaca di wilayah Kota Malang. Oleh sebab itu, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu untuk penelitian dan potensi untuk pengaplikasian *photovoltaic* di Kota Malang.

Pada penelitian ini menggunakan metode Jaringan Saraf Tiruan (JST). Jaringan Saraf Tiruan (JST) merupakan sistem komputasi dimana arsitektur dan operasi diilhami dari pengetahuan tentang sel saraf biologis di dalam otak, yang merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba menstimulasi proses pembelajaran pada otak manusia tersebut (Hermawan, 2006). Cara kerja JST seperti halnya cara kerja manusia, yaitu belajar melalui contoh. Dalam pengerjaan skripsi ini menggunakan JST Propagasi Balik (*Backpropagation*) yang merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi dan biasanya digunakan oleh perceptron dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan neuron-neuron yang ada pada lapisan tersembunyinya (Andrian, 2014). Sehingga pada penelitian ini akan digunakan metode JST Propagasi Balik (*Backpropagation*) untuk prediksi radiasi matahari harian Kota Malang.

Sebagai banding digunakan metode Regresi Linier Berganda. Regresi linier berganda merupakan teknik analisis regresi yang menjelaskan hubungan antara variabel terikat yang diprediksi, tetapi terdapat dua atau lebih variabel bebas (Makridakis et al, 1995). Dalam penelitian ini menggunakan regresi liner berganda karena variabel bebasnya lebih dari satu. Setelah dilakukan prediksi dengan kedua metode ini, maka nanti akan dibandingkan untuk mendapatkan metode paling baik dalam meramalkan intensitas radiasi matahari.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang sebelumnya, permasalahan yang diangkat dalam skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana variasi komposisi data dan jumlah neuron pada *hidden layer* arsitektur JST *backpropogation* yang optimal untuk melakukan prediksi intensitas radiasi matahari?
2. Bagaimana prediksi intensitas radiasi matahari menggunakan metode JST *backpropogation* pada Kota Malang dan Kota Bassel?
3. Bagaimana prediksi intensitas radiasi matahari menggunakan metode regresi linier berganda pada Kota Malang dan Kota Bassel?
4. Bagaimana perbandingan prediksi intensitas radiasi matahari jangka pendek dengan menggunakan metode JST *backpropagation* dan regresi linier berganda?

## 1.3 Batasan Masalah

Untuk lebih jelas dan terarah pada sasaran yang diharapkan dalam pembahasan skripsi ini, maka diperlukan adanya pembatasan masalah yang akan dibahas. Batasan masalah untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan metode Jaringan Saraf Tiruan (JST) Propagasi Balik (*Backpropagation*) dan menggunakan metode Regresi Linier Berganda sebagai metode pembanding.
2. Data yang digunakan berupa data sekunder yang didapat dari BMKG Kota Malang dan *Meteoblue Climate NOOA* Kota Bassel, Swiss.
3. Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini adalah lama penyinaran matahari dan suhu udara untuk data BMKG. Sedangkan pada data Kota Bassel variabel bebas yang digunakan suhu udara, curah hujan dan lama penyinaran matahari.
4. Pemodelan menggunakan software Matlab 9.0 (R2016A).

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan prediksi intensitas radiasi matahari dengan menggunakan metode jaringan saraf tiruan propagasi balik dan metode regresi linier berganda pada Kota Malang dan Kota Bassel, Swiss.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Dengan model prediksi yang digunakan dalam penelitian ini diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan untuk teknik perancangan arsitektur jaringan saraf tiruan untuk prediksi radiasi matahari harian dan diharapkan dapat membantu untuk pengaplikasian atau pemasangan *photovoltaic* di Kota Malang.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Pada penulisan penelitian ini terbagi dalam lima bab disertai dengan lampiran. Adapun sistematika penulisan adalah sebagai berikut :

##### **BAB I PENDAHULUAN**

Berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

##### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Berisi teori-teori yang digunakan sebagai dasar penelitian dan referensi yang berhubungan dengan penelitian.

##### **BAB III METODE PENELITIAN**

Berisi penjelasan tentang pengambilan data yang digunakan dan metodologi yang digunakan untuk pengujian.

##### **BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Berisi hasil dan analisis prediksi intensitas radiasi matahari menggunakan metode jaringan saraf tiruan dan regresi linier berganda dari data yang diperoleh.

## BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan dari penelitian dan saran untuk pengembangan yang lebih lanjut.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Radiasi Matahari

Radiasi adalah transfer panas dalam bentuk gelombang elektromagnet. Transfer panas secara radiasi tidak memerlukan adanya medium. Atmosfir menerima panas secara radiasi dari dua sumber utama yaitu matahari dan bumi (Waryono, Rifai, dan Gunawan, 1987). Radiasi matahari merupakan gelombang elektromagnetik yang dibangkitkan dari proses fusi nuklir yang mengubah Hidrogen menjadi Helium. Energi yang dipancarkan dalam bentuk gelombang elektromagnetik sebesar 73,5 juta Watt/m<sup>2</sup> permukaan matahari dan energi yang sampai pada permukaan terluas dari atmosfir bumi rata-rata sebesar 1360 Watt/m<sup>2</sup>. Sedangkan energi yang sampai pada permukaan daratan dan lautan hanya sekitar setengah dari jumlah energi yang sampai di puncak atau permukaan terluar atmosfir bumi (Ariffin, 2001).

Intensitas radiasi matahari di luar atmosfer bumi bergantung pada jarak antara matahari dengan bumi. Tiap tahun, jarak ini bervariasi antara  $1,47 \times 10^8$  km dan  $1,52 \times 10^8$  km dan hasilnya besar pancaran  $E_0$  naik turun antara 1325 W/m<sup>2</sup> sampai 1412 W/m<sup>2</sup>. Nilai rata-ratanya disebut sebagai konstanta matahari dengan nilai  $E_0 = 1367$  W/m<sup>2</sup> (Sterling, 2008).

Besar kecilnya intensitas radiasi matahari sangat ditentukan oleh jarak bumi terhadap matahari, sudut datang cahaya dan sebagainya. Intensitas matahari makin tinggi dengan makin dekatnya jarak antara bumi terhadap matahari, sebagai contoh pada posisi perihelion intensitas radiasi yang diterima oleh permukaan bumi lebih tinggi dibanding pada posisi aphelion (Ariffin, 2001).

Pancaran ini tidak dapat mencapai ke permukaan bumi. Atmosfer bumi mengurangi insolasi yang melewati pemantulan, penyerapan (oleh ozon, uap air, oksigen, dan karbon dioksida), serta penyebaran (disebabkan oleh molekul udara, partikel debu atau polusi). Di cuaca yang bagus pada siang hari, pancaran bisa mencapai 1000 W/m<sup>2</sup> di permukaan bumi. Insolation terbesar terjadi pada sebagian hari-hari yang berawan dan cerah. Sebagai hasil dari pancaran matahari yang memantul melewati awan, maka *insolation* dapat mencapai hingga 1400 W/m<sup>2</sup> untuk jangka pendek (Sterling, 2008).

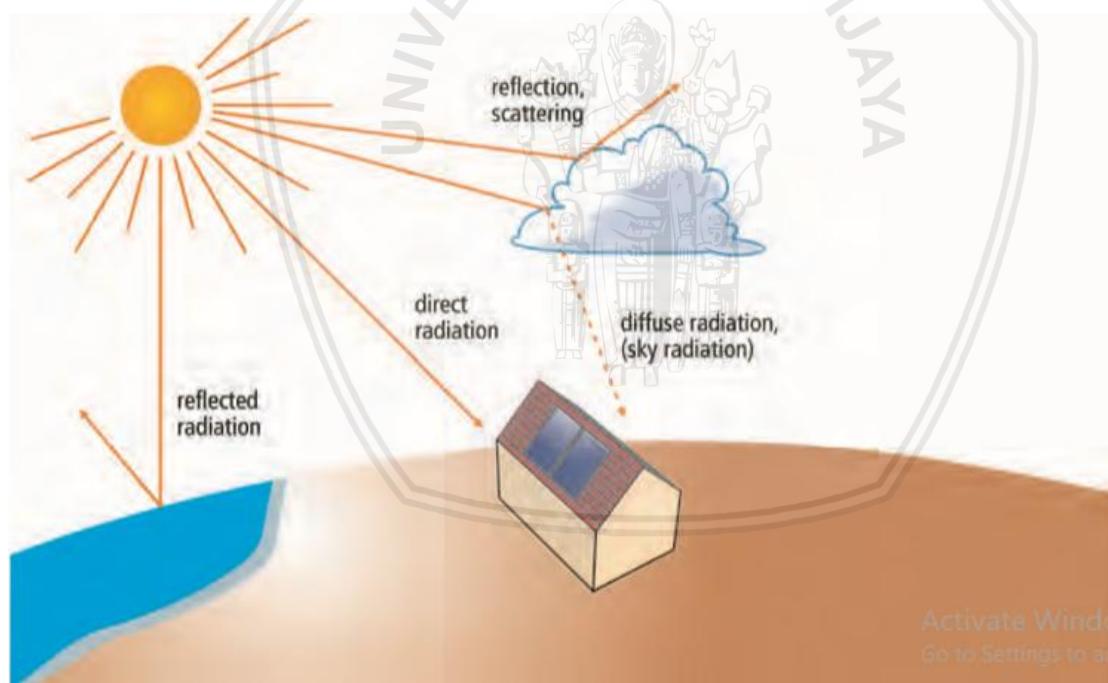
Intensitas radiasi matahari juga tergantung perioditas matahari. Periodisitas radiasi matahari adalah menggambarkan lamanya matahari memancarkan sinarnya ke permukaan bumi dalam kurun waktu 24 jam. Periodisitas matahari ini juga sering disebut panjang hari. Perputaran bumi mengelilingi matahari merupakan penyebab terjadinya panjang hari dari

tempat satu ke tempat yang lain terutama daerah yang berbeda lintang tempatnya, disamping itu juga keadaan atmosfer. Dalam hubungannya dengan jumlah energi, periodisitas penyinaran mempunyai hubungan linier dengan lamanya penyinaran, yaitu semakin lama waktu penyinaran matahari, semakin besar energi yang diterima oleh permukaan bumi (Ariffin, 2001).

### 2.1.1 Radiasi Matahari pada Permukaan Bumi

Ada tiga macam cara radiasi matahari sampai ke permukaan bumi, yaitu :

1. Radiasi langsung (*Beam/Direct Radiation*), merupakan radiasi yang mencapai bumi tanpa perubahan arah atau radiasi yang diterima oleh bumi dalam arah sejajar sinar datang.
2. Radiasi hambur (*Diffuse Radiation*), yaitu radiasi yang mengalami perubahan akibat pemantulan dan penghamburan.
3. Radiasi total (*Global Radiation*), merupakan penjumlahan radiasi langsung (*direct radiation*) dan radiasi hambur (*diffuse radiation*).



Gambar 2.1 Distribusi Radiasi Matahari Sampai ke Permukaan Bumi

Sumber: Sterling (2005: 3)

Cahaya matahari pada permukaan bumi terdiri dari bagian yang langsung dan bagian yang baur. Radiasi langsung datang dari arah matahari dan memberikan bayangan yang kuat pada benda. Sebaliknya radiasi baur yang tersebar dari atas awan tidak memiliki arah yang jelas tergantung pada keadaan awan dan hari tersebut (ketinggian matahari), baik daya pancar maupun perbandingan antara radiasi langsung dan baur (Sterling, 2005)

Radiasi yang dipancarkan oleh matahari ke setiap sudut di angkasa berbentuk gelombang elektromagnetik yang membawa energi dengan kecepatan cahaya. Radiasi matahari ini mengalami penyerapan, pemantulan, dan hamburan di semua lokasi penjalarannya yang memasuki atmosfer bumi. Hal tersebut ditimbulkan oleh adanya banyak aktifitas seperti cuaca dan iklim. Selain radiasi matahari yang sampai ke permukaan berbeda di setiap tempat disebabkan oleh geometri bumi, jaraknya terhadap matahari, keadaan geografis, perbedaan lintang, dan bujur, dan komposisi atmosfer (Sabrian, 2013).

Pengaruh adanya atmosfer dan unsur-unsur cuaca membuat pengurangan energi. Kombinasi proses refleksi, absorpsi (*filtering*), reflaksi, menyebabkan perubahan radiasi yang sampai di permukaan bumi. Efek rotasi bumi pada porosnya juga mengakibatkan perbedaan intensitas radiasi matahari selalu berubah setiap waktunya dalam satu hari.

## 2.2 Metode Prediksi

### 2.2.1 Metode Jaringan Saraf Tiruan

Pertama kali Jaringan Saraf Tiruan (JST) diperkenalkan oleh Warren McCulloch dan Walter Pitts (1943). Jaringan Saraf Tiruan adalah implementasi dari teknologi kecerdasan buatan (artificial intelligence). Jaringan saraf tiruan merupakan bentuk tiruan dari jaringan syaraf biologis, karena meniru cara kerja dari jaringan saraf biologis. Suatu jaringan saraf tiruan memproses informasi dalam jumlah besar secara paralel dan terdistribusi, hal tersebut terinspirasi dari cara kerja jaringan syaraf biologis (Prakoso, 2015).

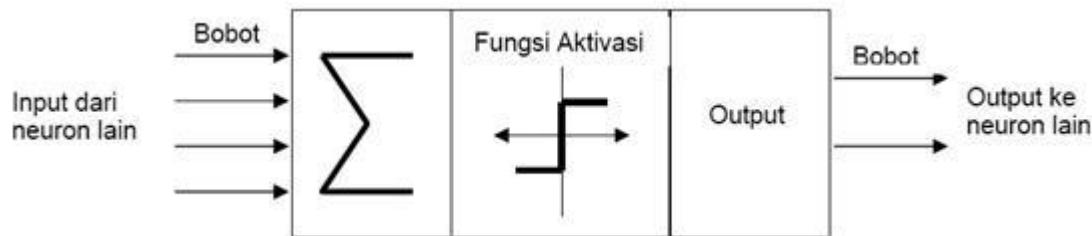
Jaringan saraf terdiri dari kumpulan sel-sel saraf. Sel-sel saraf (neuron) berfungsi untuk memberikan suatu sinyal/tanggapan atas sebuah ransangan yang diterimanya. Komponen utam dari neuron antara lain:

1. Dendrit, berfungsi sebagai penerima ransangan;
2. Badan sel (soma), berfungsi sebagai tempat untuk mengolah sinyal ransangan;
3. Akson (neurit) berfungsi sebagai pengirim impuls-impuls ke sel saraf lainnya.

Cara kerja JST seperti halnya cara kerja manusia, yaitu mempelajari melalui contoh. JST dibagi menjadi 3 lapisan, yaitu lapisan masukan (*input layer*), lapisan tersembunyi (*hidden layer*), dan lapisan keluaran (*output layer*) (Andrian, 2014).

Jaringan saraf terdiri dari beberapa neuron dan terdapat hubungan antara neuron-neuron tersebut. Neuron akan mentransformasikan informasi yang diterima melalui sambungan outputnya menuju ke neuron lain. Pada jaringan syaraf tiruan, hubungan ini dikenal dengan istilah bobot (weight). Informasi tersebut disimpan pada nilai tertentu pada

bobot tersebut (Prakoso, 2015). Gambar 2.3 menunjukkan struktur neuron jaringan saraf tiruan.



*Gambar 2.2 Struktur neuron Jaringan Saraf Tiruan*

Sumber: Prakoso (2015: 15)

Menurut Kusumadewi (2004) menjelaskan secara rinci mengenai prosedur kerja jaringan syaraf tiruan sebagai berikut:

1. input berupa informasi dikirim ke neuron dengan bobot awal tertentu;
  2. input diproses dengan suatu fungsi perambatan yang akan menjumlahkan nilai-nilai semua bobot;
  3. hasil penjumlahan dibandingkan dengan nilai ambang (*threshold*) tertentu;
  4. jika input lebih besar dari nilai ambang, maka neuron akan diaktifkan. Jika input tidak lebih besar dari nilai ambang, maka neuron akan dinonaktifkan;
  5. apabila neuron diaktifkan, maka neuron akan mengirimkan output ke semua neuron yang berhubungan dengannya melalui bobot-bobot outputnya.

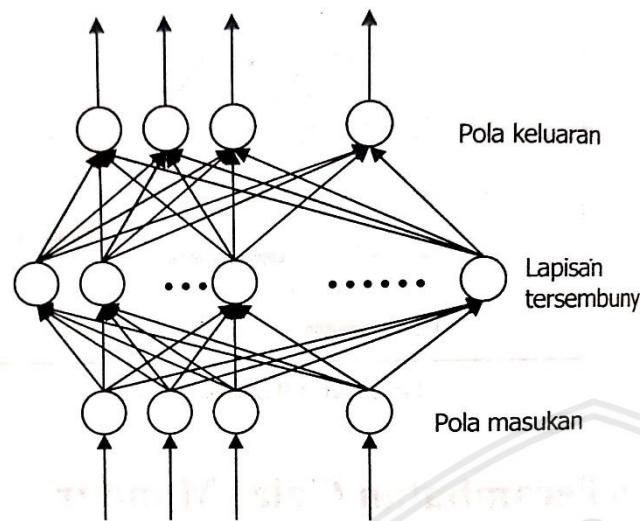
Secara sederhana JST adalah sistem yang menerima input, data proses, dan kemudian memberikan hasil output dari input yang diterima. JST memiliki keuntungan yaitu dapat digunakan untuk mengambil data, mendekripsi tren, dan juga dapat memprediksi pola yang tidak diberikan selama pelatihan yang disebut dengan generalisasi (Andrian, 2014).

### **2.2.2 Jaringan Saraf *Backpropagation***

*Backpropagation* merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi dan biasanya digunakan oleh perceptron dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan neuron-neuron yang ada pada lapisan tersembunyinya. Algoritma *backpropagation* menggunakan error *output* untuk mengubah nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur (*backward*). Untuk mendapatkan error ini, tahap perambatan maju (*forward propagation*) harus dikerjakan terlebih dahulu (Prakoso,2014). Pada saat perambatan maju, neuron-neuron diaktifkan dengan menggunakan fungsi aktivasi sigmoid, yaitu:

*Backpropagation* memiliki beberapa unit yang ada dalam satu atau lebih layer tersembunyi. Gambar 2.3 adalah arsitektur *backpropagation* dengan n buah masukan

(ditambah sebuah bias), sebuah layer tersembunyi yang terdiri dari  $p$  unit (ditambah sebuah bias), serta  $m$  buah unit keluaran.



*Gambar 2.3 Arsitektur jaringan backpropagation*  
Sumber: Hermawan (2006: 50)

Algoritma selengkapnya pelatihan jaringan *backpropagation* adalah sebagai berikut:

Langkah 0 : Inisialisasi bobot-bobot (tetapkan dalam nilai acak kecil)

Langkah 1 : Bila syarat berhenti adalah salah, kerjakan langkah 2 sampai 9.

Langkah 2 : Untuk setiap pasangan pelatihan, kerjakan langkah 3 sampai 8.

## Umpang maju:

Langkah 3 : Tiap unit masukan ( $x_i, i = 1, \dots, n$ ) menerima isyarat masukan  $x_i$  dan diteruskan ke unit-unit tersembunyi.

Langkah 4 : Tiap unit tersembunyi ( $z_j$ ,  $j=1, \dots, p$ ) menjumlahkan isyarat masukan terbobot

dengan menerapkan fungsi aktivasi hitung

Dan kirim isyarat ke unit-unit keluaran

Langkah 5 : Tiap unit keluaran ( $y_k$ ,  $k=1, \dots, m$ ) menjumlahkan masukan isyarat bobot,

dengan mnerapkan fungsi aktivasi hitung

$$y_i = f(y\_in_k) \dots \quad (2-5)$$

### **Perambatan balik galat:**

Langkah 6 : Tiap unit keluaran ( $y_k, k = 1, \dots, m$ ) menerima pola sasaran yang berkaitan dengan pola pelatihan masukkannya. Hitung galat informasi:

Hitung koreksi bobot dan prasikapnya

Langkah 7 : Tiap unit tersembunyi ( $z_j, j = 1, \dots, p$ ) menjumlahkan delta masukannya (dari unit-unit di lapisan atasnya).

Hitung galat informasinya:

Hitung koreksi bobot dan prasikapnya

### **Perbaharui bobot dan prasikap:**

Langkah 8 : Tiap unit keluaran ( $y_k, k = 1, \dots, m$ ) memperbaiki bobot-bobot dan prasikapnya ( $j=0,1,\dots, p$ )

Tiap unit tersembunyi ( $z_j, j = 1, \dots, p$ ) memperbarui bobot dan prasikapnya ( $i=0,1,\dots, n$ );

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \dots \dots \dots \quad (2-13)$$

Langkah 9 : Uji syarat berhenti.

Prosedur pembaruan bobot-bobot dapat dimodifikasi dengan menggunakan momentum. Dengan menambahkan momentum ke dalam rumus pembaharuan bobot, biasanya konvergensi akan lebih cepat dicapai. Dalam pembaharuan bobot menggunakan momentum, nilai bobot pada iterasi ke- $(t+1)$  ditentukan dengan nilai bobot pada iterasi ke- $t$  dan  $e_{(t-1)}$ .

Rumus pembaharuan bobotnya adalah sebagai berikut

atau,

dan.

atau,

$$\Delta v_{ij}(t+1) = \alpha \delta_j x_i + \mu \Delta v_{ij}(t) \dots \quad (2-17)$$

Dengan:

$x_1 \dots x_n$  : Masukan

$y_1 \dots y_n$  : Keluaran

$z_1 \dots z_n$  : Nilai lapisan tersembunyi

$v_{ij}$  : Bobot tantara lapisan masukan dan lapisan tersembunyi

$w_{ik}$  : Bobot tantara lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran

$\delta$  : Galat informasi

$\alpha$  : Konstanta berkelanjutan

$\mu$  : Momentum

### **2.2.3 Metode Regresi Liner Berganda**

Dalam regresi linier berganda, peramalan nilai variabel tak bebas Y diperoleh dengan membentuk persamaan yang menghubungkan lebih dari satu variabel yaitu  $X_1, X_2, \dots, X_n$  (Sugiyono, 2007). Secara umum persamaan Regresi Linier Berganda dapat dirumuskan dengan:

Penelitian ini terdiri atas satu variabel tak bebas Y dan tiga variabel X yaitu  $X_1, X_2, X_3$ . Maka persamaan Regresi Linier Bergandanya adalah :

Nilai koefisien  $b_0, b_1, b_2$  dan  $b_3$  dapat diperoleh dengan metode kuadrat terkecil (least squares method), kemudian persamaan diatas dideferensialkan terhadap masing-masing koefisien  $b_0, b_1, b_2$  dan  $b_3$  maka diperoleh persamaan-persamaan berikut :

$$\sum_{i=1}^n X_{2i}Y_i = b_0 \sum_{i=1}^n X_{2i} + b_1 \sum_{i=1}^n X_{1i}X_{2i} + b_2 \sum_{i=1}^n X_{2i}^2 + b_3 \sum_{i=1}^n X_{2i}X_{3i} \dots \dots \dots \quad (2-22)$$

$$\sum_{i=1}^n X_{3i} Y_i = b_0 \sum_{i=1}^n X_{3i} + b_1 \sum_{i=1}^n X_{1i} X_{3i} + b_2 \sum_{i=1}^n X_{2i} X_{3i} + b_3 \sum_{i=1}^n X_{3i}^2 \dots \dots \dots \quad (2-23)$$

#### 2.2.4 Perhitungan Error

*Root mean square error* (RMSE) digunakan sebagai standar untuk mengukur kinjera model dalam penelitian meteorologi, kualitas udara, dan penlitian tentang iklim.

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i^2} \quad \dots \dots \dots \quad (2-24)$$

Kesalahan mutlak rata-rata (MAE) merupakan standar ukuran lain yang bermanfaat dimana banyak digunakan dalam mengevaluasi model peramalan. MAE juga memberikan bobot yang sama untuk semua kesalahan, RMSE menghukum varians karena memberikan kesalahan dengan nilai absolut yang lebih besar lebih erat daripada kesalahan dengan nilai absolut yang lebih kecil.

Metrik statistik terbaik seharusnya tidak hanya menyediakan ukuran kinerja tetapi juga representasi dari distribusi kesalahan. MAE cocok untuk menggambarkan kesalahan terdistribusi seragam. Karena kesalahan model cenderung memiliki distribusi normal daripada distribusi seragam, RMSE adalah metrik yang lebih baik untuk menyajikan daripada MAE untuk jenis data seperti itu (Chai & Draxler, 2014).

### 2.2.5 Transformasi Data

Sebelum menggunakan data dengan metode atau teknik yang akan diterapkan, kita harus melakukan praprosesing terhadap data. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil analisis yang lebih akurat dalam pemakain teknik-teknik *machine learning* atau *data mining*. Dalam beberapa hal, praprosesing bisa membuat nilai data menjadi lebih kecil tanpa merubah informasi yang dikandungnya. Ada beberapa cara transformasi data yang dilakukan sebelum menerapkan suatu metode, antara lain adalah normalisasi atau *scaling* adalah prosedur mengubah data sehingga berada dalam skala tertentu (Santosa, 2007). Skala ini bisa antara 0 sampai 1 atau antara -1 sampai 1. Berikut merupakan rumus untuk melakukan transformasi data:

$$X' = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \times (BA - BB) + BB \quad \dots \dots \dots \quad (2-26)$$

Dengan:

$X'$  = data yang telah ditransformasi

$X$  = data sebelum ditransformasi

$X_{min}$  = nilai minimum data

$X_{min}$  = nilai maksimum data

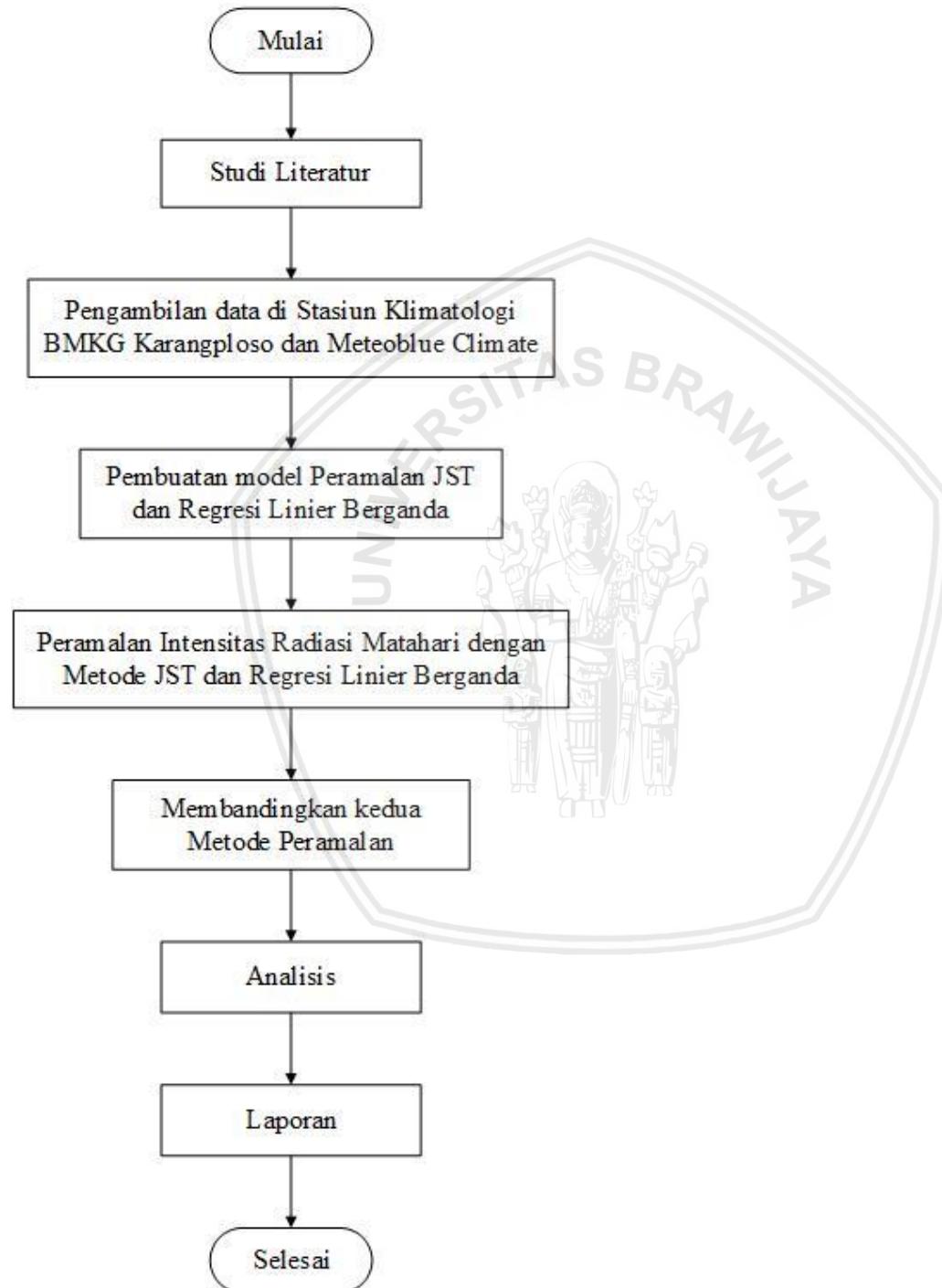
BA ≡ batas atas

BB = batas bawah



### BAB III METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan peramalan intensitas radiasi matahari di Kota Malang dengan menggunakan metode jaringan saraf tiruan dan metode regresi linier berganda sebagai pembanding. Adapun Diagram Alir dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar 3.1 Skema diagram alir penelitian

Diagram alir penelitian seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.1 memperlihatkan tahapan-tahapan dilakukannya penelitian ini. Ada pun tahapan-tahapan yang dilakukan

pada penelitian ini diawali dengan studi literatur mencakup materi dan teori yang menunjang penelitian ini. Kemudian dilanjutkan pengambilan data sekunder dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Kota Malang dan data historis dari *Meteoblue Climate* di Kota Bassel (Swiss) yaitu berupa data intensitas radiasi matahari ( $\text{W/m}^2$ ), curah hujan (mm), suhu udara ( $^\circ\text{C}$ ) dan lama penyinaran matahari (LPM). Data ini nantinya akan diolah sebagai parameter untuk membuat model prediksi radiasi matahari harian.

Setelah pengambilan data selesai dilakukan, maka dilanjutkan pembuatan model prediksi. Pada penelitian ini menggunakan dua model prediksi yaitu model jaringan saraf tiruan backpropagation dan model regresi linier berganda sebagai metode perbandingan.

Setelah prediksi dengan kedua model selesai dilakukan, maka kedua metode ini dibandingkan. Perbandingan dilakukan dengan membandingkan nilai kesalahannya (RMSE) yang didapat dengan metode Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation dan Regresi Linier Berganda. Selanjutnya, hasil dari prediksi di analisis dan dilanjutkan dengan menulisnya di dalam laporan berupa skripsi.

### 3.1 Studi Literatur

Studi literatur yang digunakan untuk mendukung skripsi ini adalah radiasi matahari, jaringan saraf tiruan *backpropagation*, Regresi Linier Berganda dan Matlab *toolbox*. Radiasi matahari dipelajari untuk mengetahui bagaimana proses terjadinya radiasi matahari hingga sampai ke permukaan bumi. Pemahaman tentang jaringan saraf tiruan diperlukan untuk melakukan penyusunan algoritma dan proses pembelajaran. Pemahaman tentang metode regresi linier berganda yang merupakan metode peramalan statistik diperlukan sebagai metode perbandingan. Sedangkan software Matlab digunakan untuk melakukan pengujian data yang diperoleh dari data sekunder dengan menentukan proses training, checking, dan testing untuk mendapatkan hasil prediksi.

Literatur yang digunakan untuk mengumpulkan informasi yang terkait dengan tugas akhir ini didapatkan dari jurnal, artikel, buku maupun laporan tugas akhir dari penelitian yang pernah dilakukan. Referensi yang ada dapat bersifat sebagai sumber utama untuk menunjang penelitian tugas akhir ini.

### 3.3 Pengambilan Data

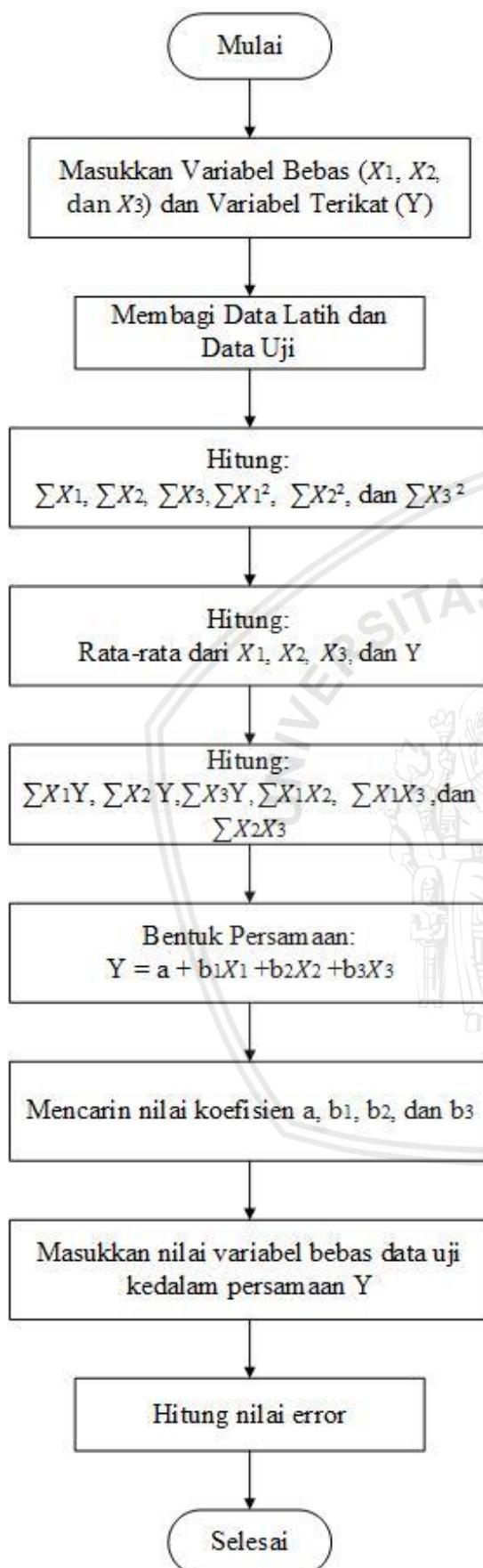
Pada penelitian ini akan dilakukan pengambilan data dari stasiun Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kota Malang dengan periode 1 Bulan (Januari 2017). Data yang digunakan terdiri dari data intensitas radiasi matahari ( $\text{W/m}^2$ ), suhu udara ( $^\circ\text{C}$ )

dan lama penyinaran matahari (LPM) di Kota Malang. Selain data dari BMKG, dilakukan juga pengambilan data dari website *Meteoblue Climate* yaitu data Kota Bassel, Swiss selama 1 tahun. Data yang digunakan yaitu, data intensitas radiasi matahari ( $\text{W/m}^2$ ), suhu udara ( $^{\circ}\text{C}$ ), curah hujan (mm) dan lama penyinaran matahari (LPM).

### 3.4 Perancangan Model Prediksi Regresi Linier Berganda

Tahapan pelaksanaan perancangan model regresi linier berganda yaitu :

1. Peramalan dimulai dengan memasukan data klimatologi yang terdiri dari data variabel bebas ( $X_1$ ,  $X_2$ , dan  $X_3$ ) berupa suhu udara, curah hujan dan lama penyinaran matahari serta intensitas radiasi matahari sebagai variabel tak bebas (Y).
2. Bagilah data tersebut menjadi data pelatihan dan data pengujian.
3. Hitung persamaan variabel sesuai yang dibutuhkan pada flowchart dan bentuk persamaan regresi beganda Y. Hitung koefisien regresi  $a$ ,  $b_1$ ,  $b_2$  dan  $b_3$  dengan melakukan eliminiasi subsitusi.
4. Melakukan peramalan dengan memasukan data uji pada persamaan Y dengan koefisien regresi yang telah diperoleh.
5. Melakukan perhitungan error dan peramalan selesai.

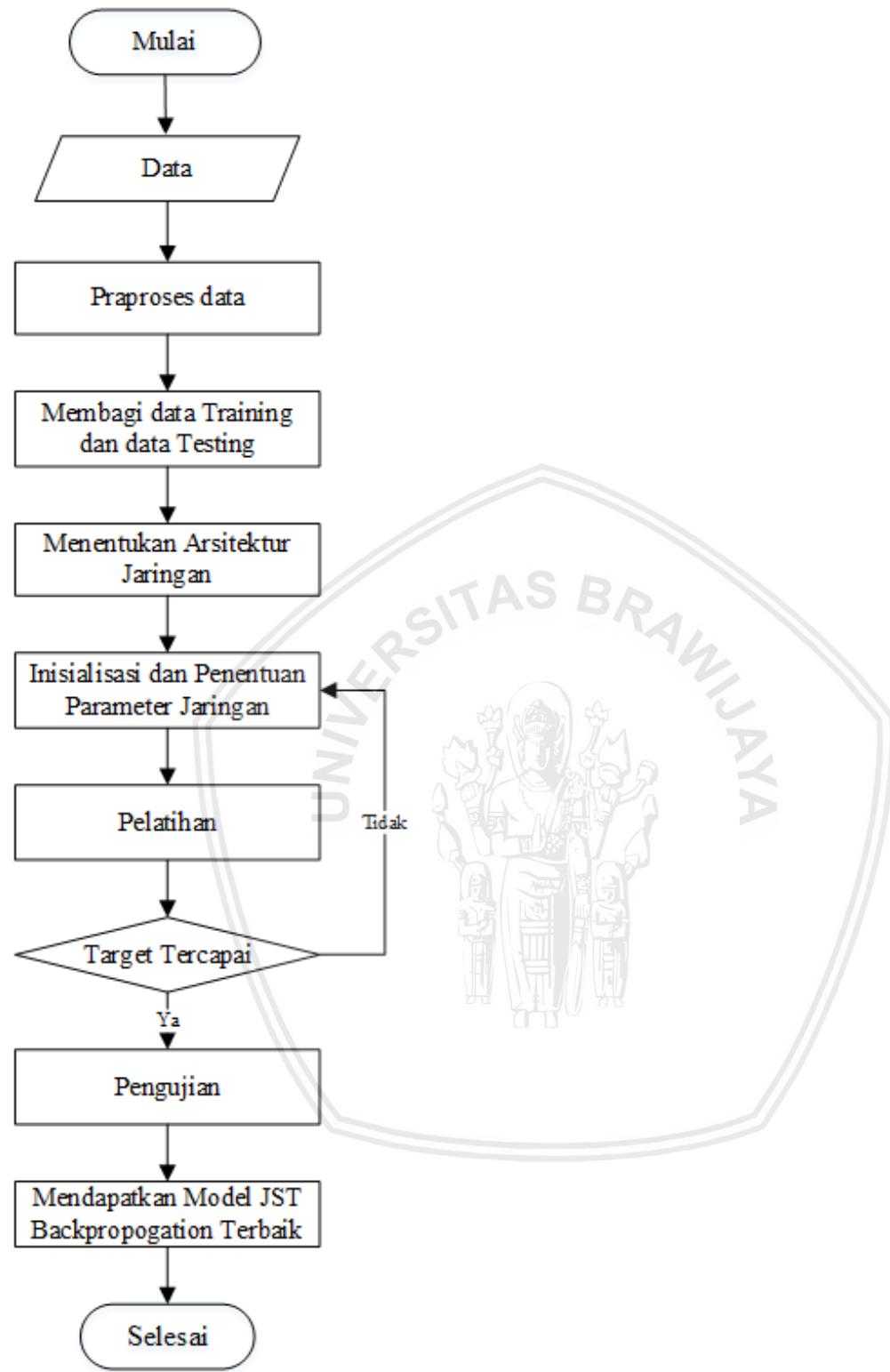


Gambar 3.2 Diagram Alir Peramalan Regresi Linier Berganda

### 3.5 Perancangan Model Prediksi Jaringan Saraf Turuan *Backpropagation*

Untuk melakukan perancangan jaringan saraf tiruan *backpropagation*, dilakukan dengan:

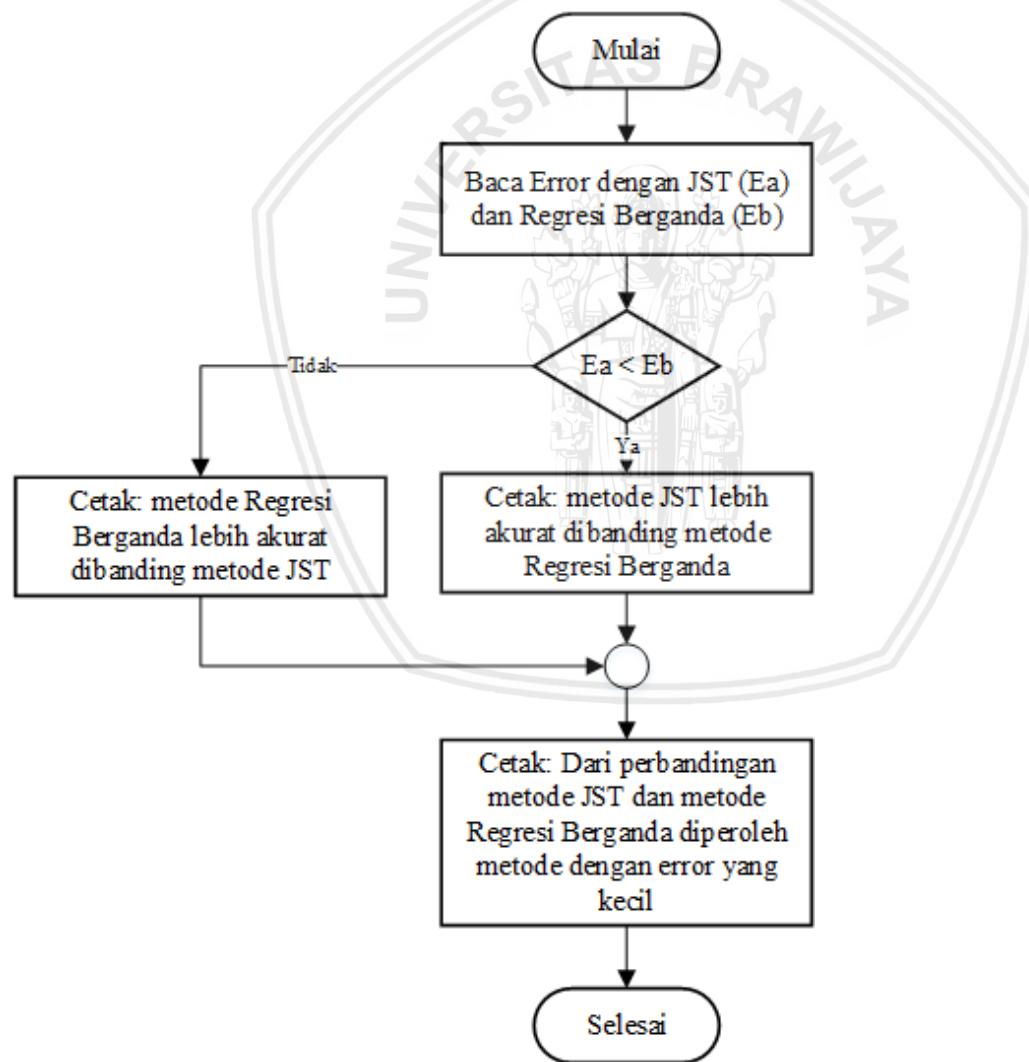
1. Melakukan praproses data yang diperoleh yaitu berupa pengecekan data terlebih dahulu dan melakukan normalisasi data. Setelah data selesai dinormalisasi kemudian membagi data menjadi data *training* dan data *testing*.
2. Membentuk jaringan pada algoritma *backpropagation* menggunakan jaringan *feedforward* dengan banyak lapisan.
3. Menentukan parameter-parameter untuk pelatihan jaringan *backpropagation* diantaranya adalah parameter maksimum pelatihan (*max epochs*), parameter kinerja tujuan (*target error*), parameter *learning rate*, dan parameter momentum yang fungsinya akan memperbaiki bobot-bobot jaringan.
4. Selanjutnya model prediksi Jaringan Saraf Tiruan dengan algoritma *backpropagation* yang telah dibuat selanjutnya akan dilatih untuk memprediksi intensitas radiasi matahari harian ( $\text{W/m}^2$ ).
5. Melakukan pengujian pada data uji jika target telah tercapai. Jika target tidak tercapai maka dilakukan kembali inisialisasi dan mengubah parameter jaringan.
6. Error (kesalahan) yang diperoleh metode *backpropagation* diolah untuk menentukan prediksi intensitas radiasi matahari.



Gambar 3.3 Diagram Alir Proses Peramalan dengan JST

### 3.6 Membandingkan Prediksi Model JST Backpropagation dengan Model Regresi Linier Berganda

Pada penelitian skripsi ini, dari data yang didapatkan dari BMKG Kota Malang akan dilakukan percobaan menentukan model prediksi JST *Backpropagation* dan model prediksi Regresi Linier Berganda. Selanjutnya, hasil prediksi yang didapatkan dari dua metode tersebut akan dibandingkan nilai kesalahannya berupa RMSE (*root mean square error*) dan MAE (*mean absolute error*) antara JST backpropogation dan regresi linier berganda. Jika hasil prediksi belum memenuhi target yang diinginkan, maka dilakukan kembali pemodelan model prediksi dengan metode JST *Backpropagation* maupun metode Regresi Linier Berganda. Setelah itu hasil prediksi akan ditampilkan dengan kedua model berupa tabel.



Gambar 3.4 Diagram Alir Perbandingan Prediksi

### 3.7 Penarikan Kesimpulan dan Saran

Dari analisis data hasil penelitian didapatkan kesimpulan-kesimpulan sebagai hasil penelitian. Saran juga ditambahkan untuk memberikan rujukan untuk melakukan penelitian dan pengembangan lebih lanjut.



## BAB IV

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### **4.1 Data BMKG**

Sebelum melakukan simulasi, terlebih dahulu dilakukan pengambilan data dari Stasiun Klimatologi Karangploso BMKG Malang dengan periode Januari 2017. Data ini yang nantinya di analisis di Matlab. Data yang digunakan yaitu, data suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ), lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari ( $\text{W/m}^2$ ) setiap jamnya selama satu bulan.

Data tersebut nantinya dibagi menjadi data latih dan data uji. Pembagian data ini dilakukan dengan variasi komposisi data berbeda di mulai dari 70% data latih dan 30% data uji. Kemudian variasi komposisi data tersebut di ubah dengan pertambahan 5% setiap komposisi datanya dari variasi komposisi data sebelumnya.

Adapun karakteristik data yang di dapat dari Stasiun Klimatologi Karangploso adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1  
Karakteristik Data BMKG

Parameter	Maximum	Minimum	Average	Range
Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	30,8	21	25,399	21-30,8
Lama Penyinaran Matahari (Jam)	1	0	0,305	0-1
Intensitas Radiasi Matahari ( $\text{W/m}^2$ )	991,5	1,9	347,512	1,9-991,5

#### **4.1 Analisis Jaringan Saraf Tiruan (JST) *Backpropogation* Data BMKG**

Pada penelitian ini dilakukan percobaan dengan matlab dengan metode JST *Backpropogation* untuk meramalkan intensitas matahari. Selain mengubah komposisi data latih dan data uji, pada percobaan ini digunakan model JST Backpropogation seperti pada tabel 4.2.

Tabel 4.2  
Parameter JST yang digunakan

Parameter JST	Keterangan
Algoritma Pembelajaran	Propagasi balik ( <i>Backpropagation</i> )
Fungsi Aktivasi	Sigmoid Biner
Fungsi Pelatihan	traingdx
Maksimum epoch	1000
Jumlah neuron <i>hidden layer</i>	10-50
Learning rate	0,1
Toleransi kesalahan	0,0001

Pada tabel 4.2 menunjukan model JST dengan algoritma pembelajaran propagasi balik (*backpropogation*) dengan metode supervised learning (pembelajaran terawasi) dengan menggunakan fungsi pelatihan traingdx dan fungsi aktivasi sigmoid biner. Pada percobaan ini mencoba berbagai variasi jumlah neuron *hidden layer* dengan kelipatan 10 (10, 20,..., 50) dengan maksimum epoch 1000, learning rate 0,1 dan toleransi kesalahan (galat) sebesar 0,0001. Sebelum menentukan variabel diatas, sebelumnya menentukan terlebih dahulu variabel masukan dan variabel keluaran atau target. Pada percobaan ini menggunakan data suhu (°C), lama penyinaran matahari sebagai data masukan dan intensitas radiasi matahari (W/m<sup>2</sup>) sebagai data keluaran pada jaringan saraf tiruan yang digunakan.

#### 4.2.1 Variasi Komposisi Data Latih dan Data Uji

Pada penelitian ini dilakukan percobaan melakuakan variasi jumlah komposisi data latih dan data uji yang kemudian disimulasikan di Matlab dengan menggunakan metode JST *backpropogation*. Data yang digunakan yaitu data tiap jam pada bulan Januari 2017 dari BMKG Karangploso sebanyak 360 pasang data. Variasi jumlah data latih dan data uji ditunjukan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3  
Variansi komposisi data latih dan data uji BMKG

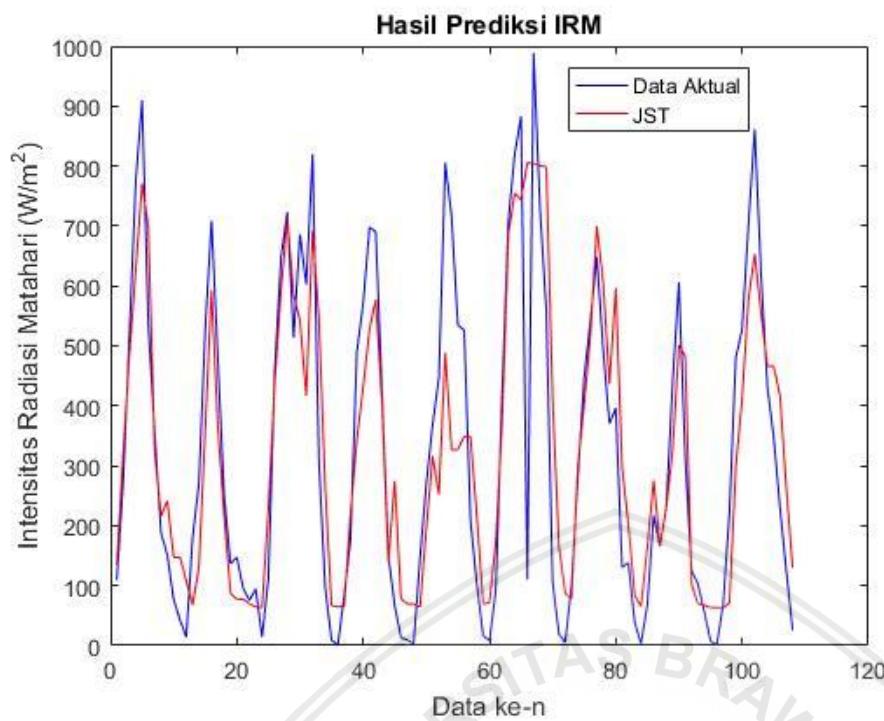
Percobaan	Data BMKG	Komposisi Data	Data Latih	Data Uji
1	360	70% - 30%	252	108
2	360	75% - 25%	270	90
3	360	80% - 20%	288	72
4	360	85% - 15%	306	54
5	360	90% - 10%	324	36
6	360	95% - 5%	342	18

Dari tabel diatas dapat dilihat pada percobaan pertama dengan jumlah pembagian 70% data latih dan 30% data uji, yaitu 252 pasang data latih dan 108 pasang data uji. Percobaan kedua dengan jumlah pembagian 75% data latih dan 25% data uji, yaitu 270 pasang data latih dan 90 pasang data uji. Percobaan ketiga dengan jumlah pembagian 80% data latih dan 20% data uji, yaitu 288 pasang data latih dan 72 pasang data uji. Percobaan keempat dengan jumlah pembagian 85% data latih dan 25% data uji, yaitu 306 pasang data latih dan 54 pasang data uji. Percobaan kelima dengan jumlah pembagian 90% data latih dan 10% data uji, yaitu 324 pasang data latih dan 36 pasang data uji. Terakhir pada percobaan keenam dengan jumlah pembagian 95% data latih dan 5% data uji, yaitu 342 pasang data latih dan 18 pasang data uji. Setelah dilakukan pembagian data, kemudian dilakukan simulasi dengan *software Matlab*. Berikut adalah hasil dari percobaan dengan jumlah komposisi variasi data dengan 10 *hidden neuron* akan ditunjukkan sebagai berikut.

Tabel 4.4

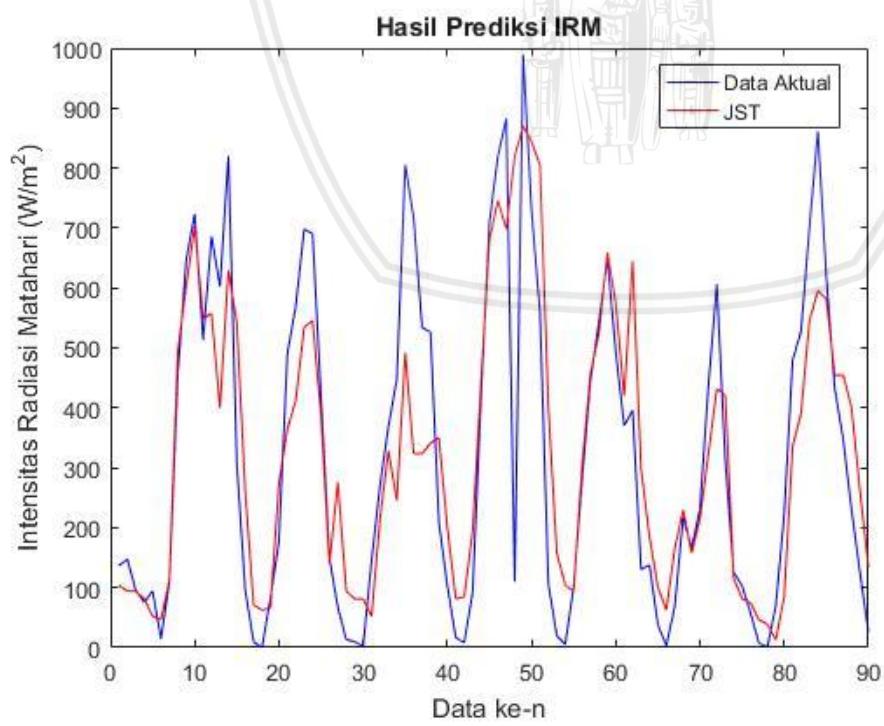
No	Aktual	Intensitas Radiasi Matahari ( $\text{W/m}^2$ )						Hasil Prediksi JST dengan Variasi Komposisi Data	
		Variasi Komposisi Data Latih dan Data Uji							
		70%- 30%	75%- 25%	80%- 20%	85%- 15%	90%- 10%	95%- 5%		
1	314,6	482,171	421,414	444,109	515,138	426,679	428,316		
2	126,9	102,197	115,629	112,541	99,5015	96,3136	107,942		
3	104,9	69,7011	81,4395	90,1889	66,4593	88,3528	71,6476		
4	59,4	67,3189	74,6313	86,3519	64,0081	85,383	64,6155		
5	9,1	63,6869	46,0911	74,2404	60,2429	74,1388	35,5392		
6	3,3	63,4074	39,2266	71,9842	59,9526	72,6385	28,5809		
7	70,6	62,9148	12,7252	64,4802	59,449	70,1418	1,71811		
8	224,2	71,2268	84,645	92,129	68,0239	89,5087	74,9813		
9	480,7	296,68	335,171	306,462	307,544	257,388	323,999		
10	528,4	411,694	390,915	398,167	440,387	367,676	394,814		
11	701,7	577,538	545,032	565,892	577,499	571,572	522,161		
12	861,8	653,667	595,521	566,854	657,873	608,088	608,596		
13	619,6	554,748	581,789	579,166	575,732	570,915	606,021		
14	433,3	466,008	454,484	517,605	491,969	502,06	480,006		
15	348,7	466,008	454,484	517,605	491,969	502,06	480,006		
16	230,9	416,867	399,956	460,247	443,759	460,183	429,441		
17	126,4	263,123	260,46	251,243	269,191	288,843	276,672		
18	27,6	130,232	134,42	125,057	127,935	105,552	128,456		
Seterusnya di lampiran									

Berikut adalah hasil peramalan disajikan dalam bentuk grafik yang dibandingkan dengan data aktual intensitas radiasi matahari yang didapat dari Stasiun Klimatologi BMKG Karangploso.



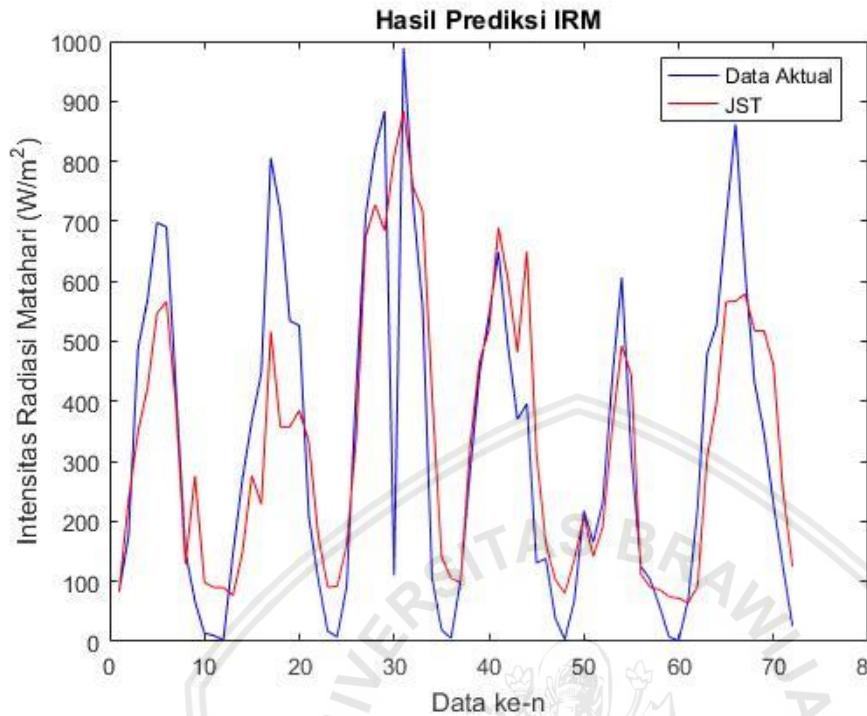
Gambar 4.1 Hasil percobaan 1 dengan komposisi variasi data 70%-30%

Gambar 4.1 menunjukkan hasil peramalan dengan komposisi data latih 70% dan data uji 30% belum mampu mendekati target uji dengan baik. Adapun nilai RMSE yang didapatkan dengan komposisi ini yaitu 138,5046  $\text{W/m}^2$ .



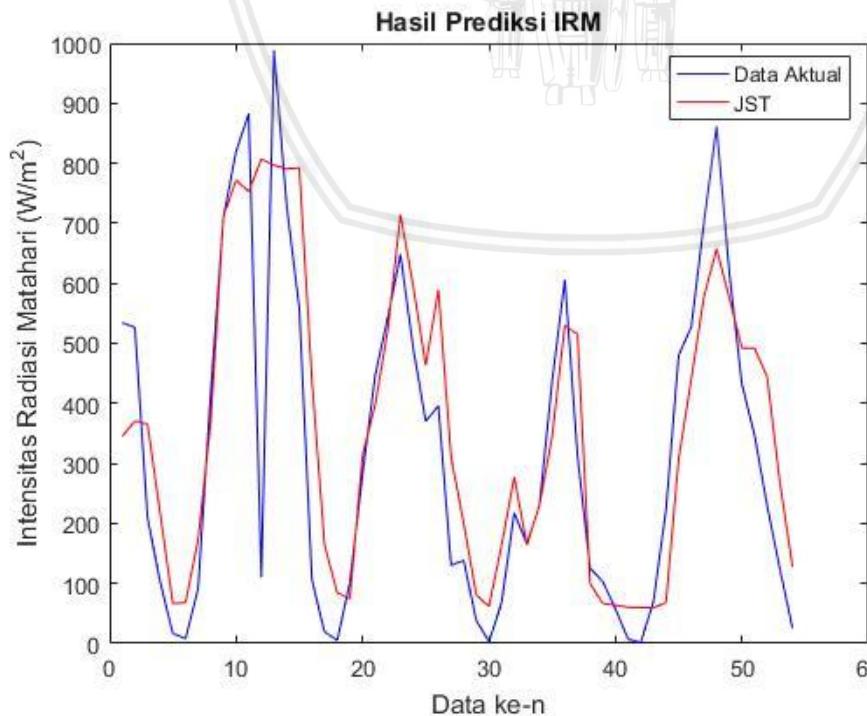
Gambar 4.2 Hasil Percobaan 2 dengan variasi komposisi data 75%-25%

Gambar 4.2 menunjukkan hasil peramalan dengan komposisi data latih 75% dan data uji 25%. Adapun nilai RMSE yang didapat dengan komposisi ini yaitu 147,0374 W/m<sup>2</sup>.



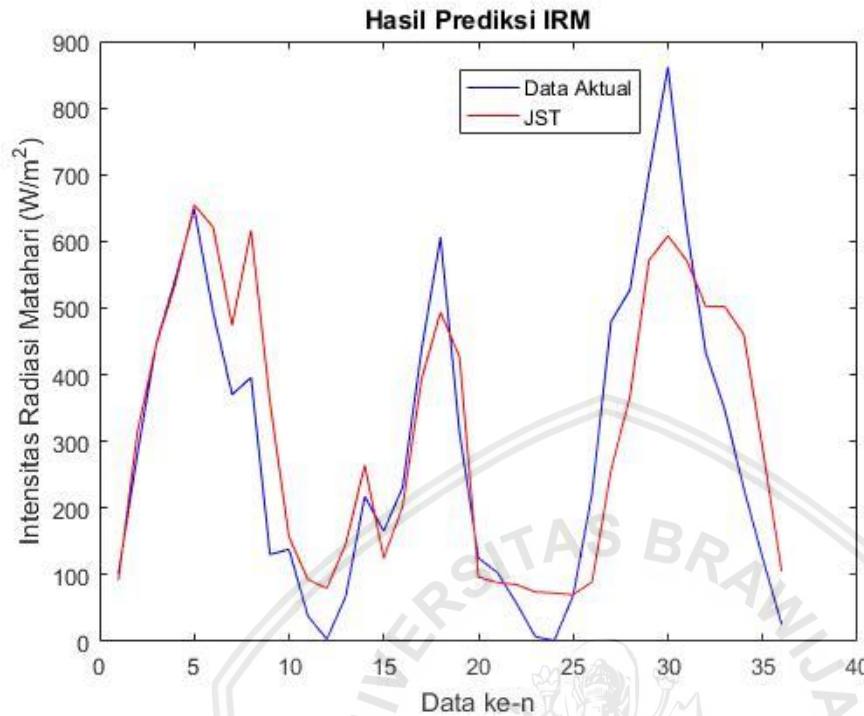
Gambar 4.3 Hasil percobaan 3 dengan variasi komposisi data 80%-20%

Gambar 4.3 menunjukkan hasil peramalan dengan komposisi data latih 80% dan data uji 20%. Adapun nilai RMSE yang didapat dengan komposisi ini yaitu 153,7218 W/m<sup>2</sup>.



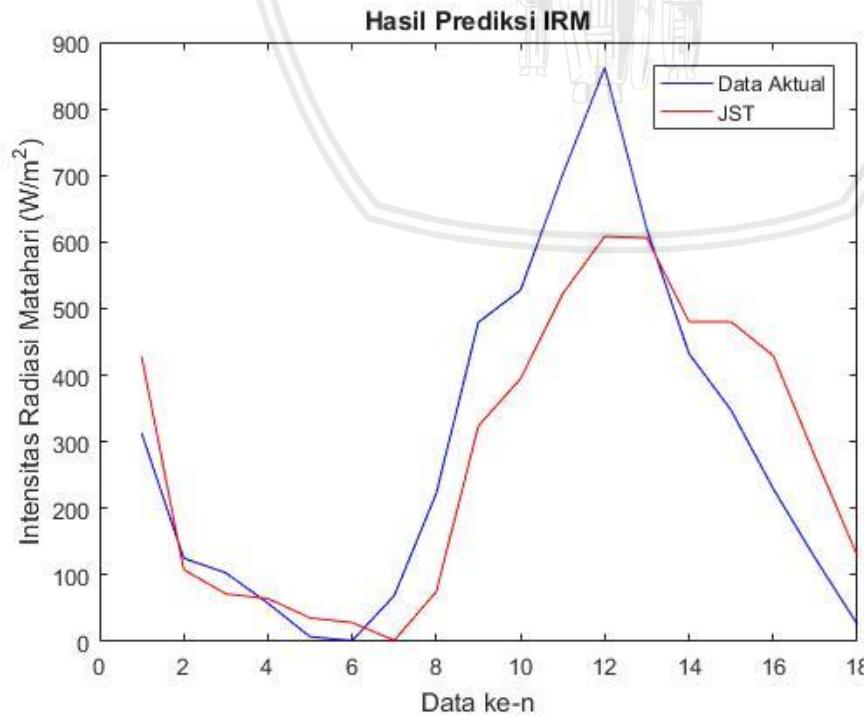
Gambar 4.4 Hasil percobaan 4 dengan variasi komposisi data 85%-15%

Gambar 4.4 menunjukkan hasil peramalan dengan komposisi data latih 85% dan data uji 15%. Adapun nilai RMSE yang didapat dengan komposisi ini yaitu 152,4763 W/m<sup>2</sup>.



Gambar 4.5 Gambar 4.5 Hasil percobaan 5 dengan variasi komposisi data 90%-10%

Gambar 4.5 menunjukkan hasil peramalan dengan komposisi data latih 90% dan data uji 10%. Adapun nilai RMSE yang didapatkan dengan komposisi ini yaitu 115,3569 W/m<sup>2</sup>.



Gambar 4.6 Hasil percobaan 6 dengan variasi komposisi data 95%-5%

Gambar 4.6 menunjukkan hasil peramalan dengan komposisi data latih 95% dan data uji 5%. Adapun nilai RMSE yang didapatkan dengan komposisi ini yaitu 123,3722 W/m<sup>2</sup>.

Dari percobaan jumlah komposisi variasi data latih dan data uji diperoleh *error* berupa RMSE dan MAE yang ditunjukkan pada tabel dibawah.

Tabel 4.5

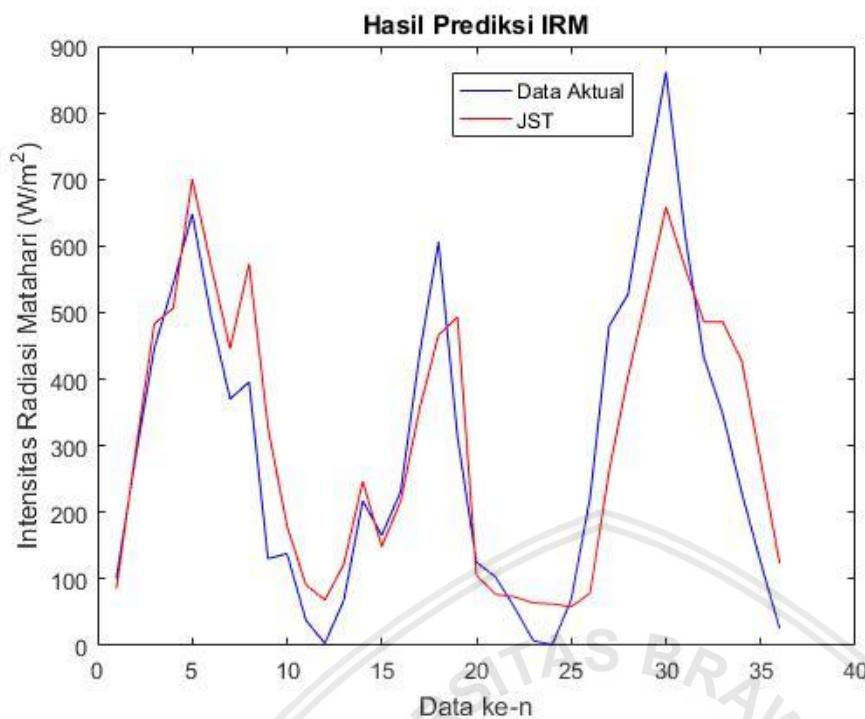
Perbandingan error pada percobaan variasi komposisi data

Komposisi	RMSE (W/m <sup>2</sup> )	MAE (W/m <sup>2</sup> )
70%-30%	138,5046	103,4584
75%-25%	147,0374	105,0871
80%-20%	153,7218	113,5273
85%-15%	152,4763	108,7019
90%-10%	115,3569	89,0556
95%-5%	123,3722	100,5228

Dari Tabel 4.5 diatas dapat dilihat bahwa nilai RMSE terkecil diperoleh dari percobaan komposisi variasi data 90%-10% sedangkan nilai RMSE terbesar diperoleh dari percobaan komposisi variasi data 80%-20%. Nilai MAE terkecil diperoleh dari percobaan dengan variasi komposisi data 90%-10% sedangkan nilai MAE terbesar diperoleh dari percobaan dengan variasi komposisi data 80%-20%. Dari percobaan variasi komposisi data dapat dilihat bahwa percobaan dengan variasi komposisi data 90% untuk data latih dan 10% untuk data uji menghasilkan peramalan terbaik.

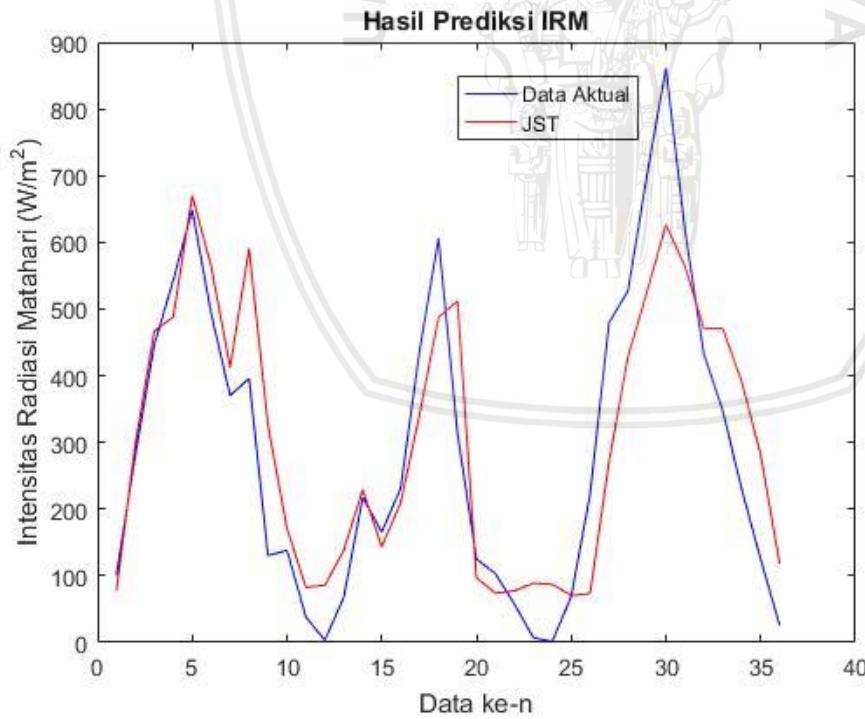
#### 4.2.2 Variasi Jumlah *Hidden Neuron*

Pada percobaan ini banyaknya pola data yang digunakan adalah 324 data latih dan 36 data uji. Pada percobaan ini model JST menggunakan algoritma pembelajaran *backpropagation*, fungsi aktivasi sigmoid biner dan fungsi pelatihan train gdx. Kemudian menentukan nilai untuk *learning rate* 0,1 dengan nilai maksimum epoch 1000 serta toleransi kesalahan sebesar 0,0001. Selanjutnya dilakukan percobaan dengan variasi jumlah neuron pada *hidden layer* dengan menggunakan kelipatan 10 (10, 20,..., 50). Berikut merupakan hasil percobaan variasi jumlah neuron pada *hidden layer* yang ditampilkan dalam tabel dan grafik.



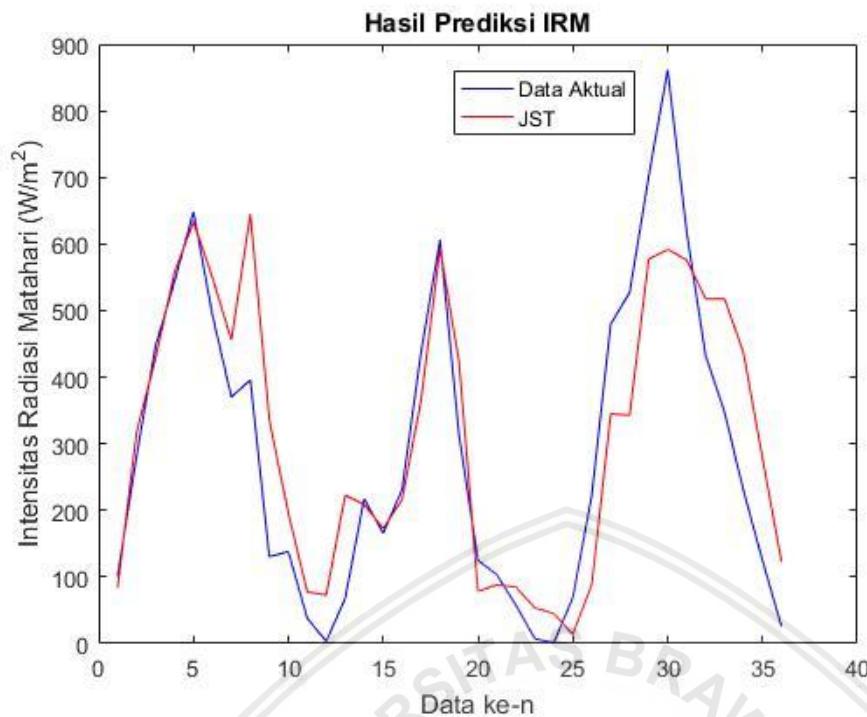
Gambar 4.7 Variasi 10 neuron *hidden layer*

Gambar 4.7 menunjukkan hasil peramalan JST dengan 10 neuron pada *hidden layer*. Pada percobaan ini didapatkan nilai RMSE sebesar  $107,8571 \text{ W}/\text{m}^2$ .



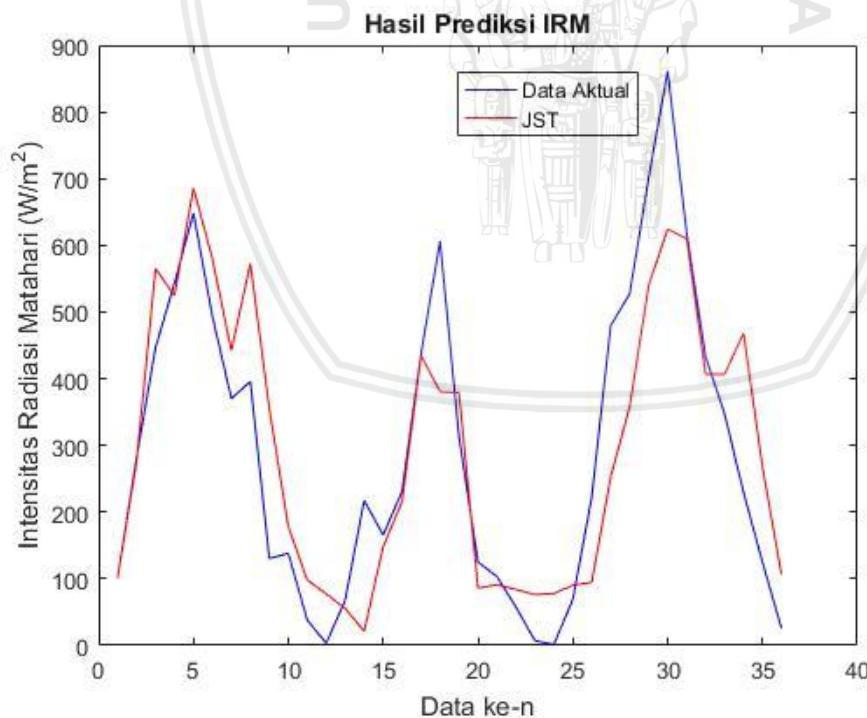
Gambar 4.8 Variasi 20 neuron *hidden layer*

Gambar 4.8 menunjukkan jumlah neuron menunjukkan hasil peramalan JST dengan 20 neuron pada *hidden layer*. Pada percobaan ini didapat nilai RMSE sebesar  $108,3061 \text{ W}/\text{m}^2$ .



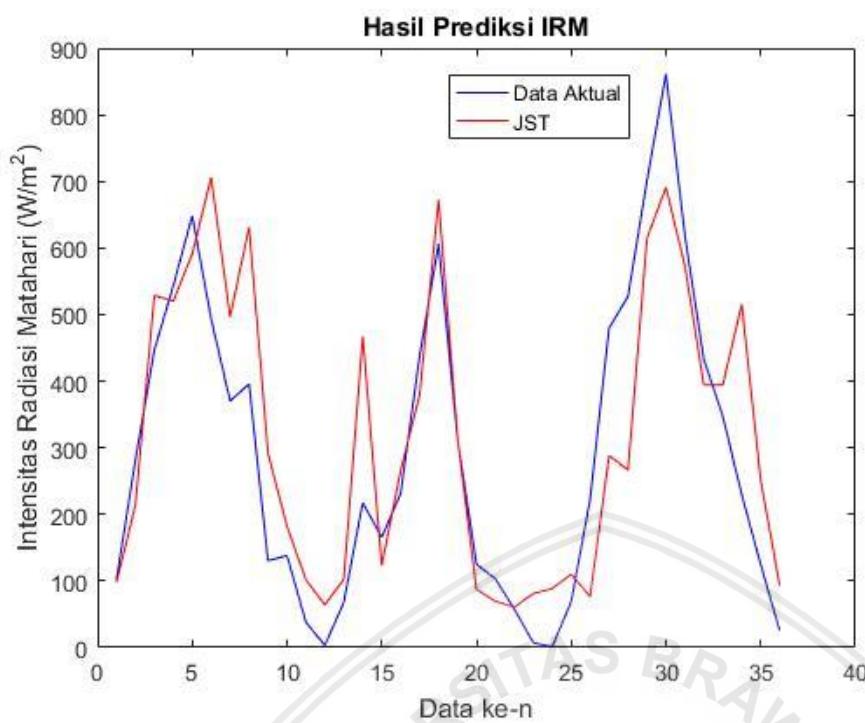
Gambar 4.9 Variasi 30 neuron *hidden layer*

Gambar 4.9 menunjukkan jumlah neuron menunjukkan hasil peramalan JST dengan 30 neuron pada *hidden layer*. Pada percobaan ini didapat nilai RMSE sebesar 111,9484  $\text{W}/\text{m}^2$ .



Gambar 4.10 Variasi 40 neuron *hidden layer*

Gambar 4.10 menunjukkan jumlah neuron menunjukkan hasil peramalan JST dengan 40 neuron pada *hidden layer*. Pada percobaan ini didapat nilai RMSE sebesar 117,3436  $\text{W}/\text{m}^2$ .



Gambar 4. 11 Variasi 50 neuron *hidden layer*

Gambar 4.11 menunjukkan jumlah neuron menunjukkan hasil peramalan JST dengan 50 neuron pada *hidden layer*. Pada percobaan ini didapat nilai RMSE sebesar 121,3536  $\text{W}/\text{m}^2$ .

Tabel 4.6  
Hasil Prediksi dengan Variasi Jumlah Neuron Hidden Layer

No	Intensitas Radiasi Matahari (W/m <sup>2</sup> )				
	Aktual	Jumlah Neuron Hidden Layer			
		10	20	30	40
1	102,9	85,65	77,42	83,79	101,41
2	282,5	288,99	297,95	316,83	275,27
3	447,5	483,32	467,26	428,35	565,01
4	544	506,69	487,91	557,04	524,43
5	649,1	700,38	670,16	633,25	686,00
6	494,2	570,00	563,90	549,42	579,60
7	371,3	445,62	412,17	455,59	442,20
8	397,1	573,33	590,77	644,82	572,82
9	132,1	327,26	325,46	335,75	355,20
10	139,8	179,74	171,14	195,98	178,04
11	39,9	91,11	82,63	77,53	98,15
12	5,2	68,40	85,74	73,01	77,12
13	69,7	121,99	138,15	222,76	55,32
14	219	246,67	229,36	208,80	21,41
15	167,2	148,60	143,20	172,88	147,89
16	232,7	216,44	209,30	216,27	216,13
17	438,7	355,60	342,20	365,15	434,41
18	607	466,31	487,63	593,31	380,65
19	314,6	493,21	511,79	423,26	378,96
20	126,9	104,97	97,00	78,56	86,32
21	104,9	76,85	74,05	88,27	91,01
22	59,4	73,23	77,40	84,77	83,96
23	9,1	63,99	88,99	53,52	76,36
24	3,3	62,55	87,19	45,15	77,93
25	70,6	58,18	70,42	13,84	90,21
26	224,2	78,83	73,68	88,61	94,73
27	480,7	261,61	271,53	344,98	253,12
28	528,4	403,66	428,89	343,02	358,28
29	701,7	528,81	525,58	577,17	539,44
30	861,8	658,52	626,39	591,52	624,36
31	619,6	568,12	564,48	576,19	609,73
32	433,3	486,07	470,59	517,72	406,75
33	348,7	486,07	470,59	517,72	406,75
34	230,9	427,13	391,02	436,29	468,28
35	126,4	277,16	281,32	278,60	267,46
36	27,6	123,79	118,12	122,85	106,27
					93,29

Melalui hasil dari percobaan maka diperoleh nilai RMSE dan MAE kemudian dilakukan perbandingan untuk mendapatkan hasil peramalan terbaik. Adapun hasil perbandingan hasil percobaan tersebut ditampilkan pada tabel 4.7.

Tabel 4.7

Perbandingan RMSE dan MAE pada percobaan variasi neuron hidden layer

Jumlah neuron	RMSE (W/m <sup>2</sup> )	MAE (W/m <sup>2</sup> )
10	107,8571	85,9764
20	108,3061	85,5314
30	111,9484	85,6030
40	117,3436	88,1674
50	121,3536	93,6107

Tabel 4.7 menunjukkan bahwa nilai RMSE terbesar didapat pada percobaan 50 neuron pada *hidden layer* yaitu 121,3536 W/m<sup>2</sup> sedangkan nilai RMSE terkecil didapat pada percobaan 10 neuron pada *hidden layer* yaitu 107,8571 W/m<sup>2</sup>. Nilai MAE terbesar didapatkan pada percobaan 50 neuron pada *hidden layer* yaitu 93,6107 W/m<sup>2</sup> sedangkan nilai MAE terkecil didapat pada percobaan 20 neuron pada *hidden layer* yaitu 85,5314 W/m<sup>2</sup>. Dari hasil ini dapat diartikan bahwa percobaan yang menghasilkan prediksi terbaik yaitu pada percobaan 10 neuron pada *hidden layer*.

## 4.2 Analisis Regresi Linier Berganda

Pada penelitian ini, peramalan intensitas radiasi matahari juga dilakukan dengan metode Regresi Linier Berganda. Metode ini merupakan metode statistika untuk melakukan peramalan. Dengan data yang dapat dari Stasiun Klimatologi BMKG Karangploso, pada metode ini akan menggunakan data suhu (°C) dan lama penyinaran matahari (LPM) sebagai variabel bebas serta data intensitas radiasi matahari (W/m<sup>2</sup>) sebagai variabel tak bebas atau variabel terikat.

Setelah variabel bebas dan variabel terikat ditentukan kemudian dilakukan komputasi dengan menggunakan Matlab. Dengan metode ini akan dilakukan percobaan dengan menggunakan variasi komposisi data untuk melakukukan peramalan. Hasil peramalan dengan regresi linier berganda dibandingkan dengan metode jaringan saraf tiruan (JST) *backpropagation*. Pada penelitian ini dilakukan percobaan dengan enam variasi komposisi data seperti terlihat pada tabel 4.8.

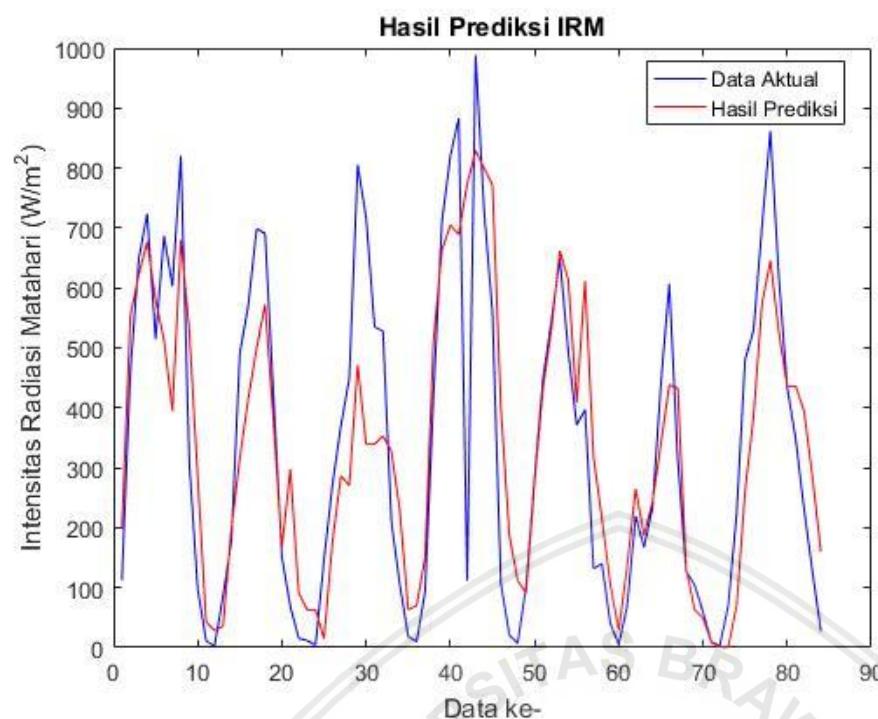
Tabel 4.8  
Variasi komposisi data latih dan data uji data BMKG

Percobaan	Data BMKG	Komposisi Data	Data Latih	Data Uji
1	360	70% - 30%	252	108
2	360	75% - 25%	270	90
3	360	80% - 20%	288	72
4	360	85% - 15%	306	54
5	360	90% - 10%	324	36
6	360	95% - 5%	342	18

Setelah dilakukan percobaan dengan keenam variasi komposisi diatas kemudian hasil dari percobaan ini dituangkan dalam bentuk tabel dan grafik.

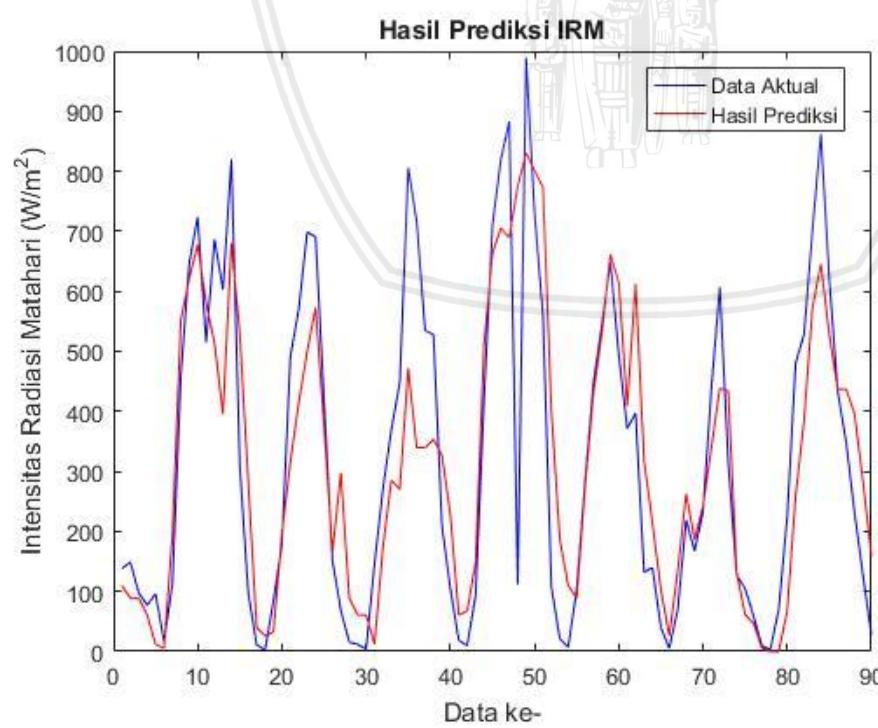
Tabel 4.9  
Hasil Prediksi dengan Regresi Linier Berganda

No	Aktual	Intensitas Radiasi Matahari (W/m <sup>2</sup> )					
		Variasi Komposisi Data Latih dan Data Uji					
		70%-30%	75%-25%	80%-20%	85%-15%	90%-10%	95%-5%
1	314,60	435,23	433,52	456,90	452,25	443,31	418,92
2	126,90	130,27	130,52	105,63	122,44	132,73	81,98
3	104,90	59,43	60,86	82,76	78,69	59,68	68,35
4	59,40	45,26	46,93	80,51	67,79	45,08	68,99
5	9,10	2,76	5,14	81,21	38,12	1,25	71,88
6	3,30	-4,33	-1,83	82,53	34,00	-6,05	72,26
7	70,60	-25,58	-22,72	88,99	23,04	-27,97	72,93
8	224,20	66,51	67,83	84,29	84,06	66,99	68,24
9	480,70	258,13	259,39	248,49	273,72	260,71	336,31
10	528,40	385,65	384,77	429,95	426,17	392,19	413,04
11	701,70	570,54	572,86	568,59	560,95	575,11	511,19
12	861,80	641,73	646,01	620,90	630,31	644,66	670,38
13	619,60	527,68	527,57	544,77	528,58	534,78	521,00
14	433,30	441,96	436,99	414,77	461,49	454,11	410,78
15	348,70	441,96	436,99	414,77	461,49	454,11	410,78
16	230,90	399,46	395,20	398,21	420,88	410,29	389,07
17	126,40	286,12	283,76	282,21	278,98	293,42	310,02
18	27,60	158,60	158,38	118,88	135,73	161,94	103,09
Seterusnya di lampiran							



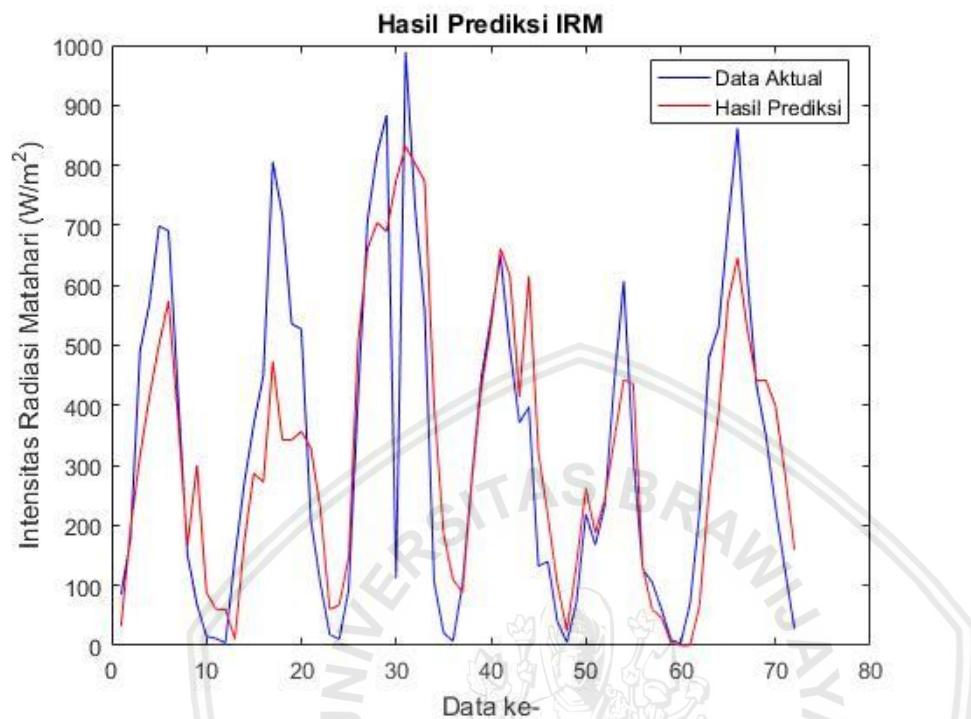
Gambar 4. 12 Permalan dengan metode Regresi Linier Berganda 70%-30%

Gambar 4.12 menunjukkan hasil peramalan intensitas radiasi matahari dengan komposisi variasi data 70% data latih dan 30% data uji. Pada komposisi ini diperoleh nilai RMSE sebesar 141,4596 W/m<sup>2</sup>.



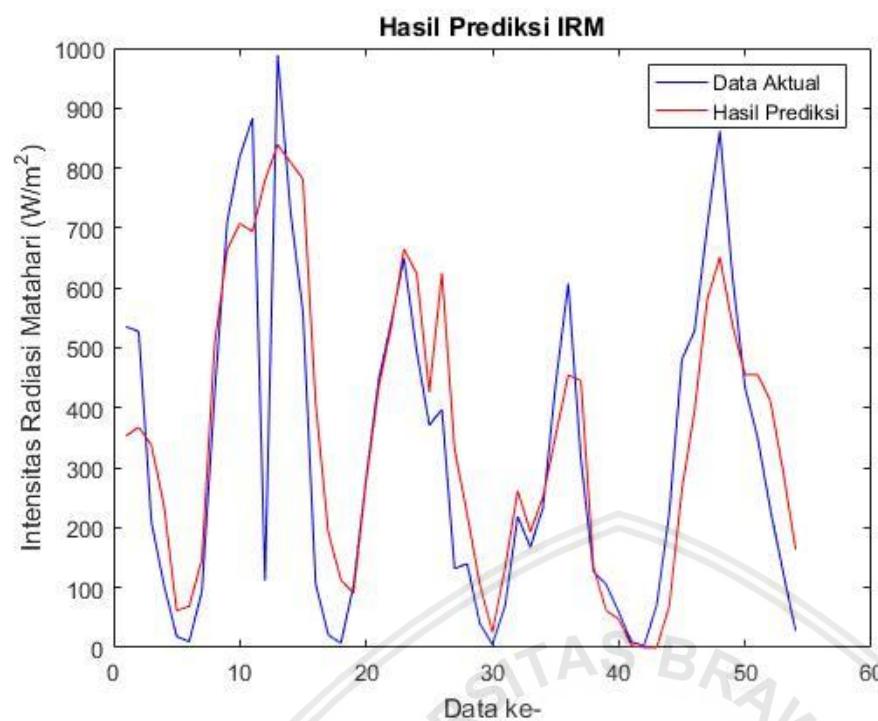
Gambar 4.13 Permalan dengan metode Regresi Linier Berganda 75%-25%

Gambar 4.13 menunjukkan hasil peramalan intensitas radiasi matahari dengan komposisi variasi data 75% data latih dan 25% data uji. Pada komposisi ini diperoleh nilai RMSE sebesar 146,6029 W/m<sup>2</sup>.



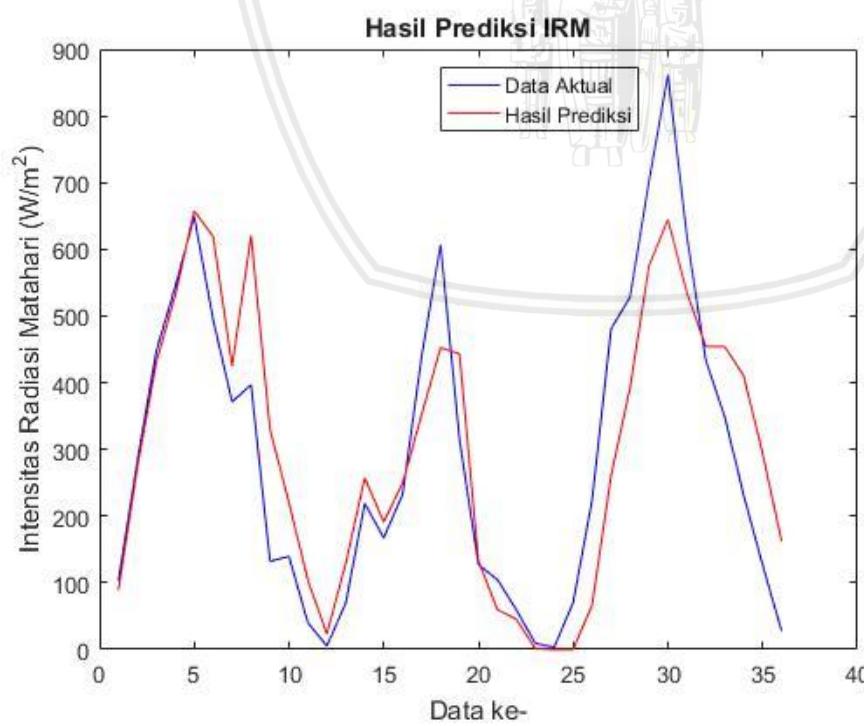
Gambar 4.14 Permalan dengan metode Regresi Linier Berganda 80%-20%

Gambar 4.14 menunjukkan hasil peramalan intensitas radiasi matahari dengan komposisi variasi data 80% data latih dan 20% data uji. Pada komposisi ini diperoleh nilai RMSE sebesar 154,6335 W/m<sup>2</sup>.



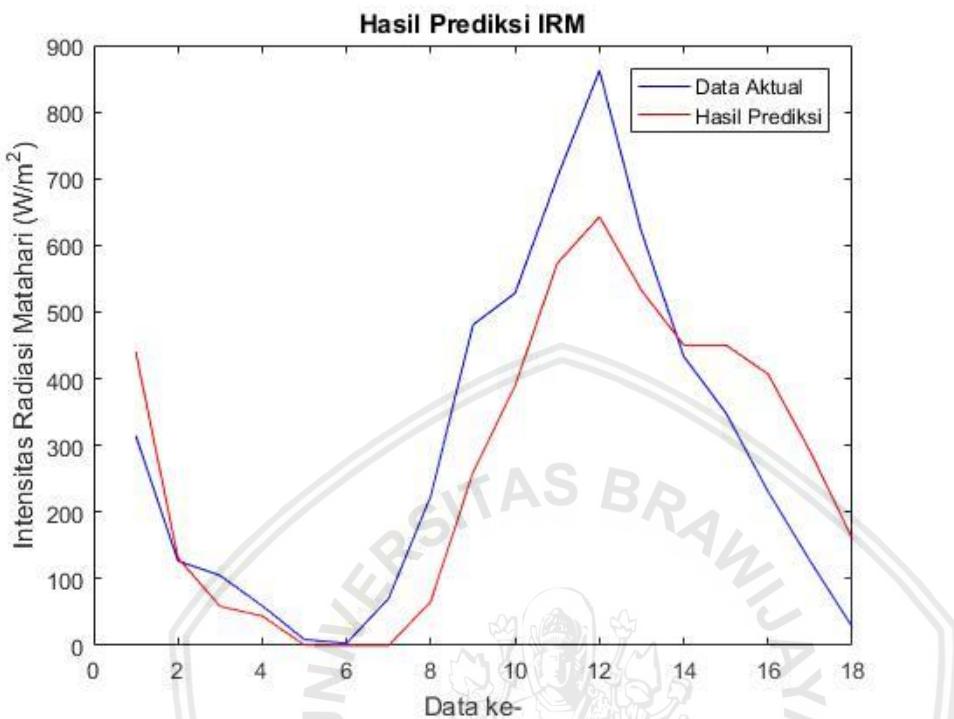
Gambar 4. 15 Peramalan dengan metode Regresi Linier Berganda 85%-15%

Gambar 4.15 menunjukkan hasil peramalan intensitas radiasi matahari dengan komposisi variasi data 85% data latih dan 15% data uji. Pada komposisi ini diperoleh nilai RMSE sebesar 152,1578  $\text{W}/\text{m}^2$ .



Gambar 4.16 Peramalan dengan metode Regresi Linier Berganda 90%-10%

Gambar 4.16 menunjukkan hasil peramalan intensitas radiasi matahari dengan komposisi variasi data 90% data latih dan 10% data uji. Pada komposisi ini diperoleh nilai RMSE sebesar 110,1697 W/m<sup>2</sup>.



Gambar 4.17 Peramalan dengan metode Regresi Linier Berganda 95%-5%

Gambar 4.17 menunjukkan hasil peramalan intensitas radiasi matahari dengan komposisi variasi data 95% data latih dan 5% data uji. Pada komposisi ini diperoleh nilai RMSE sebesar 124,7537 W/m<sup>2</sup>.

Persamaan regresi linier berganda yang diperoleh dari keenam percobaan variasi komposisi data adalah sebagai berikut.

$$Y = -1.541,5 + 285.1288X_1 + 70.8396X_2 \quad (70\%-30\%)$$

$$Y = -1.513,3 + 296.0960X_1 + 69.6542X_2 \quad (75\%-25\%)$$

$$Y = -1.536,1 + 291.1374X_1 + 70.6287X_2 \quad (80\%-20\%)$$

$$Y = -1.585,2 + 281.3227X_1 + 72.8748X_2 \quad (85\%-15\%)$$

$$Y = -1.591,1 + 274.7105X_1 + 73.0418X_2 \quad (90\%-10\%)$$

$$Y = -1.581 + 276.5568X_1 + 72.5538X_2 \quad (95\%-5\%)$$

dimana:

$X_1$  = Lama Penyinaran Matahari (jam)

$X_2$  = Suhu rata-rata (°C)

Y = Intensitas Radiasi Matahari (W/m<sup>2</sup>)

Melalui hasil dari percobaan maka diperoleh nilai RMSE dan MAE kemudian dilakukan perbandingan untuk mendapatkan hasil peramalan terbaik. Adapun hasil perbandingan hasil percobaan tersebut ditampilkan pada tabel 4.10.

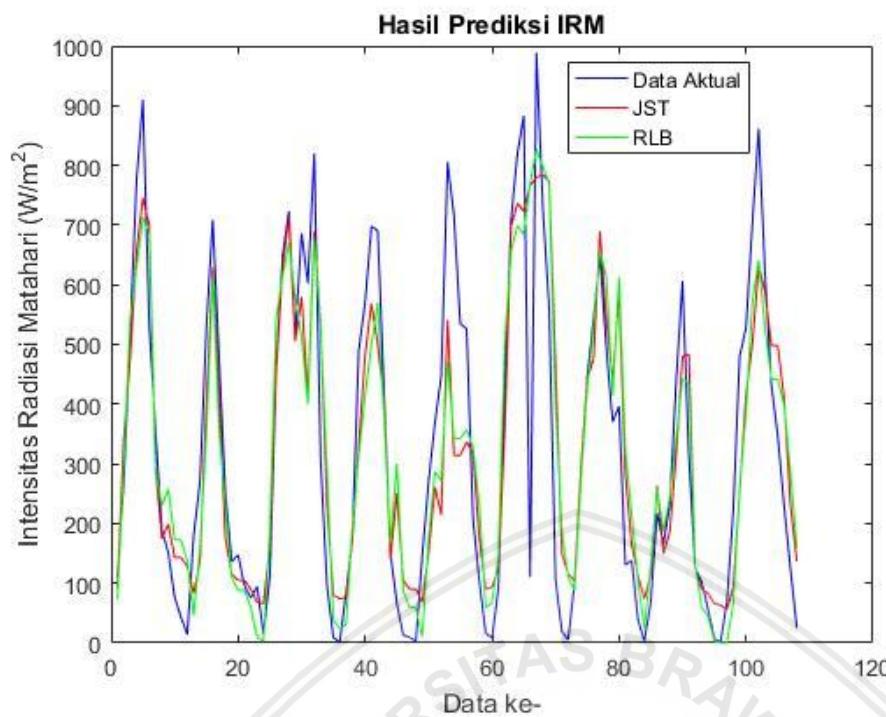
Tabel 4.10  
Hasil Perbandingan nilai RMSE dan MAE Regresi Linier Berganda

Percobaan	Komposisi	RMSE (W/m <sup>2</sup> )	MAE (W/m <sup>2</sup> )
1	70%-30%	141,4596	107,0912
2	75%-25%	146,6029	108,1700
3	80%-20%	154,6335	114,4992
4	85%-15%	152,1578	110,0675
5	90%-10%	110,1697	85,0434
6	95%-5%	124,7537	103,0638

Tabel 4.10 menunjukkan bahwa nilai RMSE terbesar didapat pada percobaan ke-3 yaitu 154,6335 W/m<sup>2</sup> sedangkan nilai RMSE terkecil didapat pada percobaan ke-5 yaitu 110,1697 W/m<sup>2</sup>. Nilai MAE terbesar didapatkan pada percobaan ke-3 yaitu 114,4992 W/m<sup>2</sup> sedangkan nilai MAE terkecil didapat pada percobaan ke-5 yaitu 85,0434 W/m<sup>2</sup>. Dari hasil ini dapat diartikan bahwa percobaan yang menghasilkan prediksi intensitas radiasi matahari terbaik adalah percobaan ke-5.

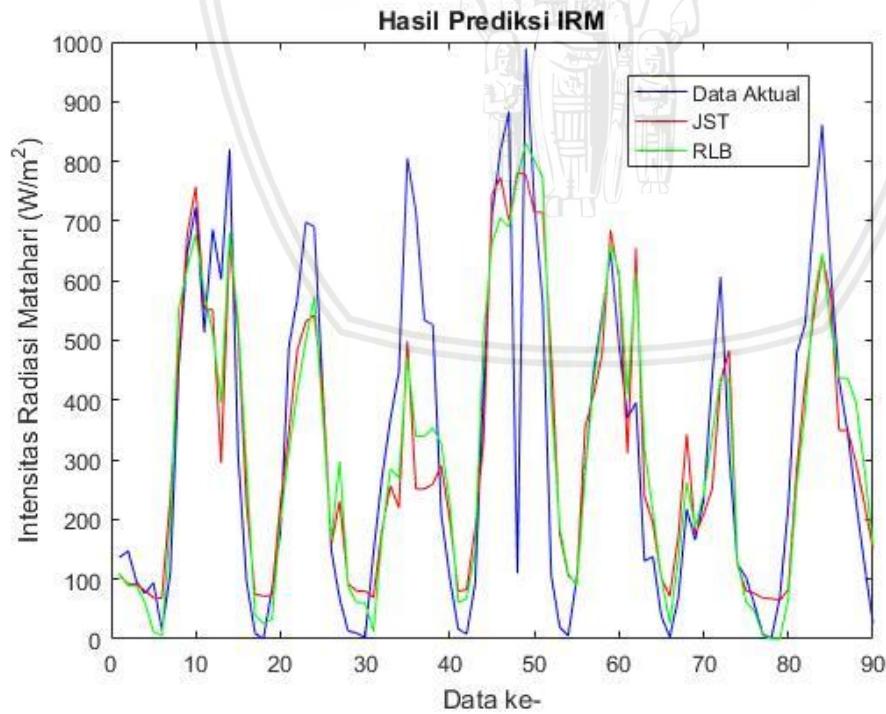
### 4.3 Perbandingan Metode Jaringan Saraf Tiruan dan Regresi Linier Berganda

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan peramalan intensitas radiasi matahari dengan metode Jaringan Saraf Tiruan dan metode Regresi Linier Berganda. Setelah dilakukan percobaan kemudian hasil peramalan dengan kedua metode tersebut kemudian dibandingkan untuk mendapatkan hasil peramalan terbaik. Hasil perbandingan ditunjukkan pada grafik berikut.



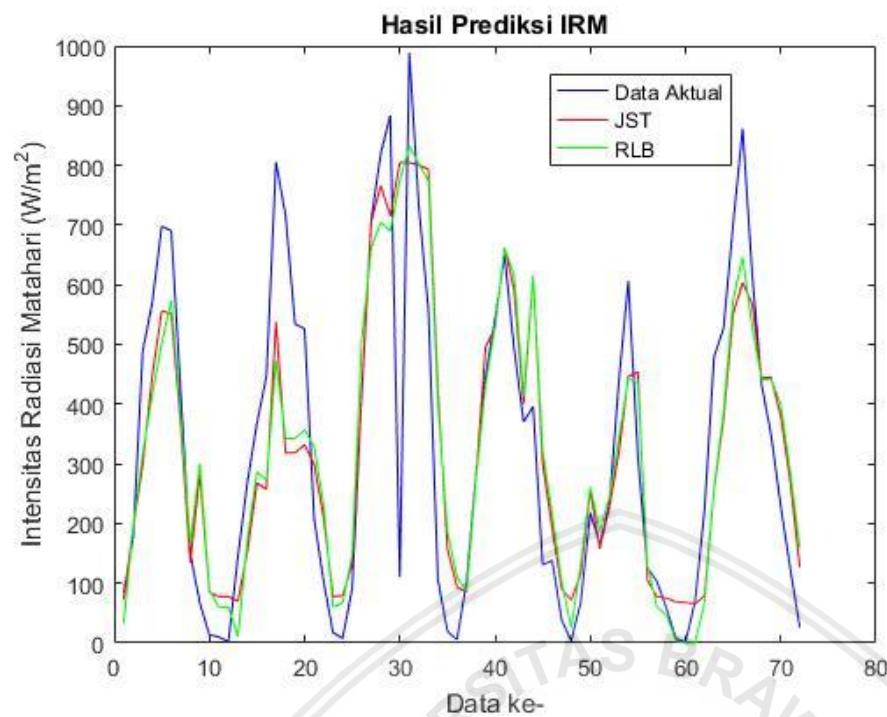
Gambar 4.18 Perbandingan Hasil Peramalan JST dan Regresi Linier Berganda 70%-30%

Gambar 4.18 menunjukkan perbandingan hasil peramalan intensitas radiasi matahari dengan komposisi variasi data 70% data latih dan 30% data uji.



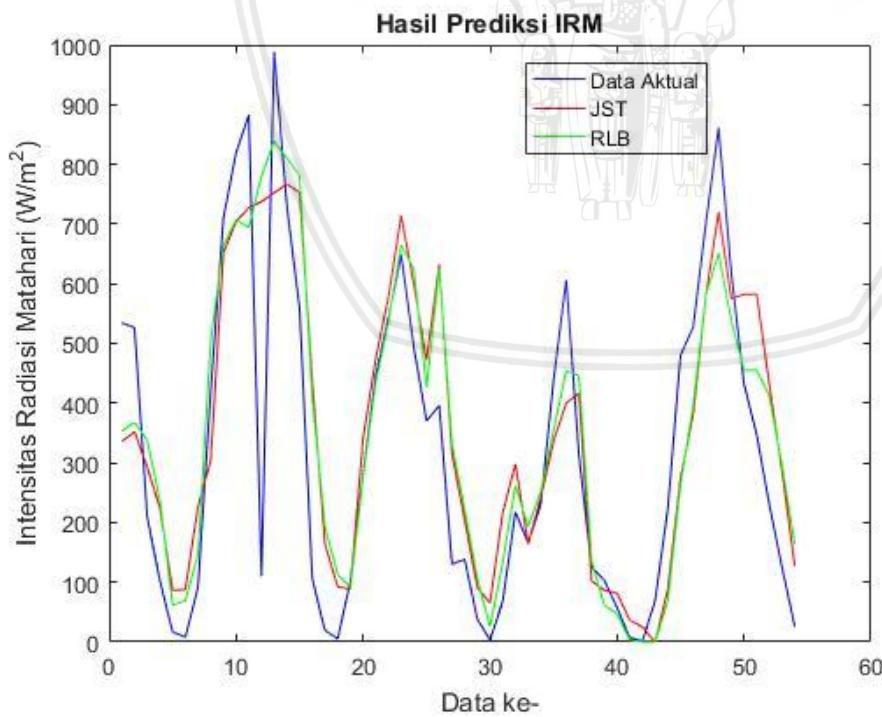
Gambar 4.19 Perbandingan Hasil Peramalan JST dan Regresi Linier Berganda 75%-25%

Gambar 4.19 menunjukkan perbandingan hasil peramalan intensitas radiasi matahari dengan komposisi variasi data 75% data latih dan 25% data uji.



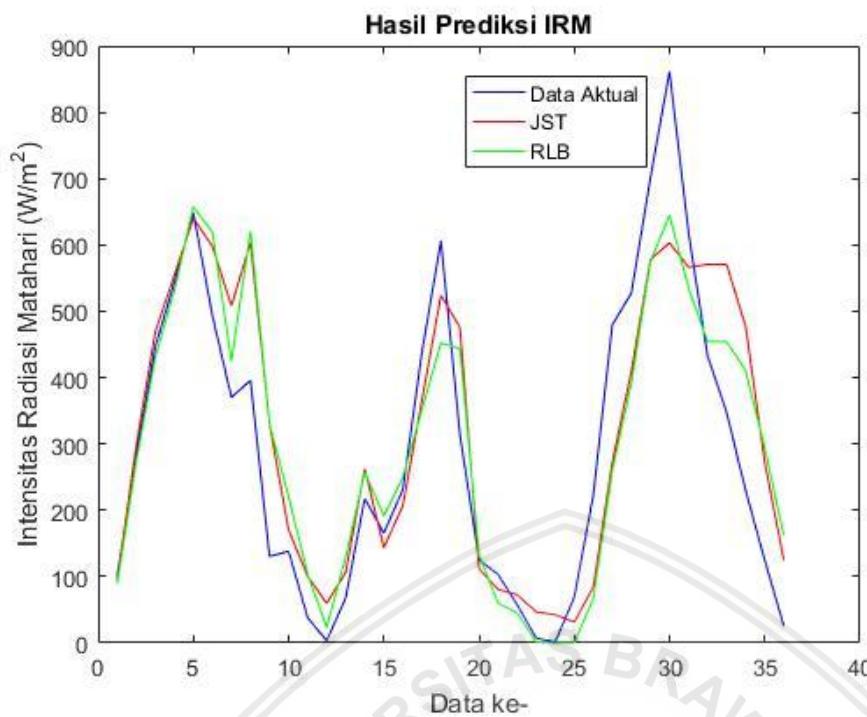
Gambar 4.20 Perbandingan Hasil Peramalan JST dan Regresi Linier Berganda 80%-20%

Gambar 4.20 menunjukkan perbandingan hasil peramalan intensitas radiasi matahari dengan komposisi variasi data 80% data latih dan 20% data uji.



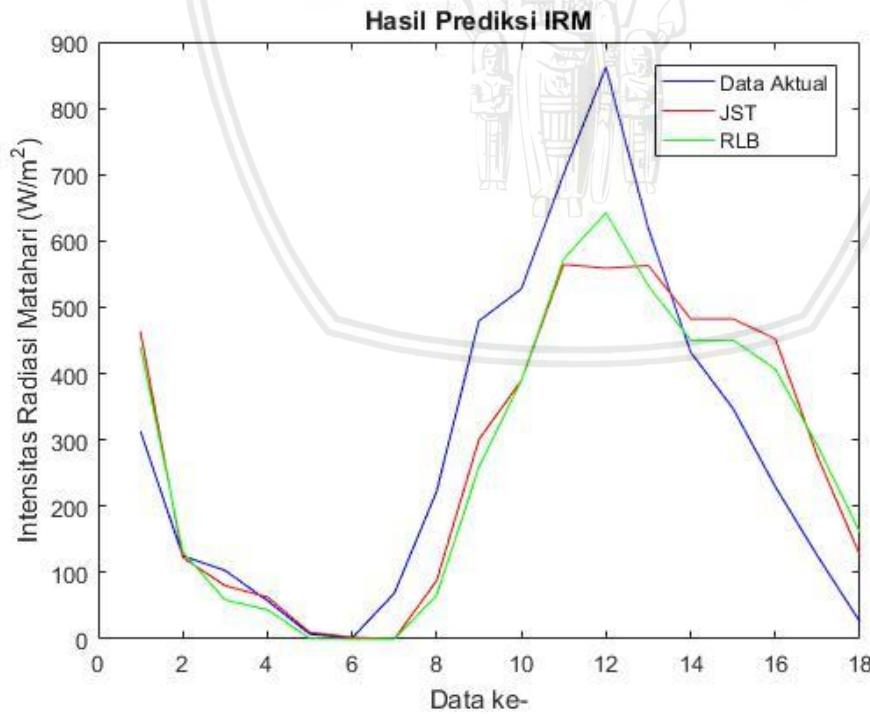
Gambar 4.21 Perbandingan Hasil Peramalan JST dan Regresi Linier Berganda 85%-15%

Gambar 4.21 menunjukkan perbandingan hasil peramalan intensitas radiasi matahari dengan komposisi variasi data 85% data latih dan 15% data uji.



Gambar 4.22 Perbandingan Hasil Peramalan JST dan Regresi Linier Berganda 90%-10%

Gambar 4.22 menunjukkan perbandingan hasil peramalan intensitas radiasi matahari dengan komposisi variasi data 90% data latih dan 10% data uji.



Gambar 4.23 Perbandingan Hasil Peramalan JST dan Regresi Linier Berganda 95%-5%

Gambar 4.23 menunjukkan perbandingan hasil peramalan intensitas radiasi matahari dengan komposisi variasi data 95% data latih dan 5% data uji.

Tabel 4.11  
Perbandingan error peramalan data BMKG

<b>Percobaan</b>	<b>Komposisi</b>	<b>JST (W/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Regresi Berganda (W/m<sup>2</sup>)</b>	
		<b>RMSE</b>	<b>MAE</b>	<b>RMSE</b>	<b>MAE</b>
1	70%-30%	138,5046	103,4584	141,4596	107,0912
2	75%-25%	147,0374	105,0871	146,6029	108,17
3	80%-20%	153,7218	113,5273	154,6335	114,4992
4	85%-15%	152,4763	108,7019	152,1578	110,0675
5	90%-10%	115,3569	89,0556	110,1697	85,0434
6	95%-5%	123,3722	100,5228	124,7537	103,0638

Dari Tabel 4.11 dapat dilihat bahwa nilai RMSE terkecil diperoleh dari percobaan variasi data 90%-10% dan nilai RMSE terbesar diperoleh dari percobaan variasi data 80%-20%. Nilai MAE terkecil diperoleh dari percobaan variasi data 90%-10% dan nilai MAE terbesar diperoleh dari percobaan variasi komposisi data 80%-20%. Pada percobaan ini variasi data yang menghasilkan peramalan terbaik adalah variasi data 90% data latih dan 10% data uji. Dari perbandingan kedua metode yang digunakan, maka dapat disimpulkan bahwa metode JST lebih baik dari pada metode regresi linier berganda dalam meramalkan intensitas radiasi matahari.

#### 4.4 Data *Meteoblue Climatology* NOAA

Pada penelitian ini digunakan data yang diperoleh dari website *Meteoblue Climatology* NOAA, yaitu kota Bassel, Swiss. Data ini digunakan untuk prediksi intensitas radiasi matahari dengan metode JST untuk rentang waktu yang lebih lama dan variabel masukan yang lebih banyak. Data yang digunakan adalah data setiap jam dengan periode Januari sampai Desember 2017. Data Kota Bassel terdiri dari data curah hujan (mm), lama penyinaran matahari (menit), suhu udara (°C) dan intensitas radiasi matahari (W/m<sup>2</sup>).

Tabel 4.12  
Karakteristik data setiap jam Kota Bassel

<b>Parameter</b>	<b>Maximum</b>	<b>Minimum</b>	<b>Average</b>	<b>Range</b>
Suhu rata-rata (°C)	34,54	-6,28	12,41	-6,28-34,54
Curah Hujan (mm)	7,4	0	0,08	0-7,4
Lama Penyinaran Matahari (menit)	60	0	15,65	0-60
Intensitas Radiasi Matahari (W/m <sup>2</sup> )	881,99	0	166,91	0-881,99

#### 4.6 Analisis Jaringan Saraf Tiruan Data Kota Bassel

Pada penelitian ini dilakukan percobaan dengan metode JST dengan 3 variabel masukan data, yaitu curah hujan (mm), lama penyinaran matahari (menit), dan suhu rata-rata ( $^{\circ}\text{C}$ ). Percobaan ini dilakukan dengan bantuan Matlab untuk mendapatkan prediksi intensitas radiasi matahari dengan data yang diperoleh dari NOOA. Model JST yang digunakan untuk peramalan data NOOA ditunjukkan pada tabel 4.13.

Tabel 4.13  
Parameter JST Data NOOA

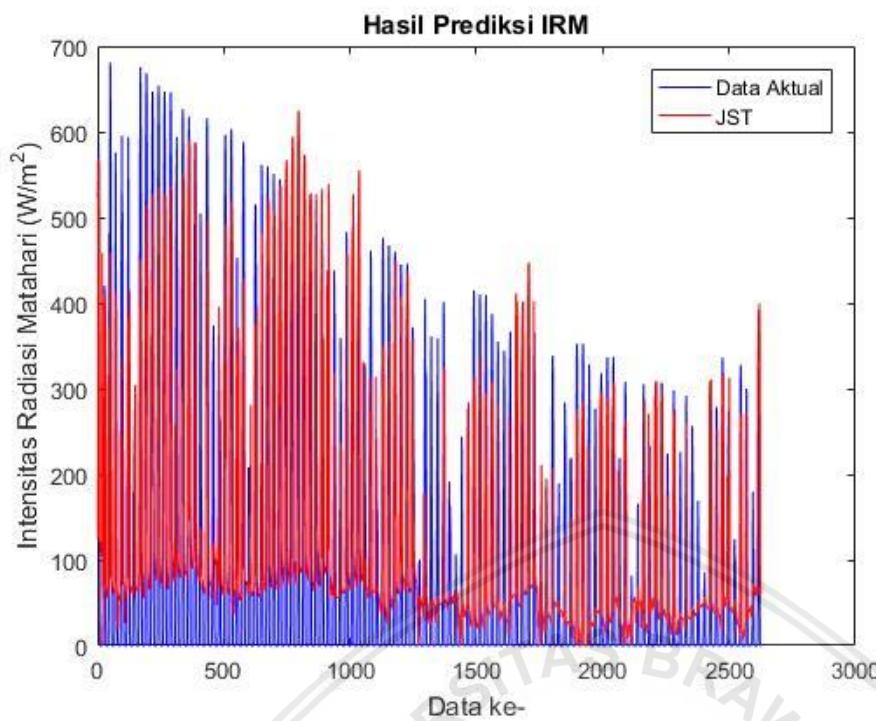
Parameter	Keterangan
Masukan	Suhu udara, Curah hujan, Lama Penyinaran Matahari
Keluaran	Intensitas Radiasi Matahari
Algoritma Pembelajaran	Propagasi balik ( <i>Backpropagation</i> )
Fungsi Aktivasi	Sigmoid Biner
Fungsi Pelatihan	traingdx
Maksimum epoch	1000
Jumlah neuron <i>hidden layer</i>	10
Learning rate	0,1
Toleransi kesalahan	0,0001

Pada percobaan ini juga dilakukan percobaan dengan variasi komposisi data. Berikut merupakan variasi komposisi data yang digunakan pada percobaan JST dengan data NOOA ditunjukkan dalam Tabel 4.14.

Tabel 4.14  
Variasi Komposisi Data Kota Bassel

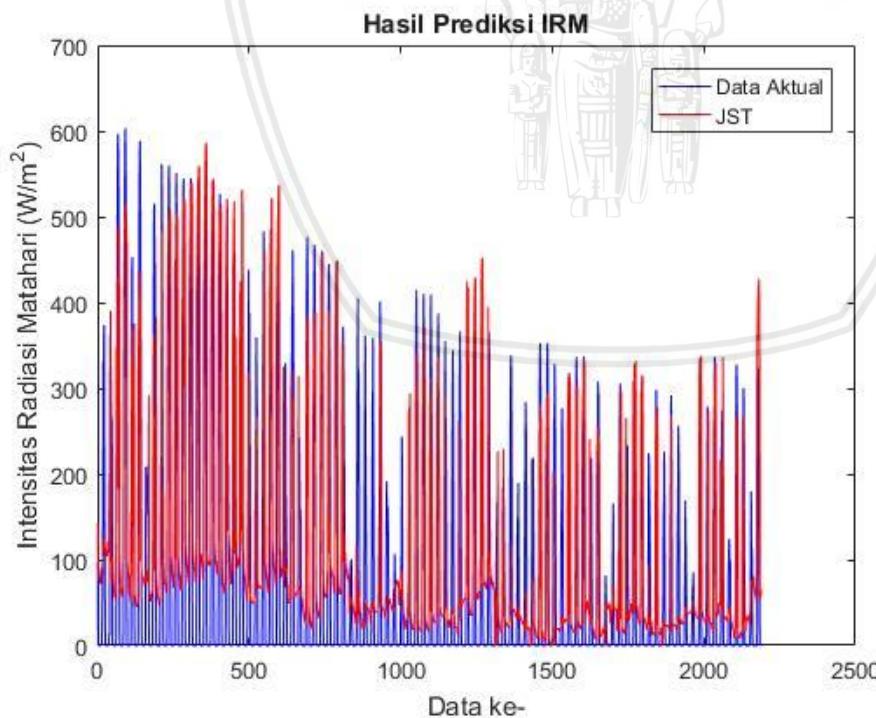
Percobaan	Data NOOA	Komposisi Data	Data Latih	Data Uji
1	8760	70% - 30%	6132	2628
2	8760	75% - 25%	6570	2190
3	8760	80% - 20%	7008	1752
4	8760	85% - 15%	7446	1314
5	8760	90% - 10%	7884	876
6	8760	95% - 5%	8322	438

Setelah data divariasikan komposisinya kemudian dilakukan percobaan dengan menggunakan model JST yang telah ditentukan dengan mensimulasikannya di Matlab. Setelah percobaan selesai dilakukan satu persatu, maka hasil prediksi intensitas radiasi matahari dibandingkan dengan data aktual seperti terlihat dalam grafik berikut.



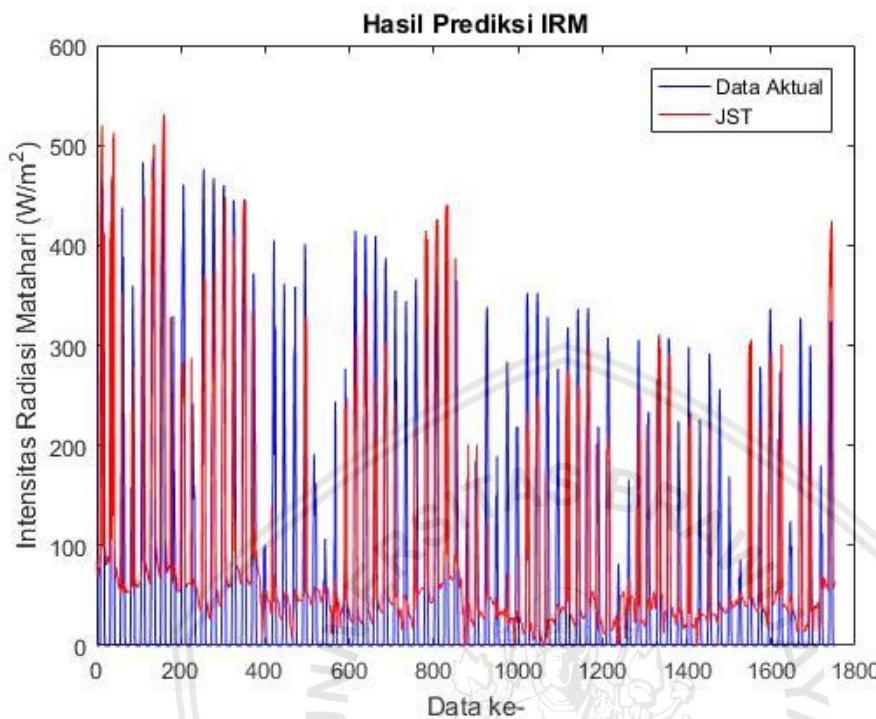
Gambar 4.24 Komposisi Data 70%-30%

Gambar 4.24 menunjukkan hasil peramalan intensitas radiasi matahari dengan komposisi variasi data 70% data latih dan 30% data uji. Pada komposisi ini diperoleh nilai RMSE sebesar 114,1867  $\text{W}/\text{m}^2$ .



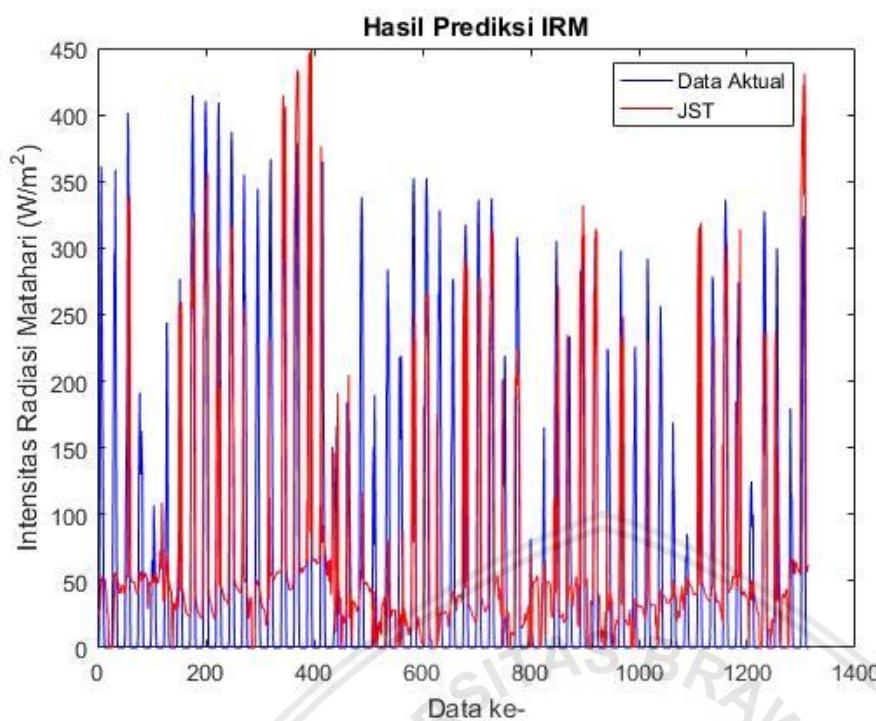
Gambar 4.25 Komposisi Data 75%-25%

Gambar 4.25 menunjukkan hasil peramalan intensitas radiasi matahari dengan komposisi variasi data 75% data latih dan 25% data uji. Pada komposisi ini diperoleh nilai RMSE sebesar 105,3349 W/m<sup>2</sup>.



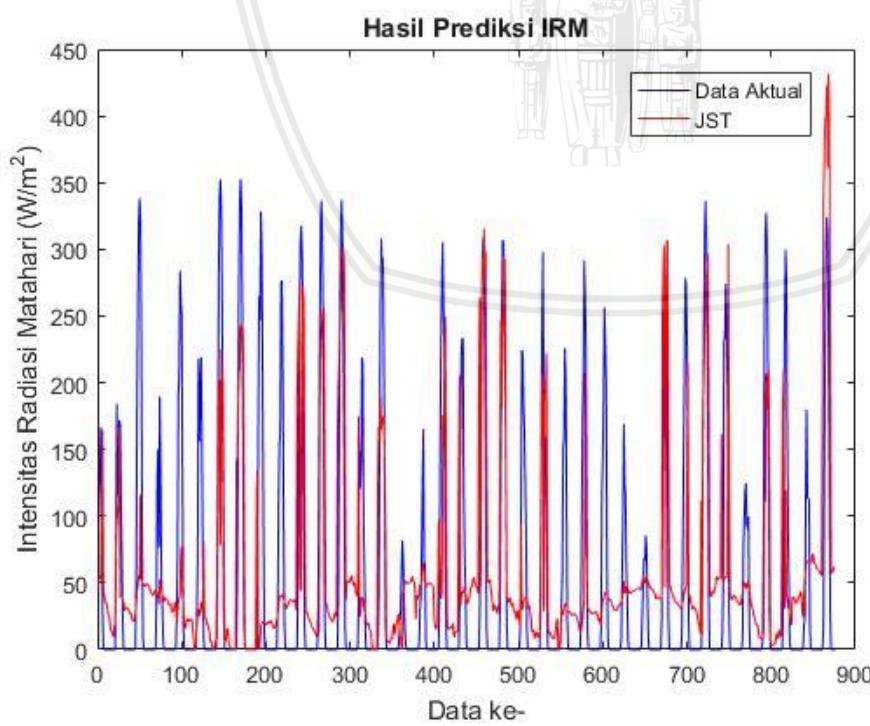
Gambar 4.26 Komposisi Data 80%-20%

Gambar 4.26 menunjukkan hasil peramalan intensitas radiasi matahari dengan komposisi variasi data 80% data latih dan 20% data uji. Pada komposisi ini diperoleh nilai RMSE sebesar 91,7179 W/m<sup>2</sup>.



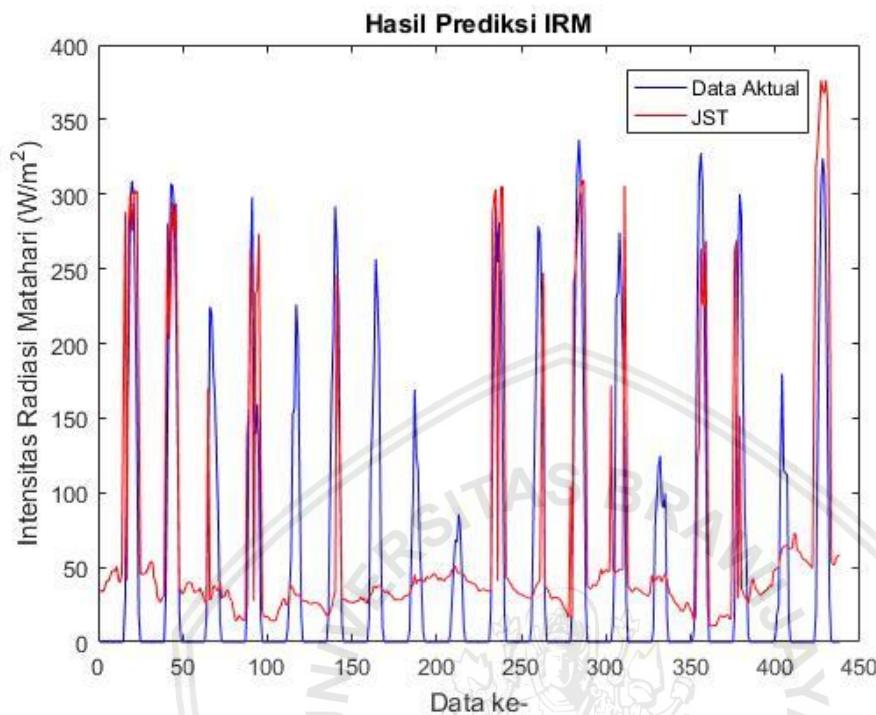
Gambar 4.27 Komposisi Data 85%-15%

Gambar 4.27 menunjukkan hasil peramalan intensitas radiasi matahari dengan komposisi variasi data 85% data latih dan 15% data uji. Pada komposisi ini diperoleh nilai RMSE sebesar 86,2326  $\text{W}/\text{m}^2$ .



Gambar 4.28 Komposisi Data 90%-10%

Gambar 4.28 menunjukkan hasil peramalan intensitas radiasi matahari dengan komposisi variasi data 90% data latih dan 10% data uji. Pada komposisi ini diperoleh nilai RMSE sebesar 78,1101 W/m<sup>2</sup>.



Gambar 4.29 Komposisi Data 95%-5%

Gambar 4.29 menunjukkan hasil peramalan intensitas radiasi matahari dengan komposisi variasi data 95% data latih dan 5% data uji. Pada komposisi ini diperoleh nilai RMSE sebesar 75,2603 W/m<sup>2</sup>.

Melalui hasil dari percobaan variasi komposisi data, maka diperoleh nilai RMSE dan MAE kemudian dilakukan perbandingan untuk mendapatkan hasil peramalan terbaik. Adapun hasil perbandingan hasil percobaan tersebut ditampilkan pada tabel 4.14.

Tabel 4.15  
Perbandingan RMSE dan MAE JST Kota Bassel

Percobaan	Komposisi	RMSE (W/m <sup>2</sup> )	MAE (W/m <sup>2</sup> )
1	70%-30%	114,1867	84,0499
2	75%-25%	105,3349	75,4929
3	80%-20%	91,7179	66,5953
4	85%-15%	86,2326	60,6525
5	90%-10%	78,1101	54,3449
6	95%-5%	75,2603	51,8844

Tabel 4.15 menunjukkan bahwa nilai RMSE terbesar didapat pada percobaan ke-1 yaitu 114,1867 W/m<sup>2</sup> sedangkan nilai RMSE terkecil didapat pada percobaan ke-6 yaitu 75,2603 W/m<sup>2</sup>. Nilai MAE terbesar didapatkan pada percobaan ke-1 yaitu 84,0499 W/m<sup>2</sup> sedangkan nilai MAE terkecil didapat pada percobaan ke-6 yaitu 51,8844 W/m<sup>2</sup>. Dari hasil

ini dapat diartikan bahwa percobaan yang menghasilkan peramalan intensitas radiasi matahari terbaik adalah percobaan ke-6.

#### 4.7 Analisis Regresi Linier Berganda Data Bassel

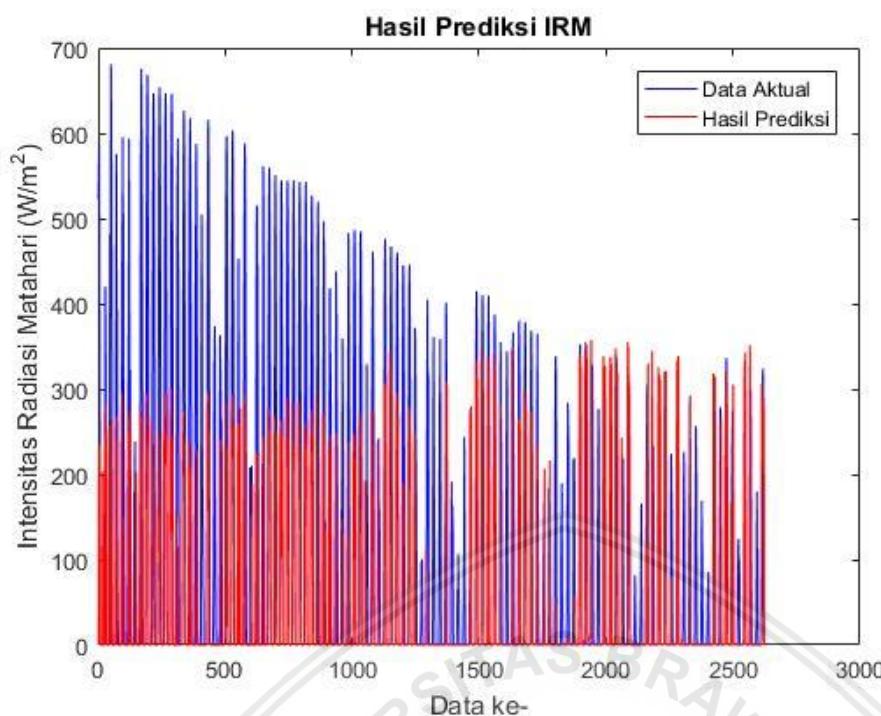
Pada penelitian ini dilakukan percobaan dengan metode regresi linier berganda dengan 3 variabel bebas, yaitu curah hujan (mm), lama penyinaran matahari (menit), dan suhu rata-rata ( $^{\circ}\text{C}$ ). Percobaan ini dilakukan dengan mengubah jumlah variasi data latih dan data uji. Penelitian dengan regresi linier berganda dilakukan enam percobaan jumlah variasi data latih dan data uji seperti ditunjukkan pada tabel 4.16.

Tabel 4.16

Variasi Komposisi Data Kota Bassel

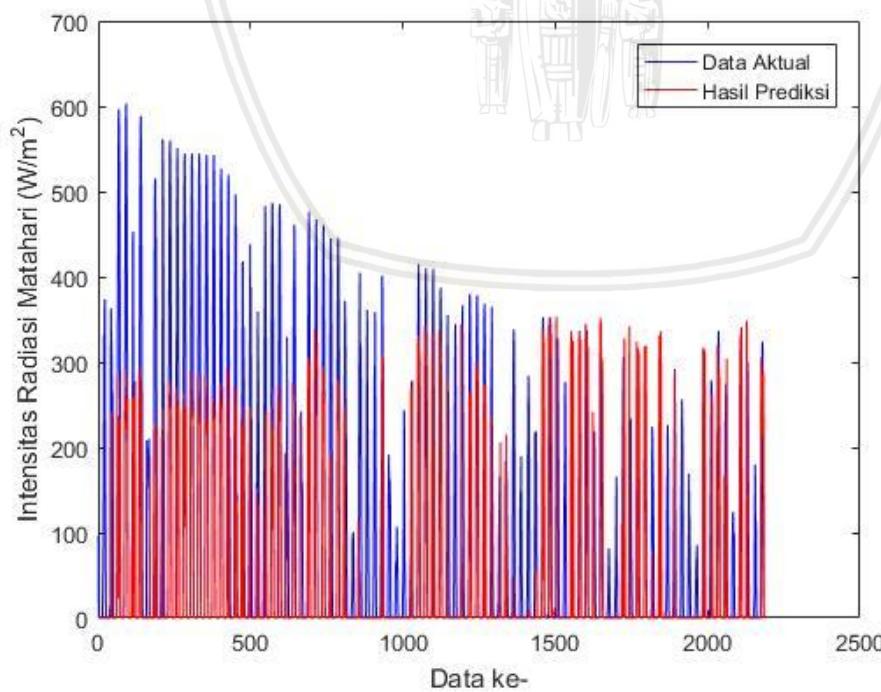
Percobaan	Data NOOA	Komposisi Data	Data Latih	Data Uji
1	8760	70% - 30%	6132	2628
2	8760	75% - 25%	6570	2190
3	8760	80% - 20%	7008	1752
4	8760	85% - 15%	7446	1314
5	8760	90% - 10%	7884	876
6	8760	95% - 5%	8322	438

Setelah komposisi data divariasikan, kemudian dilakukan percobaan dengan menggunakan metode regresi linier berganda di Matlab. Setelah percobaan selesai dilakukan, maka hasil peramalan intensitas radiasi matahari dibandingkan dengan data aktual seperti terlihat dalam grafik berikut.



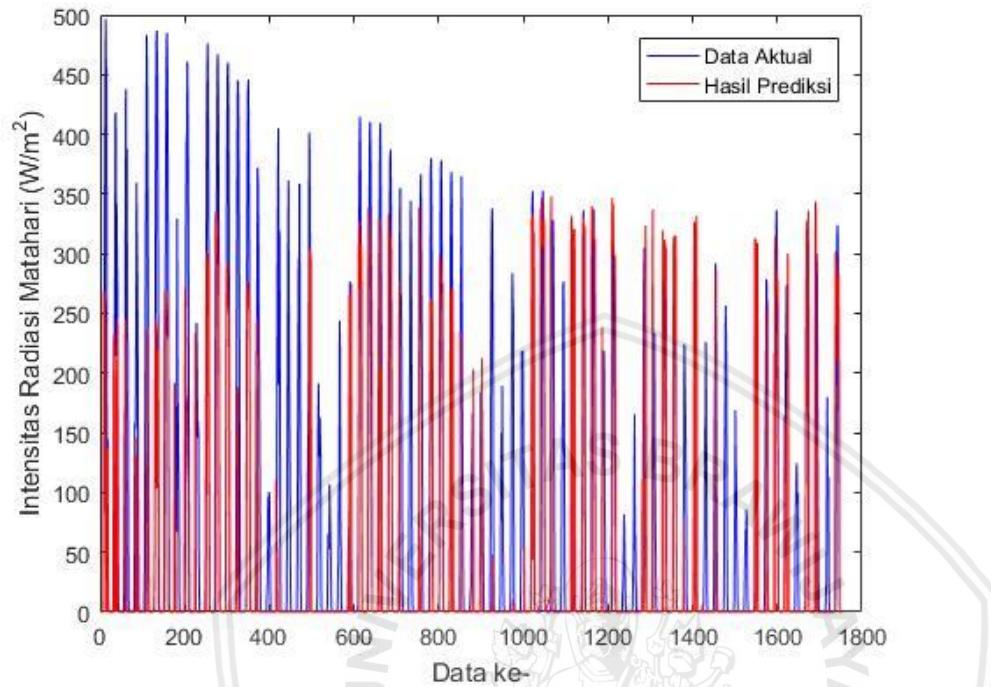
Gambar 4.30 Hasil Peramalan Regresi Linier Berganda Variasi Komposisi 70%-30%

Gambar 4.30 menunjukkan hasil peramalan intensitas radiasi matahari dengan komposisi variasi data 70% data latih dan 30% data uji. Pada komposisi ini diperoleh nilai RMSE sebesar 158,2437 W/m<sup>2</sup>.



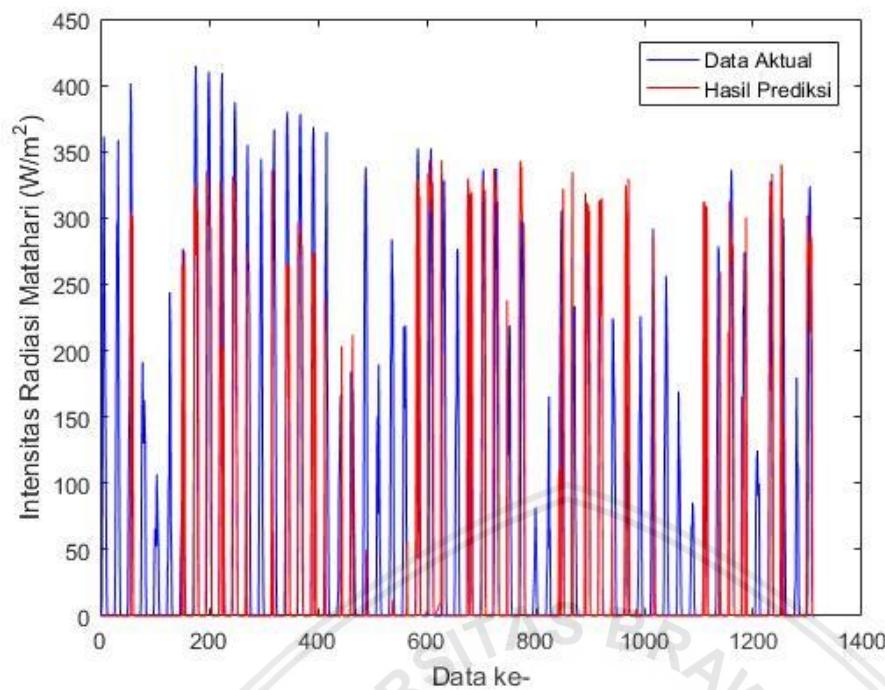
Gambar 4.31 Hasil Peramalan Regresi Linier Berganda Variasi Komposisi 75%-25%

Gambar 4.31 menunjukkan hasil peramalan intensitas radiasi matahari dengan komposisi variasi data 75% data latih dan 25% data uji. Pada komposisi ini diperoleh nilai RMSE sebesar 136,6146 W/m<sup>2</sup>.



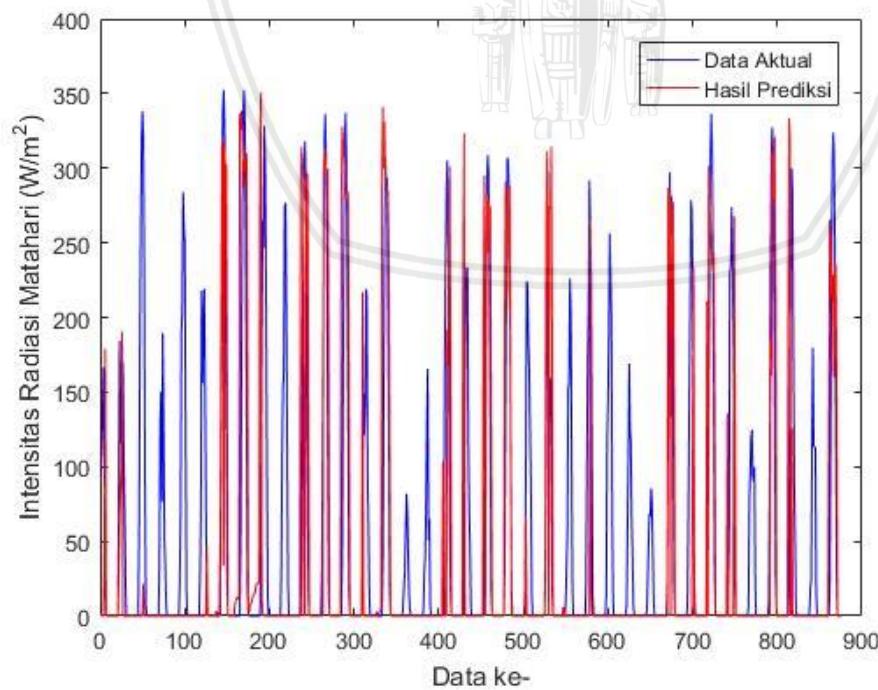
Gambar 4.32 Hasil Peramalan Regresi Linier Berganda Variasi Komposisi 80% - 20%

Gambar 4.32 menunjukkan hasil peramalan intensitas radiasi matahari dengan komposisi variasi data 80% data latih dan 20% data uji. Pada komposisi ini diperoleh nilai RMSE sebesar 122,6485 W/m<sup>2</sup>.



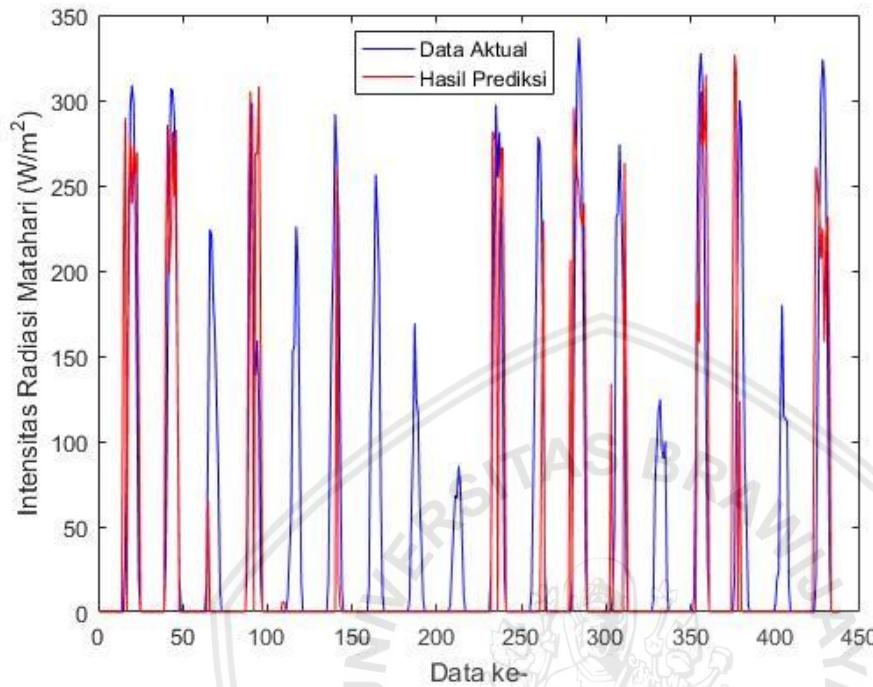
Gambar 4.33 Hasil Peramalan Regresi Linier Berganda Variasi Komposisi 85%-15%

Gambar 4.33 menunjukkan hasil peramalan intensitas radiasi matahari dengan komposisi variasi data 85% data latih dan 15% data uji. Pada komposisi ini diperoleh nilai RMSE sebesar 110,1877 W/m<sup>2</sup>.



Gambar 4.34 Hasil Peramalan Regresi Linier Berganda Variasi Komposisi 90%-10%

Gambar 4.34 menunjukkan hasil peramalan intensitas radiasi matahari dengan komposisi variasi data 90% data latih dan 10% data uji. Pada komposisi ini diperoleh nilai RMSE sebesar 111,6524 W/m<sup>2</sup>.



*Gambar 4.35 Hasil Peramalan Regresi Linier Berganda Variasi Komposisi 95%-5%*

Gambar 4.35 menunjukkan hasil peramalan intensitas radiasi matahari dengan komposisi variasi data 95% data latih dan 5% data uji. Pada komposisi ini diperoleh nilai RMSE sebesar 103,5776 W/m<sup>2</sup>.

Persamaan regresi linier berganda yang diperoleh dari keenam percobaan variasi komposisi data adalah sebagai berikut.

$$Y = -7,1403 + 7,2730X_1 - 5,3053X_2 + 6,0058X_3 \quad (70\%-30\%)$$

$$Y = -7,7377 + 7,2147X_1 - 5,0769X_2 + 5,9642X_3 \quad (75\%-25\%)$$

$$Y = -8,1394 + 7,0336X_1 - 4,9134X_2 + 5,8873X_3 \quad (80\%-20\%)$$

$$Y = -8,5852 + 6,9471X_1 - 4,4873X_2 + 5,8393X_3 \quad (85\%-15\%)$$

$$Y = -8,6646 + 7,0197X_1 - 7,9619X_2 + 5,7469X_3 \quad (90\%-10\%)$$

$$Y = -8,5754 + 7,1573X_1 - 7,6927X_2 + 5,6298X_3 \quad (95\%-5\%)$$

dimana:

$X_1$  = Curah hujan (mm)

$X_2$  = Suhu rata-rata (°C)

$X_3$  = Lama Penyinaran Matahari (menit)

Y = Intensitas Radiasi Matahari (W/m<sup>2</sup>)

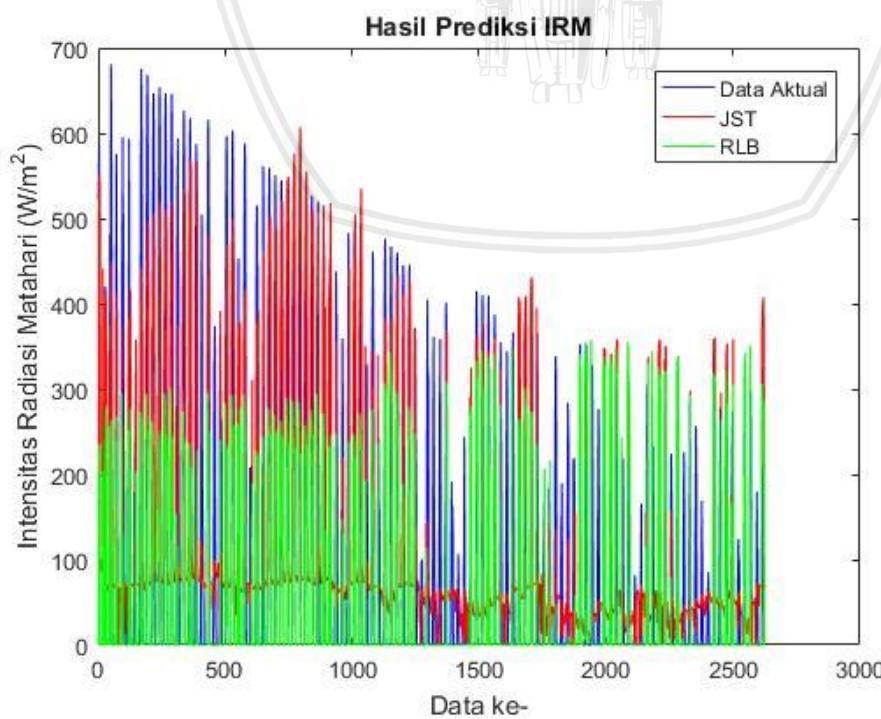
Tabel 4.17  
Perbandingan Hasil RMSE dan MAE Kota Bassel

Percobaan	Komposisi	RMSE (W/m <sup>2</sup> )	MAE (W/m <sup>2</sup> )
1	70%-30%	158,2437	109,6143
2	75%-25%	136,6146	94,7010
3	80%-20%	122,6485	83,0013
4	85%-15%	110,1877	71,3495
5	90%-10%	111,6524	76,8232
6	95%-5%	103,5776	74,6899

Tabel 4.17 menunjukkan bahwa nilai RMSE terbesar didapat pada percobaan ke-1 yaitu 158,2437 W/m<sup>2</sup> sedangkan nilai RMSE terkecil didapat pada percobaan ke-6 yaitu 103,5776 W/m<sup>2</sup>. Nilai MAE terbesar didapatkan pada percobaan ke-1 yaitu 109,6143 W/m<sup>2</sup> sedangkan nilai MAE terkecil didapat pada percobaan ke-4 yaitu 71,3495 W/m<sup>2</sup>. Dari hasil ini dapat diartikan bahwa percobaan yang menghasilkan peramalan intensitas radiasi matahari terbaik adalah percobaan ke-6.

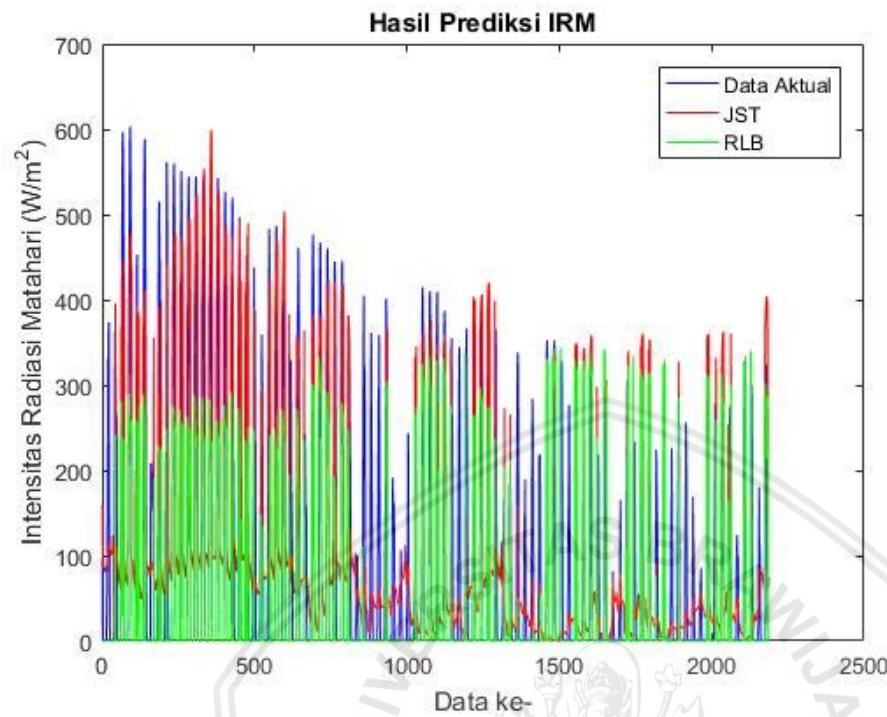
#### 4.8 Perbandingan Metode JST dan Regresi Linier Berganda Data Bassel

Pada penelitian ini, dilakukan percobaan dengan metode JST dan regresi linier berganda. Hasil dari kedua metode ini kemudian dibandingkan untuk mendapatkan metode peramalan paling baik. Perbandingan dilakukan dengan menghitung nilai kesalahan terkecil dari kedua metode.



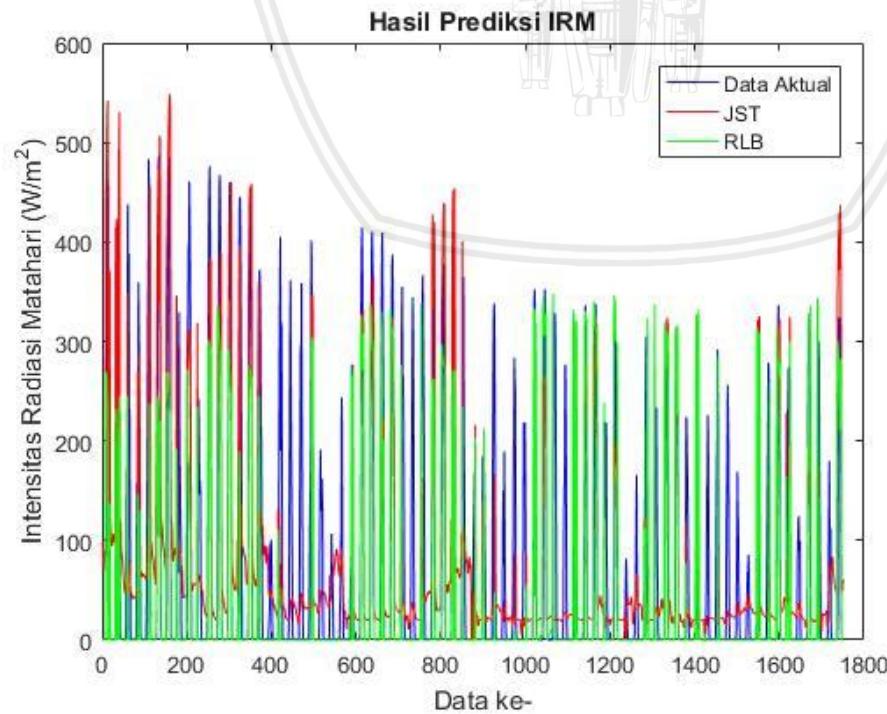
Gambar 4.36 Perbandingan JST dan Regresi Linier Berganda 70%-30%

Gambar 4.36 menunjukkan perbandingan hasil peramalan intensitas radiasi matahari Kota Bassel dengan komposisi variasi data 70% data latih dan 30% data uji.



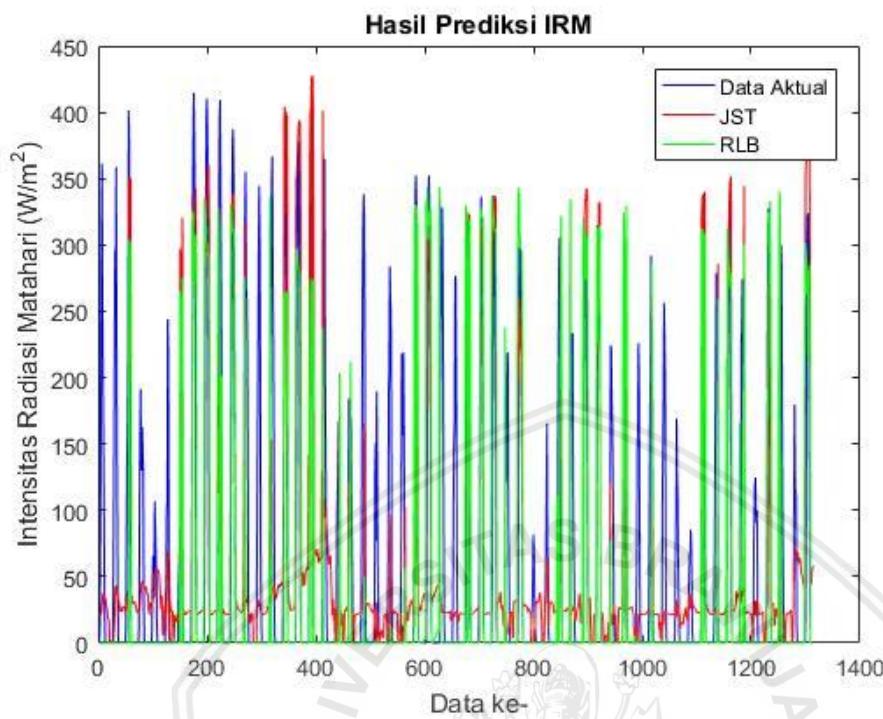
*Gambar 4.37 Perbandingan JST dan Regresi Linier Berganda 75%-25%*

Gambar 4.37 menunjukkan perbandingan hasil peramalan intensitas radiasi matahari Kota Bassel dengan komposisi variasi data 75% data latih dan 25% data uji.



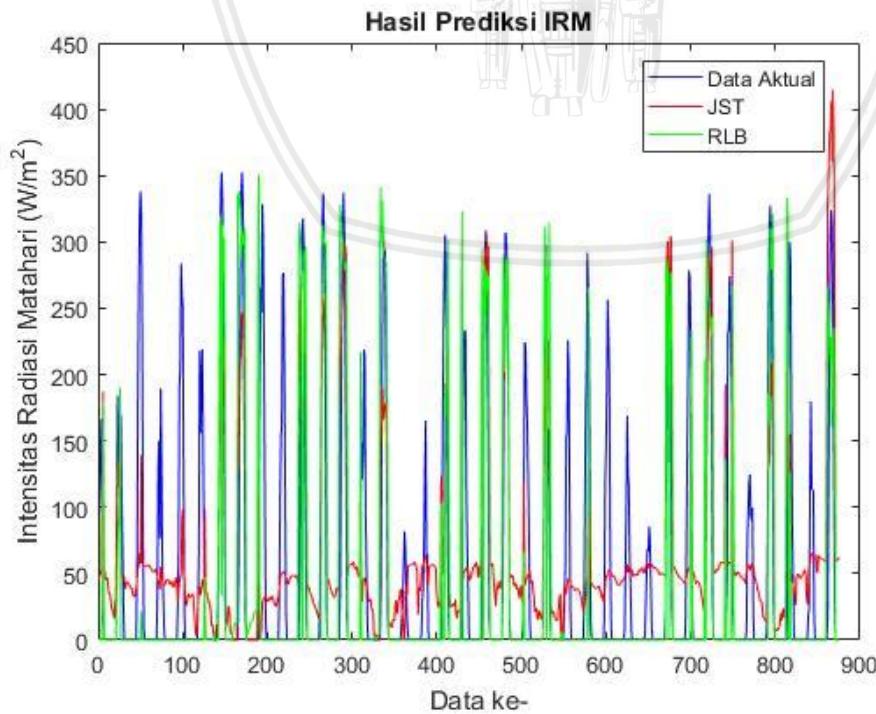
*Gambar 4.38 Perbandingan JST dan Regresi Linier Berganda 80%-20%*

Gambar 4.38 menunjukkan perbandingan hasil peramalan intensitas radiasi matahari Kota Bassel dengan komposisi variasi data 80% data latih dan 20% data uji.



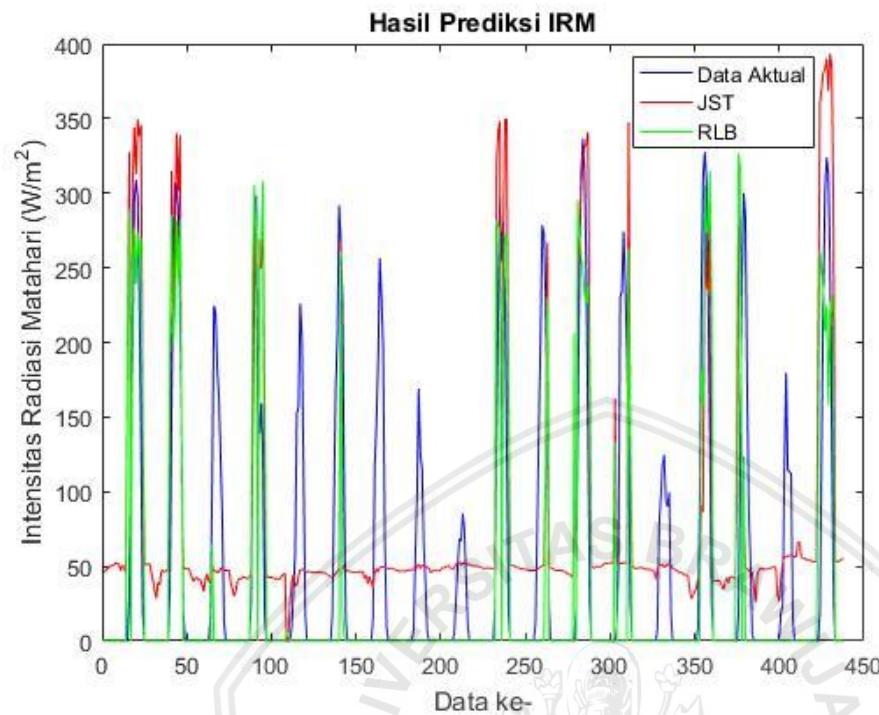
Gambar 4.39 Perbandingan JST dan Regresi Linier Berganda 85%-15%

Gambar 4.39 menunjukkan perbandingan hasil peramalan intensitas radiasi matahari Kota Bassel dengan komposisi variasi data 85% data latih dan 15% data uji.



Gambar 4.40 Perbandingan JST dan Regresi Linier Berganda 90%-10%

Gambar 4.40 menunjukkan perbandingan hasil peramalan intensitas radiasi matahari Kota Bassel dengan komposisi variasi data 90% data latih dan 10% data uji.



Gambar 4.41 Perbandingan JST dan Regresi Linier Berganda 95%-5%

Gambar 4.41 menunjukkan perbandingan hasil peramalan intensitas radiasi matahari Kota Bassel dengan komposisi variasi data 95% data latih dan 5% data uji.

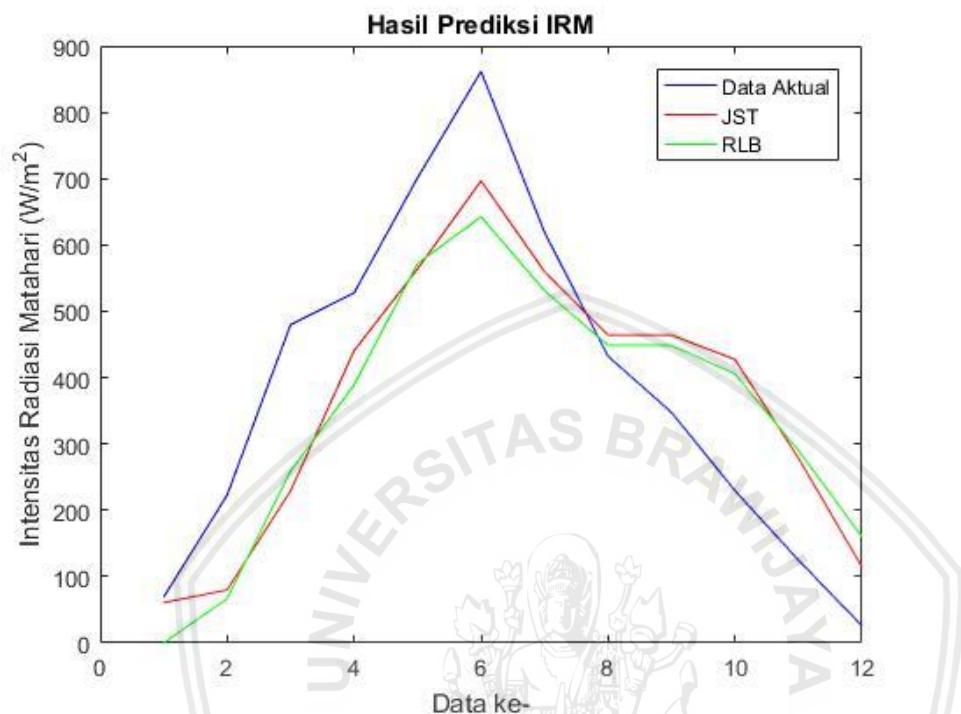
Tabel 4.18  
Perbandingan Nilai *Error* metode JST dan Regresi Linier Berganda

<b>Percobaan</b>	<b>Komposisi</b>	<b>JST (W/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Regresi Berganda (W/m<sup>2</sup>)</b>	
		<b>RMSE</b>	<b>MAE</b>	<b>RMSE</b>	<b>MAE</b>
1	70%-30%	114,1867	84,0499	158,2437	109,6143
2	75%-25%	105,3349	75,4929	136,6146	94,7010
3	80%-20%	91,7179	66,5953	122,6485	83,0013
4	85%-15%	86,2326	60,6525	110,1877	71,3495
5	90%-10%	78,1101	54,3449	111,6524	76,8232
6	95%-5%	75,2603	51,8844	103,5776	74,6899

#### 4.9 Perbandingan Metode JST dan Regresi Linier Berganda untuk Prediksi Jangka Pendek

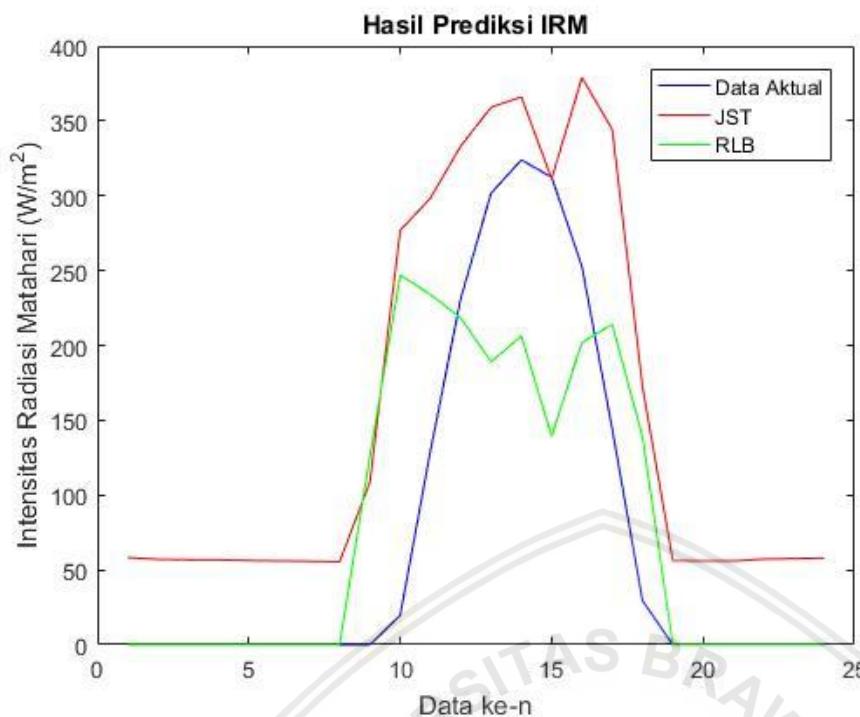
Pada penelitian ini dilakukan percobaan peramalan intensitas radiasi matahari dalam jangka pendek yaitu 1 hari, 1 minggu dan 1 bulan. Data yang digunakan merupakan data BMKG yang menggunakan variabel suhu rata-rata, lama penyinaran matahari, dan intensitas radiasi matahari. Selain data BMKG, peramalan jangka pendek juga dilakukan

pada data Meteobue Climatology Kota Bassel dengan menggunakan variabel suhu rata-rata, lama penyinaran matahari, dan intensitas radiasi matahari. Data yang digunakan dianalisis dengan metode Regresi linier berganda 2 prediktor, Regresi linier berganda 3 prediktor dan JST.



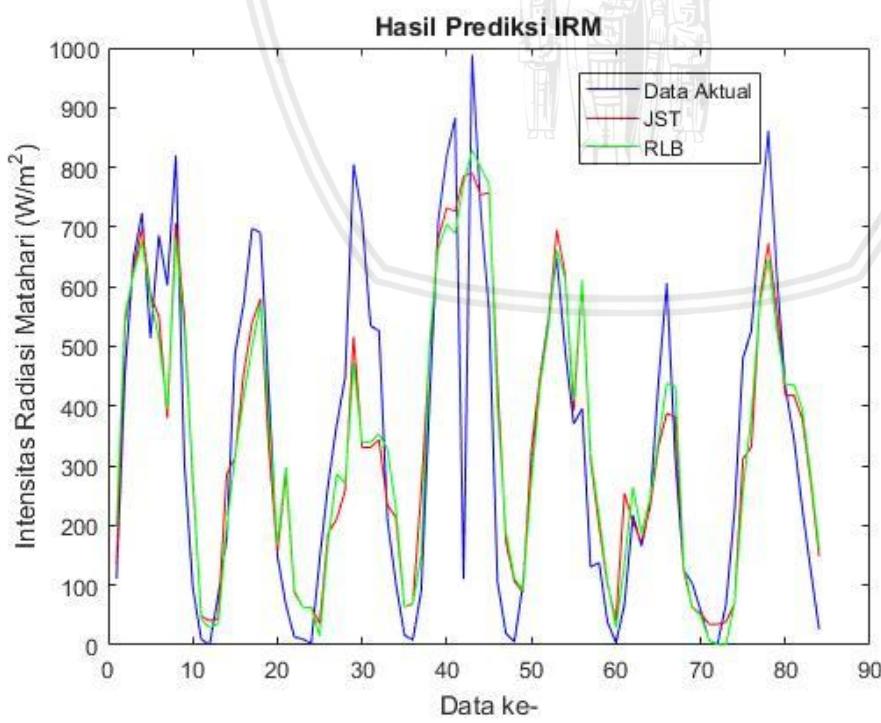
Gambar 4.42 Peramalan JST dan Regresi Linier Berganda data BMKG 1 Hari

Gambar 4.42 menunjukkan perbandingan hasil peramalan intensitas radiasi matahari Kota Malang dengan komposisi variasi data latih data selama satu bulan dan data uji selama satu hari.



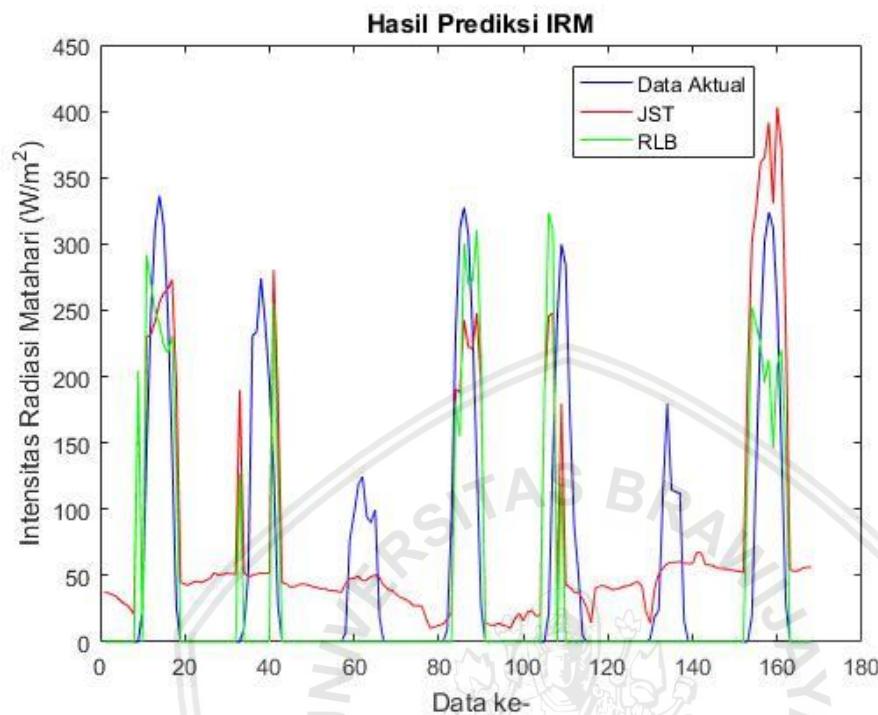
Gambar 4.43 Peramalan JST dan Regresi Linier Berganda data Bassel 1 Hari

Gambar 4.43 menunjukkan perbandingan hasil peramalan intensitas radiasi matahari Kota Bassel dengan komposisi variasi data latih data selama satu tahun dan data uji selama satu hari.



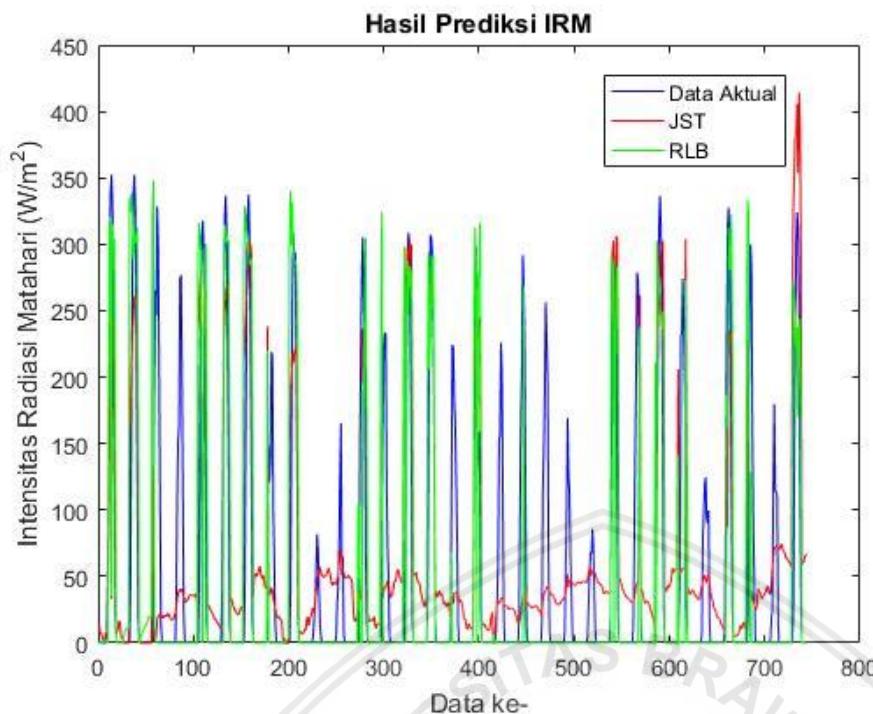
Gambar 4.44 Peramalan JST dan Regresi Linier Berganda data BMKG 1 Minggu

Gambar 4.44 menunjukkan perbandingan hasil peramalan intensitas radiasi matahari Kota Malang dengan komposisi variasi data latih data selama satu tahun dan data uji selama satu minggu.



Gambar 4.45 Peramalan JST dan Regresi Linier Berganda data Bassel 1 Minggu

Gambar 4.45 menunjukkan perbandingan hasil peramalan intensitas radiasi matahari Kota Bassel dengan komposisi variasi data latih data selama satu tahun dan data uji selama satu minggu.



Gambar 4.46 Peramalan JST dan Regresi Linier Berganda data Bassel 1 Bulan

Gambar 4.46 menunjukkan perbandingan hasil peramalan intensitas radiasi matahari Kota Bassel dengan komposisi variasi data latih data selama sebelas bulan dan data uji selama satu bulan.

Tabel 4.19

Perbandingan Nilai RMSE dan MAE Prediksi Jangka Pendek

Percobaan	Komposisi Data (Hari)		JST ( $\text{W/m}^2$ )		Regresi Berganda ( $\text{W/m}^2$ )	
	Latih	Uji	RMSE	MAE	RMSE	MAE
BMKG	29	1	136,5274	116,128	147,4119	136,6559
	22	7	148,5006	112,0186	151,3104	113,5718
Bassel	364	1	100,6721	83,3051	107,9499	101,0136
	358	7	83,3359	59,3616	114,1620	85,1536
	334	31	78,8107	52,5490	107,8067	73,1977

Hasil prediksi jangka pendek data Kota Malang menggunakan JST dan Regresi Linier Berganda dapat dilihat pada tabel 4.19, bahwa nilai error prediksi dengan metode JST lebih kecil dibanding metode regresi linier berganda untuk jangka waktu prediksi satu hari

maupun satu minggu. Sehingga dari studi kasus Kota Malang metode JST lebih baik memprediksi dibandingkan regresi linier berganda. Sedangkan untuk prediksi jangka pendek data Kota Bassel menggunakan JST dan regresi linier berganda dapat dilihat pada tabel 4.19, bahwa nilai error peramalan dengan metode JST lebih kecil dibanding metode regresi linier berganda untuk jangka waktu predikisi satu hari, satu minggu maupun satu bulan. Dari sini dapat dilihat bahwa peramalan dengan metode JST lebih baik dibandingkan metode regresi linier berganda dalam memprediksi intensitas radiasi matahari.



## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Variasi komposisi data latih dan data uji untuk arsitektur jaringan saraf tiruan agar didapatkan hasil prediksi yang optimal pada data Kota Malang BMKG Karangploso yaitu pada komposisi 90% data latih dan 10% data uji. Sedangkan pada variasi jumlah neuron pada *hidden layer* didapatkan hasil bahwa 10 neuron *hidden layer* merupakan hasil paling optimal. Hal ini dapat dilihat dari nilai RMSE dan MAE yang paling kecil diantara percobaan yang lain.
2. Hasil prediksi intensitas radiasi matahari menggunakan metode jaringan saraf tiruan dengan data Kota Malang memiliki nilai RMSE terkecil sebesar  $115,3569 \text{ W/m}^2$  dan nilai MAE terkecil sebesar  $89,0556 \text{ W/m}^2$ . Sedangkan hasil prediksi intensitas radiasi matahari dengan data Kota Bassel memiliki nilai RMSE terkecil sebesar  $75,2603 \text{ W/m}^2$  dan nilai MAE terkecil sebesar  $51,8844 \text{ W/m}^2$ . Hal ini menunjukkan bahwa prediksi intensitas radiasi matahari di Kota Bassel memiliki kemampuan memprediksi lebih baik daripada prediksi di Kota Malang.
3. Hasil prediksi intensitas radiasi matahari menggunakan metode regresi linier berganda dengan data Kota Malang memiliki nilai RMSE terkecil sebesar  $110,1697 \text{ W/m}^2$  dan nilai MAE terkecil sebesar  $85,0434 \text{ W/m}^2$ . Sedangkan hasil prediksi intensitas radiasi matahari dengan data Kota Bassel memiliki nilai RMSE terkecil sebesar  $103,5776 \text{ W/m}^2$  dan nilai MAE terkecil sebesar  $71,3495 \text{ W/m}^2$ . Hal ini menunjukkan bahwa prediksi intensitas radiasi matahari di Kota Bassel memiliki kemampuan memprediksi lebih baik daripada prediksi di Kota Malang.
4. Dari hasil perbandingan prediksi jangka pendek intensitas radiasi matahari dengan menggunakan metode jaringan saraf tiruan dan regresi linier berganda didapat bahwa prediksi jangka pendek intensitas radiasi matahari Kota Malang dan Kota Bassel menggunakan metode jaringan saraf tiruan memiliki kemampuan lebih baik dalam melakukan prediksi.

## 5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini untuk mendapatkan peramalan intensitas radiasi matahari yang lebih baik lagi maka disarankan agar dilakukan menggunakan pola data yang lebih banyak dan juga menggunakan data historis yang lebih lama agar didapat hasil peramalan yang lebih baik dan nilai error yang lebih kecil dari penelitian ini.



## DAFTAR PUSTAKA

- Andrian, Y. (2014). *Analisis Kinerja Jaringan Saraf Tiruan Metode Backpropagation dalam Memprediksi Cuaca di Kota Medan*. Seminar Nasional Ilmu Komputer 2014 (SNIKOM).
- Andrianto, Untung Sus dan Basith, Abdul. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Erlangga.
- Ariffin. (2001). *Dasar Klimatologi*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Assi, Ali H., dkk. (2013). *Prediction of Global Solar Radiation in UAE Using Artificial Neural Networks*. Journal of International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA).
- Chai. T., Draxler, R. R. (2014). *Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)? – Arguments against avoiding RMSE in the literature*. Makalah dalam Geoscientific Model Development, 2014. *Geosci Model Dev.*, 7,1247-1250.,2014. USA, 30 Juni 2014.
- Fausett, L.V. (1994). *Fundamentals of Neural Networks: Architecture, Algorithm, and Application*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Hermawan, Arief. (2006). *Jaringan Saraf Tiruan: Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: ANDI.
- Kusumadewi, S. (2003). *Artifical Intellegence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2015). *Matahari Untuk PLTS di Indonesia*. Jakarta: Kementerian ESDM.
- MacClave, James T., dkk. (2010). *Statistik*. Jakarta: Erlangga.
- Makridakis, S.,Wheelwright, S. C.,McGee, V. E.(1995). *Forcasting, 2nd Edition*, Jilid 1. Cetakan V. Terjemahan Ir. Untung Sus Andriyanto, M.Sc dan Ir. Abddul Basith, M.Sc. Jakarta: Erlangga.
- Mellit, dkk. (2008). *FPGA-based Artificial Neural Network for Prediction of Solar Radiation Data from Sunshine Duration and Air Temperature*. Journal of IEEE Region 8 International Conference on Computational Technologies in Electrical and Electronics Engineering.
- Prakoso, M.Y.T. (2015). *Peramalan Indeks Harga Konsumen dengan Jaringan Syaraf Tiruan dan Adaptive NeuroFuzzy Inference System (ANFIS)*. Jember: Universitas Jember, Prodi Matematika.
- Sabrian, P.G. (2013). *Kajian Potensi Energi Matahari di Pulau Tarakan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung, Program Studi Meteorologi.

- Santosa, B. (2007). *Data Mining: Teknik Pemanfaatan Data untuk Keperluan Bisnis*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Siang, J. (2005). *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan MATLAB*. Yogyakarta: Andi.
- Sterling, VA. (2008). *Planning and Installing Photovoltaic Systems: A guide for installers, architects and engineers*. London: Earthscan.
- Sugiyono. (2007). *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung:Alfabeta.
- Waryono dkk. (1987). *Pengantar Meteorology dan Klimatology*. Surabaya: PT Bina Ilmu.
- Yadav, Amit Kumar dkk. (2015). *ANN Based Prediction of Daily Global Solar Radiation for Photovoltaics Applications*. Journal of Annual IEEE India Conference (INDICON).



## LAMPIRAN

**Lampiran 1. Data Cuaca Bulan Januari Stasiun Klimatologi BMKG Karangploso  
Kota Malang**

**Data Intensitas Radiasi Matahari Bulan Januari**

Tgl	Intensitas Radiasi Matahari ( $\text{W/m}^2$ )												
	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	
1	83.8	435.4	424.3	766.9	551.8	416.4	216.6	624.2	327.2	99.5	47.2	11.9	
2	149.3	202.9	284.1	433.9	571.1	300.8	591.9	490.0	517.4	382.2	152.2	20.3	
3	195.7	273.3	436.8	461.1	840.2	531.1	212.1	451.8	260.8	176.2	125.9	27.1	
4	195.7	401.8	436.8	461.1	840.2	531.1	212.1	451.8	260.8	176.2	125.9	27.1	
5	135.6	225.7	558.7	828.5	538.9	894.1	398.6	278.7	158.9	100.6	39.4	9.2	
6	92.9	225.7	558.7	828.5	538.9	894.1	398.6	278.7	158.9	100.6	39.4	9.2	
7	120.7	233.8	420.5	808.2	804.6	837.4	390.1	424.8	71.8	82.2	67.8	24.9	
8	173.5	418.7	664.3	562.5	783.8	873.7	620.2	809.1	706.2	491.1	159.1	32.6	
9	183.0	425.6	635.5	827.9	916.3	534.1	136.8	508.0	400.1	181.0	22.5	4.9	
10	193.6	444.7	636.3	821.2	717.3	458.2	954.4	338.1	73.5	108.6	47.7	9.3	
11	114.2	411.3	596.9	706.6	652.1	991.5	886.2	594.7	150.3	12.3	3.6	1.9	
12	155.4	404.0	674.1	631.0	676.7	269.1	221.7	351.2	365.6	87.9	46.0	6.2	
13	83.3	387.8	506.1	580.5	661.4	851.1	608.3	313.7	357.5	153.4	34.0	8.7	
14	35.8	175.4	308.4	611.1	916.7	784.2	420.8	606.0	371.0	114.4	126.2	34.1	
15	73.5	107.5	275.1	357.6	362.3	436.7	556.6	438.2	375.6	165.7	43.3	28.4	
16	116.6	144.9	284.5	372.8	635.4	748.8	423.2	226.1	147.4	51.0	78.9	13.0	
17	93.6	359.1	630.4	669.5	491.5	462.5	670.0	545.9	296.9	84.4	5.4	2.4	
18	139.8	273.3	421.2	757.9	720.3	646.8	758.7	339.2	311.9	162.1	64.6	24.4	
19	67.5	293.3	484.7	492.3	624.3	865.7	175.6	252.3	90.6	48.8	70.8	13.5	
20	149.6	274.7	533.0	530.0	526.4	583.3	682.0	612.0	370.1	71.3	66.6	25.2	
21	170.0	438.2	598.6	773.1	883.6	307.7	117.6	27.8	53.7	87.8	45.8	22.5	
22	111.0	272.4	520.2	774.6	910.0	534.7	355.8	189.9	152.3	78.5	44.7	16.0	
23	180.7	271.5	528.6	709.8	479.1	250.8	138.3	149.1	97.5	77.3	96.1	16.1	
24	112.4	459.4	647.8	723.8	514.5	686.7	602.9	820.2	308.8	97.9	11.1	2.4	
25	85.0	177.5	490.4	570.2	698.5	691.0	419.4	151.0	68.7	15.2	11.7	4.3	
26	146.3	271.2	369.5	448.8	805.7	716.8	535.3	527.3	210.2	104.5	18.5	9.9	
27	93.3	420.1	709.9	819.7	883.2	111.9	988.5	730.2	559.4	107.3	21.2	7.2	
28	102.9	282.5	447.5	544.0	649.1	494.2	371.3	397.1	132.1	139.8	39.9	5.2	
29	69.7	219.0	167.2	232.7	438.7	607.0	314.6	126.9	104.9	59.4	9.1	3.3	
30	70.6	224.2	480.7	528.4	701.7	861.8	619.6	433.3	348.7	230.9	126.4	27.6	
31	50.5	255.3	298.1	443.1	360.7	351.2	325.5	226.8	142.6	156.1	81.9	19.4	

### Data Suhu Bulan Januari

Tgl	Data Suhu Tiap Jam (°C)											
	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
1	23.4	25.2	25.6	27.2	27.4	27.6	27.2	27.8	25.0	23.6	23.4	23.4
2	22.4	23.4	24.2	25.2	25.4	27.0	28.2	26.4	27.2	25.8	24.7	23.8
3	22.6	23.6	25.4	26.4	27.3	24.6	24.2	24.8	25.4	25.6	24.4	23.6
4	23.2	25.0	26.8	27.6	27.8	28.9	27.8	24.1	24.7	25.4	25.4	24.6
5	23.4	24.8	25.6	26.8	27.6	28.6	28.0	25.4	26.4	25.6	23.8	22.5
6	22.8	22.4	26.2	27.2	28.0	28.8	25.8	25.6	26.0	25.8	25.0	24.6
7	22.8	24.2	25.9	27.2	28.6	29.0	27.6	26.0	25.8	24.0	24.4	24.2
8	22.8	25.4	26.8	27.2	27.8	29.2	28.8	30.8	29.6	28.8	26.0	24.6
9	22.8	25.8	26.7	27.8	27.6	27.2	26.2	27.2	26.6	26.6	24.6	24.0
10	23.6	25.6	26.8	28.3	29.0	28.4	29.8	27.2	26.1	25.0	24.6	23.6
11	24.2	26.0	26.6	27.7	28.0	28.4	28.8	28.8	26.4	22.8	22.6	22.4
12	22.8	25.2	26.6	27.2	28.4	27.7	25.2	27.2	25.8	24.2	24.6	23.8
13	23.2	25.0	25.6	26.6	28.0	28.7	28.4	25.9	26.7	23.8	23.8	23.4
14	21.8	22.5	23.6	25.4	27.6	28.8	28.1	29.4	26.0	26.0	23.8	23.6
15	21.0	21.6	22.4	23.6	24.8	25.4	25.8	25.8	26.0	25.4	23.2	23.0
16	22.2	23.2	24.6	25.4	26.6	26.3	24.8	24.6	23.4	22.4	22.5	22.6
17	22.0	24.2	26.0	26.4	26.6	26.1	26.6	26.7	24.4	23.4	21.6	21.8
18	21.8	22.8	24.2	25.8	27.0	27.2	28.0	27.2	27.4	25.8	24.2	24.0
19	23.0	23.8	25.0	26.0	27.0	28.0	26.4	25.4	24.0	23.2	23.0	22.8
20	22.0	23.4	25.1	25.6	26.0	26.9	27.4	27.8	26.8	26.0	25.0	24.4
21	23.2	25.2	27.0	27.6	28.3	27.6	25.2	21.6	22.2	23.2	23.2	23.3
22	22.4	24.0	25.8	26.6	27.8	28.2	25.0	25.0	25.4	24.2	24.2	23.7
23	22.4	24.0	25.5	26.4	25.6	25.0	23.3	23.0	23.0	22.6	21.9	21.8
24	22.4	25.4	26.4	27.2	27.5	27.4	27.4	28.1	27.2	25.8	22.3	22.1
25	22.2	23.7	25.4	26.4	27.2	27.4	26.3	24.1	26.0	23.0	22.6	22.6
26	21.9	23.8	25.4	25.6	26.8	26.6	26.6	26.8	26.0	25.0	22.6	22.7
27	23.0	24.8	27.0	27.6	27.8	28.6	29.4	29.4	29.0	26.2	24.4	23.3
28	23.0	24.4	25.8	26.8	27.4	28.0	27.6	28.4	26.3	24.8	23.2	22.1
29	22.8	23.8	24.4	25.2	26.6	27.6	27.1	23.6	22.6	22.4	21.8	21.7
30	21.4	22.7	24.6	26.4	27.4	27.6	27.6	28.0	28.0	27.4	25.8	24.0
31	21.8	23.4	24.0	25.2	25.8	25.8	25.4	24.0	23.4	23.8	23.6	23.4

**Data Lama Penyinaran Matahari Bulan Januari 2017**

Tgl	Lama Penyinaran (Menit/60Menit)											
	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18
1	0.0	0.8	0.9	0.6	0.9	0.5	0.0	0.3	0.6	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.2	0.0	0.6	0.5	0.7	0.2	0.0
3	0.1	0.5	0.4	0.6	0.9	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.4	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	0.7	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0
5	0.0	0.1	0.0	0.5	0.8	0.9	0.8	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.1	1.0	0.5	0.7	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.6	0.6	0.7	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.4	1.0	0.6	0.8	1.0	0.7	0.9	0.9	0.8	0.4	0.0
9	0.2	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
10	0.3	1.0	1.0	1.0	1.0	0.6	0.8	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.5	1.0	1.0	0.9	0.8	1.0	1.0	0.8	0.2	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.3	1.0	0.9	0.9	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0
13	0.3	1.0	1.0	0.5	0.2	0.5	0.3	0.2	0.1	0.2	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.3	1.0	0.5	0.5	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.6	0.9	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.2	0.4	1.0	0.6	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
19	0.3	1.0	0.7	0.4	0.4	1.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.5	0.3	0.0	0.0	0.2	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0
21	0.5	1.0	0.7	1.0	1.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.1	0.5	0.9	1.0	1.0	0.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	0.0	0.3	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	0.5	1.0	1.0	1.0	0.6	0.4	0.0	0.8	0.5	0.0	0.0	0.0
25	0.0	0.2	0.2	0.3	0.4	0.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.1	0.1	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
27	0.2	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	0.9	0.9	0.3	0.0	0.0
28	0.0	0.3	0.5	0.6	0.9	0.6	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
29	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	0.0	0.0	0.2	0.2	0.6	0.8	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

## Lampiran 2. Listing Program MATLAB

### Program Variasi Komposisi Data

```
clear all
clc
close all

% Pembuatan Program JST
Data = xlsread('DataBMKG.xlsx');

% Normalisasi data latih dan data uji
% Mencari nilai min dan max dari data latih
Xt1 = min(Data);
Xt1 = repmat(Xt1,length(Data),1);
Xt2 = max(Data);
Xt2 = repmat(Xt2,length(Data),1);

% Normalisasi data latih
normal_latih = (Data-Xt1)./(Xt2-Xt1);

% Program JST
data_latih_utuh = normal_latih(:,1:2)';
target_latih_utuh = normal_latih(:,end)';
[m,n] = size(data_latih_utuh);

% Komposisi Data Latih dan Data Uji 90%:10%
Nlatih = round(0.9*n);
data_latih = data_latih_utuh(:,1:Nlatih);
data_uji = data_latih_utuh(:,Nlatih+1:end);
target_latih = target_latih_utuh(:,1:Nlatih);
target_uji = target_latih_utuh(:,Nlatih+1:end);

% Pembuatan JST
net = newff(minmax(data_latih),[10 1],{'logsig','purelin'},'traingdx');

% Memberikan nilai untuk mempengaruhi proses pelatihan
net.performFcn = 'mse';
net.trainParam.goal = 0.0001;
net.trainParam.show = 20;
net.trainParam.epochs = 1000;
net.trainParam.lr = 0.1;

% Proses Training
[net_keluaran,tr,Y,E] = train(net,data_latih,target_latih);

% Hasil setelah pelatihan
bobot_hidden = net_keluaran.IW{1,1}
bobot_keluaran = net_keluaran.LW{2,1}
bias_hidden = net_keluaran.b{1,1}
bias_keluaran = net_keluaran.b{2,1}
```

```
jumlah_iterasi = tr.num_epochs
nilai_keluaran = Y;
nilai_error = E;
error_MSE = (1/n)*sum(nilai_error.^2);

save net_9010.mat net_keluaran

% Hasil prediksi
disp('-----')
hasil_latih = sim(net_keluaran,data_latih);
min_data = 0;
max_data = 991.5;
hasil_latih1 = ((hasil_latih)*(max_data-min_data))+min_data;
target_uji1 = ((target_uji)*(max_data-min_data))+min_data;
disp('-----')
hasil_prediksi = sim(net_keluaran,data_uji);
hasil_prediksi1 = ((hasil_prediksi)*(max_data-min_data))+min_data;
E = hasil_prediksi1-target_uji1;
Es = E.^2;
MSE = mean(Es);
RMSE = sqrt(MSE)
Ea = abs(E);
MAE = mean(Ea)

% Plot Perbandingan Hasil
figure('name','Hasil Peramalan')
plot(1:length(data_uji),target_uji1,'b',1:length(data_uji),hasil_prediksi1,'r')
xlabel('Data ke-n')
ylabel('Intensitas Radiasi Matahari (W/m^2)')
legend('Data Aktual','JST')
title('Hasil Prediksi IRM')
```

**Program Variasi Jumlah Neuron *Hidden Layer***

```
clear all
clc
close all

% Pembuatan Program JST
Data = xlsread('DataBMKG.xlsx');

% Normalisasi data latih dan data uji
% Mencari nilai min dan max dari data latih
Xt1 = min(Data);
Xt1 = repmat(Xt1,length(Data),1);
Xt2 = max(Data);
Xt2 = repmat(Xt2,length(Data),1);

% Normalisasi data latih
normal_latih = (Data-Xt1)./(Xt2-Xt1);

% Program JST
data_latih_utuh = normal_latih(:,1:2)';
target_latih_utuh = normal_latih(:,end)';
[m,n] = size(data_latih_utuh);

% Komposisi Data Latih dan Data Uji 90%:10%
Nlatih = round(0.9*n);
data_latih = data_latih_utuh(:,1:Nlatih);
data_uji = data_latih_utuh(:,Nlatih+1:end);
target_latih = target_latih_utuh(:,1:Nlatih);
target_uji = target_latih_utuh(:,Nlatih+1:end);

% Pembuatan JST
jmlneuronhidden = 20;
net = newff(minmax(data_latih),[jmlneuronhidden 1],{'logsig','purelin'},'traingdx');

% Memberikan nilai untuk mempengaruhi proses pelatihan
net.performFcn = 'mse';
net.trainParam.goal = 0.0001;
net.trainParam.show = 20;
net.trainParam.epochs = 1000;
net.trainParam.lr = 0.1;

% Proses Training
[net_keluaran,tr,Y,E] = train(net,data_latih,target_latih);

% Hasil setelah pelatihan
bobot_hidden = net_keluaran.IW{1,1}
bobot_keluaran = net_keluaran.LW{2,1}
bias_hidden = net_keluaran.b{1,1}
bias_keluaran = net_keluaran.b{2,1}
```

```
jumlah_iterasi = tr.num_epochs
nilai_keluaran = Y;
nilai_error = E;
error_MSE = (1/n)*sum(nilai_error.^2);

save net_9010.mat net_keluaran

% Hasil prediksi
disp('-----')
hasil_latih = sim(net_keluaran,data_latih);
min_data = 0;
max_data = 991.5;
hasil_latih1 = ((hasil_latih)*(max_data-min_data))+min_data;
target_uji1 = ((target_uji)*(max_data-min_data))+min_data;
disp('-----')
hasil_prediksi = sim(net_keluaran,data_uji);
hasil_prediksi1 = ((hasil_prediksi)*(max_data-min_data))+min_data;
E = hasil_prediksi1-target_uji1;
Es = E.^2;
MSE = mean(Es);
RMSE = sqrt(MSE)
Ea = abs(E);
MAE = mean(Ea)

% Plot Perbandingan Hasil
figure('name','Hasil Peramalan')
plot(1:length(data_uji),target_uji1,'b',1:length(data_uji),hasil_prediksi1,'r')
xlabel('Data ke-n')
ylabel('Intensitas Radiasi Matahari (W/m^2)')
legend('Data Aktual','JST')
title('Hasil Prediksi IRM')
```

## Program Prediksi Regresi Linier Berganda 2 Prediktor

```
clear all
clc
close all

DataRegresi = xlsread('BMKG');

%Pembagian Data Latih dan Data Uji 70%-30%
data_latih = DataRegresi(1:252,:);
data_uji = DataRegresi(253:360,:);

%Pembagian Data Uji untuk Temperature dan Lama Penyinaran Matahari
LPM_uji = data_uji(:,2);
T_uji = data_uji(:,3);

%Pembagian Data Latih
n = data_latih(:,1);
x1 = data_latih(:,2);%Data Lama Penyinaran Matahari
x2 = data_latih(:,3);%Data Suhu
y = data_latih(:,4); %Data Intensitas Radiasi Matahari

JMLn = length(n); %Jumlah data
JMLx1 = sum(x1); %Jumlah Lama Penyinaran Matahari Data Training
JMLx2 = sum(x2); %Jumlah Temperature Data Training
x1x2 = x1.*x2; %Perkalian LPM dan T
JMLx1x2 = sum(x1x2); %Jumlah Perkalian LPM dan T

x1sqre=x1.^2; %Mengkuadratkan nilai LPM
x2sqre=x2.^2; %Mengkuadratkan nilai T
JMLx1sqre = sum(x1sqre); %Jumlah LPM kuadrat
JMLx2sqre = sum(x2sqre); %Jumlah T kuadrat
JMLy = sum(y); %Jumlah Intensitas Radiasi Matahari Data Training

x1y = x1.*y; %Perkalian Data LPM dan IRM
x2y = x2.*y; %Perkalian Data T dan IRM
JMLx1y = sum(x1y); %Jumlah perkalian data LPM dan IRM
JMLx2y = sum(x2y); %Jumlah perkalian data T dan IRM

%Membuat Matrix dari hasil perhitungan di atas
A=[JMLn JMLx1 JMLx2; JMLx1 JMLx1sqre JMLx1x2; JMLx2 JMLx1x2 JMLx2sqre];
G = [JMLy; JMLx1y; JMLx2y];
Ai = inv(A);
% A * B = G;
% B = [b0; b1; b2]

B = Ai * G;
Bt = B';

%Nilai koefisien Regresi Linier Berganda
b0 = Bt(1,1);
```

```
b1 = Bt(1,2);
b2 = Bt(1,3);
disp('Persamaan Regresi Linier Berganda');
disp('Y = b0 + b1*X1 + b2*X2');
b0, b1 ,b2

%Melakukan peramalan dimana kita memasukan data testing ke dalam
%persamaan Regresi Linier Berganda yang telah ditemukan dari perhitungan
%sebelumnya
Output = b0 + (b1*LPM_uji) + (b2*T_uji);

%Perhitungan error peramalan Regresi Linier Berganda
data_aktual = data_uji(:,4);
RMSE_70_30= sqrt(sum((Output(:)-data_aktual(:)).^2)/numel(data_aktual));
error_70_30 = abs(Output(:)-data_aktual(:));
MAE_70_30 = sum(error_70_30(:))/numel(error_70_30);

%Plot Regresi Linier Berganda
figure('name','Hasil Peramalan IRM Komposisi 70%-30%')
plot(1:length(data_uji),data_aktual,'b',1:length(data_uji),Output,'r')
xlabel('Data ke-n')
ylabel('Intensitas Radiasi Matahari (W/m^2)')
legend('Data Aktual','Hasil Prediksi')
%title('Hasil Prediksi IRM')
```

### Program Prediksi Regresi Linier Berganda 3 Prediktor

```
clear all
clc
close all

Data = xlsread('DataBassel');

% Pembagian data latih dan data uji 70%-30%
data_latih = Data(1:6132,:);
data_uji = Data(6133:8760,:);

% Pembagian data uji untuk curah hujan, suhu dan lama peyinaran matahari
T_uji = data_uji(:,2);
CH_uji = data_uji(:,3);
LPM_uji = data_uji(:,4);

% Pembagian data latih
n = data_latih(:,1);
y = data_latih(:,5); % Data intensitas radiasi matahari
x1 = data_latih(:,2); % Data curah hujan
x2 = data_latih(:,3); % Data suhu
x3 = data_latih(:,4); % Data lama penyinaran matahari

JMLy = sum(y); % Jumlah intensitas radiasi matahari pelatihan
JMLn = length(n); % Jumlah data
JMLx1 = sum(x1); % Jumlah data curah hujan pelatihan
JMLx2 = sum(x2); % Jumlah data suhu pelatihan
JMLx3 = sum(x3); % Jumlah data LPM pelatihan

x1x2 = x1.*x2; % Perkalian CH dan T
x1x3 = x1.*x3; % Perkalian CH dan LPM
x2x3 = x2.*x3; % Perkalian T dan LPM

JMLx1x2 = sum(x1x2); % Jumlah perkalian CH dan T
JMLx1x3 = sum(x1x3); % Jumlah perkalian CH dan LPM
JMLx2x3 = sum(x2x3); % Jumlah perkalian T dan LPM

x1sqre = x1.^2; % Mengkuadratkan nilai CH
x2sqre = x2.^2; % Mengkuadratkan nilai T
x3sqre = x3.^2; % Mengkuadratkan nilai LPM

JMLx1sqre = sum(x1sqre); % Jumlah CH kuadrat
JMLx2sqre = sum(x2sqre); % Jumlah T kuadrat
JMLx3sqre = sum(x3sqre); % Jumlah LPM kuadrat

x1y = x1.*y; % Perkalian data CH dan IRM
x2y = x2.*y; % Perkalian data T dan IRM
x3y = x3.*y; % Perkalian data LPM dan IRM

JMLx1y = sum(x1y); % Jumlah perkalian data CH dan IRM
```

```
JMLx2y = sum(x2y); % Jumlah perkalian data T dan IRM  
JMLx3y = sum(x3y); % Jumlah perkalian data LPM dan IRM
```

```
% Membuat matriks dari hasil perhitungan diatas  
A = [JMLx1sqre JMLx1x2 JMLx1x3; JMLx1x2 JMLx2sqre JMLx2x3; JMLx1x3  
JMLx2x3 JMLx3sqre];  
G = [JMLx1y; JMLx2y; JMLx3y];  
Ai = inv(A);  
  
% A * B = G;  
% B = [b1;b2;b3];  
B = Ai*G;  
Bt = B';
```

```
% Nilai koefisien regresi linier berganda
```

```
b1 = Bt(1,1);  
b2 = Bt(1,2);  
b3 = Bt(1,3);
```

```
b0 = mean(y) - b1*mean(x1) - b2*mean(x2) - b3*mean(x3);
```

```
disp('Persamaan Regresi Liner Berganda');  
disp('Y = b0 + b1*X1 + b2*X2 + b3*X3');
```

```
b0;b1;b2;b3;
```

```
% Melakuakan peramalan dengan memasukkan data uji ke dalam persamaan  
% regresi linier berganda yang telah ditemukan dari perhitungan sebelumnya  
hasil_prediksi = b0 + (b1*CH_uji) + (b2*T_uji) + (b3*LPM_uji);
```

```
% Perhitungan error peramalan regresi linier berganda  
data_aktual = data_uji(:,5);  
E = hasil_prediksi-data_aktual;  
Es = E.^2;  
MSE = mean(Es);  
RMSE =sqrt(MSE)  
Ea = abs(E);  
MAE = mean(Ea)
```

```
%Plot Regresi Linier Berganda  
figure('name','Hasil Peramalan IRM Short Term')  
plot(1:length(data_uji),data_aktual,'b',1:length(data_uji),hasil_prediksi,'r')  
xlabel('Data ke-n')  
ylabel('Intensitas Radiasi Matahari (W/m^2)')  
legend('Data Aktual','Hasil Prediksi')  
title('Hasil Prediksi IRM')
```

## Program Perbandingan Prediksi JST dan Regresi Linier Berganda BMKG

```
clear all
clc
close all

% Pembuatan Program JST
Data = xlsread('DataBMKG.xlsx');

% Normalisasi data latih dan data uji
% Mencari nilai min dan max dari data latih
Xt1 = min(Data);
Xt1 = repmat(Xt1,length(Data),1);
Xt2 = max(Data);
Xt2 = repmat(Xt2,length(Data),1);

% Normalisasi data latih
normal_latih = (Data-Xt1)./(Xt2-Xt1);

% Program JST
data_latih_utuh = normal_latih(:,2:3)';
target_latih_utuh = normal_latih(:,end)';
[m,n] = size(data_latih_utuh);

% Komposisi Data Latih dan Data Uji 75%:25%
Nlatih = round(0.75*n);
data_latih = data_latih_utuh(:,1:Nlatih);
data_uji = data_latih_utuh(:,Nlatih+1:end);
target_latih = target_latih_utuh(:,1:Nlatih);
target_uji = target_latih_utuh(:,Nlatih+1:end);

% Pembuatan JST
jmlneuronhidden = 10;
net = newff(minmax(data_latih),[jmlneuronhidden 1],{'logsig','purelin'},'traingdx');

% Memberikan nilai untuk mempengaruhi proses pelatihan
net.performFcn = 'mse';
net.trainParam.goal = 0.0001;
net.trainParam.show = 20;
net.trainParam.epochs = 1000;
net.trainParam.lr = 0.1;

% Proses Training
[net_keluaran,tr,Y,E] = train(net,data_latih,target_latih);

% Hasil setelah pelatihan
bobot_hidden = net_keluaran.IW{1,1}
bobot_keluaran = net_keluaran.LW{2,1}
bias_hidden = net_keluaran.b{1,1}
bias_keluaran = net_keluaran.b{2,1}
jumlah_iterasi = tr.num_epochs
```

```
nilai_keluaran = Y;
nilai_error = E;
error_MSE = (1/n)*sum(nilai_error.^2);

save net_JST7030.mat net_keluaran

% Hasil prediksi
disp('-----')
hasil_latih = sim(net_keluaran,data_latih);
min_data = 0;
max_data = 991.5;
hasil_latih1 = ((hasil_latih)*(max_data-min_data))+min_data;
target_uji1 = ((target_uji)*(max_data-min_data))+min_data;

disp('-----')
hasil_prediksi = sim(net_keluaran,data_uji);
hasil_prediksi1 = ((hasil_prediksi)*(max_data-min_data))+min_data;
E = hasil_prediksi1-target_uji1;
Es = E.^2;
MSE = mean(Es);
RMSE_JST = sqrt(MSE)
Ea = abs(E);
MAE_JST = mean(Ea)

% Pembuatan Program RLB
DataRegresi = xlsread('DataBMKG.xlsx');

%Pembagian Data Latih dan Data Uji 75%-25%
data_latih = DataRegresi(1:270,:);
data_uji = DataRegresi(271:360,:);

%Pembagian Data Uji untuk Temperature dan Lama Penyinaran Matahari
LPM_uji = data_uji(:,2);
T_uji = data_uji(:,3);

%Pembagian Data Latih
n = data_latih(:,1);
x1 = data_latih(:,2); %Data Lama Penyinaran Matahari
x2 = data_latih(:,3); %Data Suhu
y = data_latih(:,4); %Data Intensitas Radiasi Matahari

JMLn = length(n); %Jumlah data
JMLx1 = sum(x1); %Jumlah Lama Penyinaran Matahari Data Training
JMLx2 = sum(x2); %Jumlah Temperature Data Training
x1x2 = x1.*x2; %Perkalian LPM dan T
JMLx1x2 = sum(x1x2); %Jumlah Perkalian LPM dan T

x1sqre=x1.^2; %Mengkuadratkan nilai LPM
x2sqre=x2.^2; %Mengkuadratkan nilai T
JMLx1sqre = sum(x1sqre); %Jumlah LPM kuadrat
```

```
JMLx2sqre = sum(x2sqre); %Jumlah T kuadrat
JMLy = sum(y); %Jumlah Intensitas Radiasi Matahari Data Training

x1y = x1.*y; %Perkalian Data LPM dan IRM
x2y = x2.*y; %Perkalian Data T dan IRM
JMLx1y = sum(x1y); %Jumlah perkalian data LPM dan IRM
JMLx2y = sum(x2y); %Jumlah perkalian data T dan IRM

%Membuat Matrix dari hasil perhitungan di atas
A=[JMLn JMLx1 JMLx2; JMLx1 JMLx1sqre JMLx1x2; JMLx2 JMLx1x2 JMLx2sqre];
G = [JMLy; JMLx1y; JMLx2y];
Ai = inv(A);
% A * B = G;
% B = [b0; b1; b2]

B = Ai * G;
Bt = B';

%Nilai koefisien Regresi Linier Berganda
b0 = Bt(1,1);
b1 = Bt(1,2);
b2 = Bt(1,3);
disp('Persamaan Regresi Linier Berganda');
disp('Y = b0 + b1*X1 + b2*X2');
b0, b1 ,b2

%Melakukan peramalan dimana kita memasukan data testing ke dalam
%persamaan Regresi Linier Berganda yang telah ditemukan dari perhitungan
%sebelumnya
Output = b0 + (b1*LPM_uji) + (b2*T_uji);

%Perhitungan error peramalan Regresi Linier Berganda
data_aktual = data_uji(:,4);
RMSE_RLB = sqrt(sum((Output(:)-data_aktual(:)).^2)/numel(data_aktual));
error_RLB = abs(Output(:)-data_aktual(:));
MAE_RLB = sum(error_RLB(:))/numel(error_RLB);

% Plot Perbandingan Hasil
figure('name','Hasil Perbandingan')
plot(1:length(data_uji),((target_uji)*(max_data-
min_data))+min_data,'b',1:length(data_uji),hasil_prediksi1,'r',1:length(data_uji),Output,'g')
xlabel('Data ke-n')
ylabel('Intensitas Radiasi Matahari (W/m^2)')
legend('Data Aktual','JST','RLB')
title('Perbandingan Prediksi IRM')
```

## Program Perbandingan Prediksi JST dan Regresi Linier Berganda Bassel

```
clear all
clc
close all

% Pembuatan Program JST
Data = xlsread('DataBassel.xlsx');

% Normalisasi data latih dan data uji
% Mencari nilai min dan max dari data latih
Xt1 = min(Data);
Xt1 = repmat(Xt1,length(Data),1);
Xt2 = max(Data);
Xt2 = repmat(Xt2,length(Data),1);

% Normalisasi data latih
normal_latih = (Data-Xt1)./(Xt2-Xt1);

% Program JST
data_latih_utuh = normal_latih(:,2:4)';
target_latih_utuh = normal_latih(:,end)';
[m,n] = size(data_latih_utuh);

% Komposisi Data Latih dan Data Uji 70%:30%
Nlatih = round(0.7*n);
data_latih = data_latih_utuh(:,1:Nlatih);
data_uji = data_latih_utuh(:,Nlatih+1:end);
target_latih = target_latih_utuh(:,1:Nlatih);
target_uji = target_latih_utuh(:,Nlatih+1:end);

% Pembuatan JST
jmlneuronhidden = 10;
net = newff(minmax(data_latih),[jmlneuronhidden 1],{'logsig','purelin'},'traingdx');

% Memberikan nilai untuk mempengaruhi proses pelatihan
net.performFcn = 'mse';
net.trainParam.goal = 0.0001;
net.trainParam.show = 20;
net.trainParam.epochs = 1000;
net.trainParam.lr = 0.1;

% Proses Training
[net_keluaran,tr,Y,E] = train(net,data_latih,target_latih);

% Hasil setelah pelatihan
bobot_hidden = net_keluaran.IW{1,1}
bobot_keluaran = net_keluaran.LW{2,1}
bias_hidden = net_keluaran.b{1,1}
bias_keluaran = net_keluaran.b{2,1}
jumlah_iterasi = tr.num_epochs
```

```

nilai_keluaran = Y;
nilai_error = E;
error_MSE = (1/n)*sum(nilai_error.^2);

save net_7030.mat net_keluaran

% Hasil prediksi
disp('Hasil Prediksi')
hasil_latih = sim(net_keluaran,data_latih);
min_data = 0;
max_data = 881.99;
hasil_latih1 = ((hasil_latih)*(max_data-min_data))+min_data;
target_uji1 = ((target_uji)*(max_data-min_data))+min_data;
disp('Hasil Prediksi')
hasil_prediksi = sim(net_keluaran,data_uji);
hasil_prediksi1 = ((hasil_prediksi)*(max_data-min_data))+min_data;
E = hasil_prediksi1-target_uji1;
Es = E.^2;
MSE_JST = mean(Es);
RMSE_JST =sqrt(MSE_JST)
Ea = abs(E);
MAE_JST = mean(Ea)

% Pembuatan Program RLB
DataRegresi = xlsread('DataBassel');

% Pembagian data latih dan data uji 70%-30%
data_latih = DataRegresi(1:6132,:);
data_uji = DataRegresi(6133:8760,:);

% Pembagian data uji untuk curah hujan, suhu dan lama penyinaran matahari
T_uji = data_uji(:,2);
CH_uji = data_uji(:,3);
LPM_uji = data_uji(:,4);

% Pembagian data latih
n = data_latih(:,1);
y = data_latih(:,5); % Data intensitas radiasi matahari
x1 = data_latih(:,2); % Data curah hujan
x2 = data_latih(:,3); % Data suhu
x3 = data_latih(:,4); % Data lama penyinaran matahari

JMLy = sum(y); % Jumlah intensitas radiasi matahari pelatihan
JMLn = length(n); % Jumlah data
JMLx1 = sum(x1); % Jumlah data curah hujan pelatihan
JMLx2 = sum(x2); % Jumlah data suhu pelatihan
JMLx3 = sum(x3); % Jumlah data LPM pelatihan

x1x2 = x1.*x2; % Perkalian CH dan T
x1x3 = x1.*x3; % Perkalian CH dan LPM

```

```
x2x3 = x2.*x3; % Perkalian T dan LPM
```

```
JMLx1x2 = sum(x1x2); % Jumlah perkalian CH dan T
JMLx1x3 = sum(x1x3); % Jumlah perkalian CH dan LPM
JMLx2x3 = sum(x2x3); % Jumlah perkalian T dan LPM
```

```
x1sqre = x1.^2; % Mengkuadratkan nilai CH
x2sqre = x2.^2; % Mengkuadratkan nilai T
x3sqre = x3.^2; % Mengkuadratkan nilai LPM
```

```
JMLx1sqre = sum(x1sqre); % Jumlah CH kuadrat
JMLx2sqre = sum(x2sqre); % Jumlh T kuadrat
JMLx3sqre = sum(x3sqre); % Jumlah LPM kuadrat
```

```
x1y = x1.*y; % Perkalian data CH dan IRM
x2y = x2.*y; % Perkalian data T dan IRM
x3y = x3.*y; % Perkalian data LPM dan IRM
```

```
JMLx1y = sum(x1y); % Jumlah perkalian data CH dan IRM
JMLx2y = sum(x2y); % Jumlah perkalian data T dan IRM
JMLx3y = sum(x3y); % Jumlah perkalian data LPM dan IRM
```

% Membuat matriks dari hasil perhitungan diatas  
 $A = [JMLx1sqre \ JMLx1x2 \ JMLx1x3; JMLx1x2 \ JMLx2sqre \ JMLx2x3; JMLx1x3 \ JMLx2x3 \ JMLx3sqre];$   
 $G = [JMLx1y; JMLx2y; JMLx3y];$   
 $Ai = inv(A);$

```
% A * B = G;
% B = [b1;b2;b3];
B = Ai*G;
Bt = B';
```

% Nilai koefisien regresi linier berganda  
 $b1 = Bt(1,1);$   
 $b2 = Bt(1,2);$   
 $b3 = Bt(1,3);$

```
b0 = mean(y) - b1*mean(x1) - b2*mean(x2) - b3*mean(x3);
```

```
disp('Persamaan Regresi Liner Berganda');
disp('Y = b0 + b1*X1 + b2*X2 + b3*X3');
```

% Melakuakan peramalan dengan memasukkan data uji ke dalam persamaan  
% regresi linier berganda yang telah ditemukan dari perhitungan sebelumnya  
 $Output = b0 + (b1*CH\_uji) + (b2*T\_uji) + (b3*LPM\_uji);$

% Perhitungan error peramalan regresi linier berganda  
 $data\_aktual = data\_uji(:,5);$

```
RMSE_RLB = sqrt(sum(data_aktual(:)-Output(:)).^2)/numel(data_aktual);
error = abs(Output(:)-data_aktual(:));
MAE_RLB = sum(error(:))/numel(error);

% Plot Perbandingan Hasil
figure('name','Hasil Perbandingan')
plot(1:length(data_uji),((target_uji)*(max_data-
min_data))+min_data,'b',1:length(data_uji),hasil_prediksi1,'r',1:length(data_uji),Output,'g')
xlabel('Data ke-n')
ylabel('Intensitas Radiasi Matahari (W/m^2)')
legend('Data Aktual','JST','RLB')
title('Hasil Prediksi IRM')
```



**Lampiran 3. Hasil Prediksi Intensitas Radiasi Matahari****Percobaan Variasi Data Latih dan Data Uji Kota Malang Metode JST**

No	Aktual	Intensitas Radiasi Matahari (W/m <sup>2</sup> )					
		70%-30%	75%-25%	80%-20%	85%-15%	90%-10%	95%-5%
1	111	133,7609					
2	272,4	318,9831					
3	520,2	485,6143					
4	774,6	626,6716					
5	910	770,6484					
6	534,7	698,1710					
7	355,8	321,9828					
8	189,9	216,3771					
9	152,3	241,5826					
10	78,5	147,3363					
11	44,7	147,3363					
12	16	108,3054					
13	180,7	67,3189					
14	271,5	130,2318					
15	528,6	360,4586					
16	709,8	593,4337					
17	479,1	366,1702					
18	250,8	216,3771					
19	138,3	87,5033	104,1031				
20	149,1	77,5783	94,0760				
21	97,5	77,5783	94,0760				
22	77,3	69,7011	81,4395				
23	96,1	64,0375	52,1811				
24	16,1	63,6869	46,0911				
25	112,4	226,6846	112,9883				
26	459,4	437,5315	494,5917				
27	647,8	593,4337	604,5625				
28	723,8	712,3773	703,1726				
29	514,5	584,2877	549,0168				
30	686,7	542,0620	557,5392				
31	602,9	416,8670	399,9559				
32	820,2	692,2661	629,1639				
33	308,8	545,4434	541,8817				
34	97,9	263,1235	260,4597				
35	11,1	66,4027	70,9087				
36	2,4	64,9979	62,4786				
37	85	65,6360	66,8835	82,4873			
38	177,5	219,2067	273,7754	235,7689			
39	490,4	342,9285	364,3661	350,0470			
40	570,2	429,9879	411,7249	422,2470			

41	698,5	526,7466	534,5446	547,0458			
42	691	577,5377	545,0317	565,8917			
43	419,4	402,6211	387,9121	392,8066			
44	151	138,5900	139,8195	128,7161			
45	68,7	275,1513	275,5947	275,7163			
46	15,2	77,5783	94,0760	98,1859			
47	11,7	69,7011	81,4395	90,1889			
48	4,3	69,7011	81,4395	90,1889			
49	146,3	64,0375	52,1811	76,4031			
50	271,2	194,6682	214,3251	147,4996			
51	369,5	316,1120	328,6980	276,0945			
52	448,8	252,3257	245,3244	228,9689			
53	805,7	488,7504	491,8902	516,1562			
54	716,8	326,7013	323,4759	357,5144			
55	535,3	326,7013	323,4759	357,5144	345,2825		
56	527,3	348,9673	341,2470	385,2082	370,7559		
57	210,2	348,6529	350,0231	332,5746	365,5944		
58	104,5	216,3771	199,7845	176,1772	216,6267		
59	18,5	69,7011	81,4395	90,1889	66,4593		
60	9,9	71,2268	84,6450	92,1290	68,0239		
61	93,3	171,8799	193,5805	160,5139	172,7240		
62	420,1	372,2423	441,0954	340,7075	370,6843		
63	709,9	686,6995	679,4015	674,4839	711,9094		
64	819,7	754,3570	745,6504	727,5965	771,7593		
65	883,2	743,3958	698,2694	684,2853	752,9016		
66	111,9	805,5789	819,3833	807,4199	806,8957		
67	988,5	804,5388	869,9836	883,8493	796,7829		
68	730,2	800,1976	844,6151	756,9230	790,7682		
69	559,4	798,4782	803,6243	717,2175	792,5444		
70	107,3	410,9055	399,6833	412,1304	438,4865		
71	21,2	165,5179	157,7212	141,3150	163,8883		
72	7,2	87,5033	104,1031	104,8667	84,6005		
73	102,9	77,5783	94,0760	98,1859	74,5104	91,8221	
74	282,5	300,1262	302,0123	323,8752	312,3755	313,2935	
75	447,5	401,8736	458,4082	465,8636	397,3807	445,7592	
76	544	520,2540	523,8255	519,1821	522,5979	536,0842	
77	649,1	699,9159	659,6296	689,2498	714,3082	654,4076	
78	494,2	606,0500	573,9973	602,9114	596,7096	620,9545	
79	371,3	436,1081	419,5457	481,4119	463,0901	473,7793	
80	397,1	596,4043	644,8597	649,3296	589,5300	616,1731	
81	132,1	297,6653	298,7772	315,6535	311,0104	358,6690	
82	139,8	200,9182	185,0625	162,8579	200,3936	156,7749	
83	39,9	83,7210	100,6337	102,5485	80,7594	92,8720	
84	5,2	64,9979	62,4786	80,5116	61,6064	79,7319	
85	69,7	163,9612	164,6700	135,6323	163,6530	146,4352	
86	219	275,7880	229,8585	208,6139	277,3641	264,1976	
87	167,2	165,5179	157,7212	141,3150	163,8883	124,7119	
88	232,7	229,8426	214,8780	191,5097	231,0639	202,6318	

89	438,7	326,7013	323,4759	357,5144	345,2825	393,4534	
90	607	501,2138	431,7511	492,5976	529,9799	493,8969	
91	314,6	482,1715	421,4136	444,1090	515,1381	426,6788	428,3165
92	126,9	102,1969	115,6294	112,5411	99,5015	96,3136	107,9418
93	104,9	69,7011	81,4395	90,1889	66,4593	88,3528	71,6476
94	59,4	67,3189	74,6313	86,3519	64,0081	85,3830	64,6155
95	9,1	63,6869	46,0911	74,2404	60,2429	74,1388	35,5392
96	3,3	63,4074	39,2266	71,9842	59,9526	72,6385	28,5809
97	70,6	62,9148	12,7252	64,4802	59,4490	70,1418	1,7181
98	224,2	71,2268	84,6450	92,1290	68,0239	89,5087	74,9813
99	480,7	296,6797	335,1710	306,4620	307,5440	257,3880	323,9991
100	528,4	411,6941	390,9150	398,1668	440,3872	367,6758	394,8139
101	701,7	577,5377	545,0317	565,8917	577,4993	571,5725	522,1606
102	861,8	653,6668	595,5207	566,8541	657,8729	608,0878	608,5964
103	619,6	554,7481	581,7888	579,1661	575,7323	570,9155	606,0206
104	433,3	466,0084	454,4835	517,6050	491,9685	502,0602	480,0059
105	348,7	466,0084	454,4835	517,6050	491,9685	502,0602	480,0059
106	230,9	416,8670	399,9559	460,2465	443,7587	460,1830	429,4410
107	126,4	263,1235	260,4597	251,2429	269,1910	288,8431	276,6721
108	27,6	130,2318	134,4205	125,0567	127,9349	105,5518	128,4556



### Percobaan Variasi Jumlah Neuron *Hidden Layer* JST

No	Intensitas Radiasi Matahari (W/m <sup>2</sup> )					
	Aktual	Jumlah Neuron <i>Hidden Layer</i>				
		10	20	30	40	50
1	102,9	85,65	77,42	83,79	101,41	97,65
2	282,5	288,99	297,95	316,83	275,27	213,43
3	447,5	483,32	467,26	428,35	565,01	528,72
4	544	506,69	487,91	557,04	524,43	520,00
5	649,1	700,38	670,16	633,25	686,00	591,02
6	494,2	570,00	563,90	549,42	579,60	705,86
7	371,3	445,62	412,17	455,59	442,20	496,51
8	397,1	573,33	590,77	644,82	572,82	631,25
9	132,1	327,26	325,46	335,75	355,20	291,65
10	139,8	179,74	171,14	195,98	178,04	182,29
11	39,9	91,11	82,63	77,53	98,15	101,72
12	5,2	68,40	85,74	73,01	77,12	64,04
13	69,7	121,99	138,15	222,76	55,32	102,75
14	219	246,67	229,36	208,80	21,41	467,39
15	167,2	148,60	143,20	172,88	147,89	123,10
16	232,7	216,44	209,30	216,27	216,13	265,28
17	438,7	355,60	342,20	365,15	434,41	378,89
18	607	466,31	487,63	593,31	380,65	672,64
19	314,6	493,21	511,79	423,26	378,96	314,93
20	126,9	104,97	97,00	78,56	86,32	87,45
21	104,9	76,85	74,05	88,27	91,01	69,41
22	59,4	73,23	77,40	84,77	83,96	60,77
23	9,1	63,99	88,99	53,52	76,36	81,28
24	3,3	62,55	87,19	45,15	77,93	88,52
25	70,6	58,18	70,42	13,84	90,21	110,23
26	224,2	78,83	73,68	88,61	94,73	76,46
27	480,7	261,61	271,53	344,98	253,12	288,29
28	528,4	403,66	428,89	343,02	358,28	266,41
29	701,7	528,81	525,58	577,17	539,44	614,64
30	861,8	658,52	626,39	591,52	624,36	691,08
31	619,6	568,12	564,48	576,19	609,73	573,02
32	433,3	486,07	470,59	517,72	406,75	394,16
33	348,7	486,07	470,59	517,72	406,75	394,16
34	230,9	427,13	391,02	436,29	468,28	515,51
35	126,4	277,16	281,32	278,60	267,46	251,32
36	27,6	123,79	118,12	122,85	106,27	93,29

### Percobaan Variasi Komposisi Data Regresi Linier Berganda

No	Intensitas Radiasi Matahari (W/m <sup>2</sup> )						
	Aktual	70%-30%	75%-25%	80%-20%	85%-15%	90%-10%	95%-5%
1	111	73,7745					
2	272,4	301,169					
3	520,2	542,732					
4	774,6	627,917					
5	910	712,924					
6	534,7	684,234					
7	355,8	286,47					
8	189,9	229,444					
9	152,3	257,78					
10	78,5	172,773					
11	44,7	172,773					
12	16	137,353					
13	180,7	45,2616					
14	271,5	158,605					
15	528,6	350,403					
16	709,8	613,749					
17	479,1	357,487					
18	250,8	229,444					
19	138,3	109,017	109,62				
20	149,1	87,7653	88,7234				
21	97,5	87,7653	88,7234				
22	77,3	59,4295	60,8617				
23	96,1	9,84181	12,1038				
24	16,1	2,75785	5,13841				
25	112,4	187,826	194,979				
26	459,4	542,909	551,989				
27	647,8	613,749	621,644				
28	723,8	670,42	677,367				
29	514,5	577,621	579,825				
30	686,7	513,511	513,64				
31	602,9	399,459	395,202				
32	820,2	677,15	680,836				
33	308,8	527,856	529,319				
34	97,9	286,116	283,755				
35	11,1	38,1776	39,9655				
36	2,4	24,0097	26,0347				
37	85	31,0937	33,0001	31,8249			
38	177,5	194,379	196,701	195,995			
39	490,4	314,806	315,113	316,064			

40	570,2	414,158	414,376	415,807			
41	698,5	499,343	499,709	501,423			
42	691	570,537	572,859	573,777			
43	419,4	378,562	377,801	379,63			
44	151	165,689	165,343	166,019			
45	68,7	300,284	297,686	300,214			
46	15,2	87,7653	88,7234	88,3279			
47	11,7	59,4295	60,8617	60,0764			
48	4,3	59,4295	60,8617	60,0764			
49	146,3	9,84181	12,1038	10,6363			
50	271,2	172,95	174,056	173,945			
51	369,5	286,293	285,503	286,951			
52	448,8	271,948	269,824	271,963			
53	805,7	471,007	471,848	473,172			
54	716,8	342,788	339,478	342,591			
55	535,3	342,788	339,478	342,591	353,273		
56	527,3	356,956	353,409	356,717	367,848		
57	210,2	328,797	327,295	329,328	337,681		
58	104,5	229,444	228,032	229,585	236,674		
59	18,5	59,4295	60,8617	60,0764	61,7743		
60	9,9	66,5135	67,8271	67,1393	69,0618		
61	93,3	144,791	147,943	146,555	147,189		
62	420,1	500,405	510,197	506,597	503,422		
63	709,9	656,252	663,436	661,98	663,746		
64	819,7	698,756	705,229	704,357	707,471		
65	883,2	684,411	689,55	689,369	693,914		
66	111,9	769,596	774,883	774,986	780,346		
67	988,5	826,267	830,606	831,489	838,646		
68	730,2	797,754	800,996	802,375	810,513		
69	559,4	769,419	773,135	774,124	781,363		
70	107,3	399,991	400,445	401,681	408,52		
71	21,2	186,941	186,239	187,208	192,949		
72	7,2	109,017	109,62	109,516	112,787		
73	102,9	87,7653	88,7234	88,3279	90,9243	88,9014	
74	282,5	272,479	275,068	274,549	277,346	273,573	
75	447,5	428,681	431,803	431,657	435,635	430,774	
76	544	528,033	531,067	531,399	536,642	531,286	
77	649,1	656,075	661,688	661,118	664,764	657,525	
78	494,2	613,04	614,652	616,154	624,092	618,937	
79	371,3	413,627	409,132	413,22	426,148	424,894	
80	397,1	612,863	612,904	615,292	625,109	620,682	
81	132,1	321,536	318,582	321,403	331,411	329,939	
82	139,8	215,277	214,101	215,46	222,099	220,377	

83	39,9	101,933	102,654	102,454	105,499	103,51	
84	5,2	24,0097	26,0347	24,762	25,337	23,1638	
85	69,7	130,623	134,012	132,43	132,614	129,235	
86	219	258,488	262,885	261,286	261,753	257,219	
87	167,2	186,941	186,239	187,208	192,949	191,16	
88	232,7	243,612	241,963	243,711	251,249	249,593	
89	438,7	342,788	339,478	342,591	353,273	351,852	
90	607	442,14	438,742	442,334	454,281	452,365	
91	314,6	435,233	433,525	436,133	445,975	443,315	440,484
92	126,9	130,269	130,516	130,705	134,649	132,727	131,235
93	104,9	59,4295	60,8617	60,0764	61,7743	59,6847	58,6809
94	59,4	45,2616	46,9309	45,9506	47,1994	45,0764	44,1702
95	9,1	2,75785	5,13841	3,57341	3,47453	1,2513	0,63788
96	3,3	-4,3261	-1,827	-3,4895	-3,813	-6,0529	-6,6175
97	70,6	-25,578	-22,723	-24,678	-25,675	-27,965	-28,384
98	224,2	66,5135	67,8271	67,1393	69,0618	66,9889	65,9363
99	480,7	258,134	259,389	259,561	263,788	260,71	259,1
100	528,4	385,646	384,767	386,693	394,963	392,186	389,697
101	701,7	570,537	572,859	573,777	580,367	575,112	572,873
102	861,8	641,73	646,009	646,13	651,206	644,662	642,695
103	619,6	527,679	527,571	529,675	538,677	534,778	532,073
104	433,3	441,963	436,994	441,472	455,298	454,11	450,472
105	348,7	441,963	436,994	441,472	455,298	454,11	450,472
106	230,9	399,459	395,202	399,094	411,573	410,285	406,939
107	126,4	286,116	283,755	286,088	294,974	293,418	290,853
108	27,6	158,605	158,378	158,957	163,799	161,943	160,256

### Prediksi Metode JST Kota Bassel

No	Aktual	Intensitas Radiasi Matahari (W/m <sup>2</sup> )						
		70%-30%	75%-25%	80%-20%	85%-15%	90%-10%	95%-05%	
1	0	36,7018	26,8942	34,3234	39,3176	31,9100	26,2883	
2	0	35,4406	25,9317	33,2941	38,0329	30,5082	25,2432	
3	0	34,0208	24,8912	32,1621	36,5935	28,9510	24,1283	
4	0	31,5779	23,1964	30,2762	34,1347	26,3250	22,3477	
5	0	27,6032	20,6550	27,3578	30,1813	22,1964	19,7698	
6	0	25,0655	19,1472	25,5803	27,6864	19,6520	18,2982	
7	0	21,6614	17,2376	23,2872	24,3721	16,3459	16,5020	
8	0	16,3024	14,4380	19,8582	19,2200	11,3723	14,0150	
9	0	137,1865	160,7134	152,5720	96,2874	111,9427	119,3554	
10	24,92	15,4094	13,9914	19,3057	18,3683	10,5691	13,6351	
11	145,96	254,1294	251,4840	202,7625	214,2786	183,6550	211,9765	
12	247,42	262,7239	268,2417	216,9850	234,6305	205,7355	222,2889	
13	313,28	281,9165	291,5085	242,9706	266,3941	240,1871	241,7999	
14	336,42	299,1424	309,7964	266,3287	290,7228	267,7324	260,4095	
15	314,17	310,5345	318,4957	280,4312	305,3928	283,0697	269,7345	
16	248,31	314,8076	321,3385	285,4521	310,7647	288,3466	273,1922	
17	145,96	317,9536	329,5863	293,5360	315,7694	297,3800	282,2569	
18	26,7	201,5049	225,3240	210,9258	198,7098	170,0737	169,9939	
19	0	46,3683	35,8681	43,0639	49,2878	43,1047	36,5084	
20	0	44,0614	33,4198	40,8311	46,9023	40,3856	33,6517	
21	0	43,3587	32,7172	40,1698	46,1743	39,5597	32,8398	
22	0	46,2466	35,7332	42,9437	49,1622	42,9611	36,3500	
23	0	47,0897	36,6813	43,7816	50,0308	43,9546	37,4654	
24	0	45,7963	35,2399	42,5014	48,6973	42,4301	35,7717	
25	0	48,0283	37,7750	44,7289	50,9939	45,0577	38,7582	
26	0	50,8133	41,2684	47,6234	53,8130	48,2886	42,9234	
27	0	56,8758	50,1189	54,2183	59,5675	54,8127	53,6547	
28	0	53,8981	45,5740	50,9475	56,8251	51,7249	48,1166	
29	0	55,4645	47,9228	52,6646	58,2908	53,3820	50,9719	
30	0	56,3196	49,2453	53,6057	59,0696	54,2563	52,5859	
31	0	55,6953	48,2772	52,9185	58,5026	53,6203	51,4040	
32	0	55,2331	47,5696	52,4102	58,0774	53,1416	50,5416	
33	0	198,3533	216,0846	206,1492	185,9177	161,3368	158,8769	
34	10,68	57,4630	51,0518	54,8648	60,0856	55,3893	54,7980	
35	50,73	51,6239	43,8819	47,7684	54,6363	49,9087	42,4338	
36	230,51	53,7124	47,1720	50,1087	56,3133	52,3552	46,1212	
37	234,07	55,4645	47,9228	52,6646	58,2908	53,3820	50,9719	
38	274,12	57,0064	50,3255	54,3621	59,6834	54,9419	53,9077	
39	240,3	56,2540	49,1429	53,5335	59,0104	54,1901	52,4609	

40	195,8	56,8758	50,1189	54,2183	59,5675	54,8127	53,6547
41	129,05	313,0932	335,9854	301,1915	318,1340	303,9333	293,0716
42	27,59	190,0117	200,0202	194,9867	160,6459	145,8382	143,8744
43	0	45,7550	35,1951	42,4611	48,6546	42,3814	35,7193
44	0	44,2348	33,5961	40,9956	47,0818	40,5896	33,8561
45	0	41,2973	30,7626	38,2804	44,0410	37,1526	30,6023
46	0	41,8597	31,2808	38,7885	44,6225	37,8067	31,1922
47	0	43,8434	33,1998	40,6250	46,6765	40,1292	33,3971
48	0	44,4502	33,8169	41,2007	47,3048	40,8432	34,1123
49	0	43,4916	32,8486	40,2942	46,3120	39,7158	32,9913
50	0	41,9988	31,4107	38,9151	44,7665	37,9688	31,3405
51	0	41,2027	30,6764	38,1954	43,9432	37,0427	30,5044
52	0	39,7004	29,3477	36,8667	42,3930	35,3087	29,0051
53	0	39,7499	29,3903	36,9099	42,4440	35,3655	29,0529
54	0	38,0255	27,9469	35,4288	40,6717	33,3993	27,4451
55	0	38,0774	27,9892	35,4728	40,7250	33,4581	27,4918
56	0	38,8566	28,2678	34,7621	42,8148	33,8847	25,7792
57	0	40,3464	32,9730	30,5378	55,4058	37,5261	18,8086
58	7,12	45,7881	35,7975	41,4775	49,4466	42,6229	33,5997
59	77,43	50,0538	40,2783	46,8224	53,0514	47,4162	41,7379
60	96,12	50,6697	41,0791	47,4714	53,6695	48,1244	42,6964
61	118,37	52,7760	43,9563	49,7273	55,7467	50,4984	46,1588
62	124,6	47,8451	39,7222	42,8309	52,2181	45,8956	34,7117
63	94,34	48,6023	38,4644	45,3155	51,5803	45,7298	39,5760
64	89,89	52,0845	42,9882	48,9810	55,0717	49,7282	44,9908
65	99,68	54,0999	45,8709	51,1680	57,0166	51,9422	48,4767
66	18,69	50,6697	41,0791	47,4714	53,6695	48,1244	42,6964
67	0	43,0464	32,4111	39,8787	45,8509	39,1935	32,4872
68	0	39,1509	28,8793	36,3901	41,8275	34,6794	28,4809
69	0	37,9213	27,8624	35,3409	40,5650	33,2815	27,3517
70	0	34,3089	25,0989	32,3896	36,8850	29,2652	24,3495
71	0	31,4550	23,1140	30,1833	34,0116	26,1947	22,2624
72	0	30,0165	22,1689	29,1088	32,5748	24,6819	21,2915
73	0	27,8034	20,7774	27,5008	30,3791	22,4002	19,8914
74	0	23,9294	18,4966	24,8039	26,5762	18,5352	17,6775
75	0	24,0727	18,5779	24,9012	26,7160	18,6754	17,7546
76	0	23,7137	18,3747	24,6578	26,3660	18,3248	17,5622
77	0	23,7068	13,1344	18,5580	33,2241	13,4733	10,5840
78	0	22,9579	8,5163	13,3893	39,0008	8,7640	6,2573
79	0	21,2415	9,1074	14,3743	34,0791	8,6746	7,3681
80	0	19,0506	9,6307	15,0830	29,0167	8,2447	8,4244
81	0	16,1049	9,9656	15,3603	23,5437	7,2707	9,3270
82	8,9	12,1615	12,4059	17,3357	15,2842	7,7055	12,3256

83	93,45	17,4238	15,0062	20,5593	20,2922	12,3909	14,5050
84	232,29	144,0972	158,5119	155,4615	94,4068	112,0487	117,7743
85	311,5	153,9574	152,2910	156,1690	88,0293	110,4469	113,6550
86	327,52	269,7445	267,6282	219,7500	239,4932	206,7533	228,7349
87	307,05	244,3359	251,7199	202,0998	211,0422	183,4969	208,0234
88	234,96	241,8822	248,5924	199,5418	206,8806	179,5079	205,8852
89	135,28	271,4700	267,9024	222,8716	243,1485	208,8989	232,4967
90	26,7	143,6018	176,7532	160,9497	114,9734	120,2240	135,0154
91	0	9,1431	10,9790	15,5555	12,4349	5,1203	11,2000
92	0	6,8418	9,9157	14,2273	10,2715	3,1950	10,3941
93	0	6,6628	9,8337	14,1249	10,1035	3,0468	10,3332
94	0	7,9100	10,4069	14,8408	11,2747	4,0838	10,7628
95	0	7,1098	10,0385	14,3807	10,5230	3,4172	10,4858
96	0	10,5495	9,2350	14,1304	15,9180	4,2077	9,4282
97	0	13,3768	8,3139	13,5649	21,0365	4,6239	8,2817
98	0	16,5721	12,4822	17,9076	21,5344	9,7241	11,7529
99	0	17,1849	14,8845	20,4093	20,0636	12,1730	14,3994
100	0	14,7483	11,4740	16,7398	19,8295	8,0159	11,0079
101	0	18,6063	15,6148	21,3076	21,4260	13,4774	15,0383
102	0	19,7688	16,2233	22,0527	22,5441	14,5583	15,5801
103	0	14,4235	13,5040	18,7013	17,4299	9,6905	13,2260
104	0	15,7353	14,1539	19,5068	18,6789	10,8614	13,7727
105	0	139,4672	157,7766	152,7561	92,9742	111,0191	116,8945
106	21,36	264,0998	250,7352	208,8933	223,3302	187,0661	220,5204
107	142,4	271,8778	268,8179	223,6908	244,2001	210,1035	233,1830
108	243,86	35,8841	26,2659	33,6534	38,4840	30,9992	25,6046
109	299,93	179,8051	161,7245	170,0105	105,5402	119,5442	115,7806
110	283,91	43,7119	33,0680	40,5011	46,5403	39,9746	33,2447
111	170,88	41,2973	30,7626	38,2804	44,0410	37,1526	30,6023
112	88,11	36,2680	26,5588	33,9667	38,8750	31,4259	25,9227
113	51,62	35,7737	26,1823	33,5637	38,3717	30,8768	25,5140
114	4,45	30,2068	22,2920	29,2496	32,7644	24,8807	21,4171
115	0	31,3952	18,8152	23,0657	42,9554	22,0095	13,1287
116	0	31,5005	16,3646	14,2456	62,0796	18,3715	5,4873
117	0	42,3821	33,7578	34,8346	51,5657	39,2764	23,9257
118	0	43,3174	32,8799	38,9820	47,1118	39,4757	30,5117
119	0	42,7311	32,1058	39,5867	45,5244	38,8242	32,1363
120	0	40,8692	30,3752	37,8972	43,5987	36,6563	30,1630
121	0	38,7967	28,5820	36,0854	41,4633	34,2752	28,1495
122	0	39,3017	29,0069	36,5204	41,9825	34,8518	28,6235
123	0	40,7253	30,2463	37,7691	43,4501	36,4897	30,0172
124	0	42,0913	31,4974	38,9993	44,8621	38,0766	31,4395
125	0	42,6404	32,0187	39,5030	45,4305	38,7181	32,0364

126	0	45,0037	34,3928	41,7316	47,8778	41,4954	34,7823
127	0	46,5703	36,0934	43,2639	49,4960	43,3427	36,7732
128	0	43,4853	33,0694	39,1481	47,2720	39,6891	30,7102
129	0	34,2812	26,0724	18,2756	67,1918	28,0952	8,0439
130	2,67	31,8952	23,9604	13,0595	75,3424	24,1595	4,5777
131	18,69	41,4012	37,8697	31,6147	58,3334	41,5271	19,7112
132	24,03	55,4964	50,1154	52,1173	57,6472	54,3366	49,4591
133	113,92	60,5763	62,0531	57,3833	59,2738	60,6955	58,4954
134	179,78	70,0832	71,7785	68,1549	69,6784	65,3510	80,7944
135	114,81	71,7534	74,3963	69,8054	70,8422	66,4374	84,1436
136	113,03	71,8325	74,5188	69,8831	70,8974	66,4883	84,3004
137	112,14	72,6309	75,7477	70,6642	71,4562	66,9988	85,8739
138	15,13	70,7754	72,8704	68,8416	70,1603	65,8045	82,1906
139	0	70,0070	71,6575	68,0790	69,6252	65,3007	80,6398
140	0	70,3896	72,2631	68,4594	69,8917	65,5524	81,4139
141	0	58,8436	80,7511	57,1222	48,4997	71,6567	55,4639
142	0	58,4586	79,9524	56,6125	48,8657	71,1571	54,6194
143	0	68,6905	69,5530	66,7611	68,7070	64,4217	77,9536
144	0	68,1735	68,7178	66,2393	68,3450	64,0700	76,8897
145	0	66,7241	66,3539	64,7632	67,3220	63,0614	73,8862
146	0	63,6275	61,2200	61,5395	65,0681	60,7644	67,4107
147	0	62,7501	59,7549	60,6085	64,4051	60,0706	65,5758
148	0	62,5490	59,4191	60,3941	64,2513	59,9086	65,1561
149	0	60,8907	56,6548	58,6115	62,9537	58,5265	61,7131
150	0	60,0051	55,1878	57,6501	62,2377	57,7531	59,8944
151	0	58,9934	53,5258	56,5454	61,3988	56,8382	57,8411
152	0	57,4304	50,9998	54,8289	60,0570	55,3576	54,7342
153	0	211,6449	235,5891	220,3781	217,7257	183,6699	180,4190
154	19,58	325,4599	357,2035	332,4179	339,8500	334,7449	320,4761
155	129,94	343,6591	377,5922	360,8438	360,8705	363,7986	345,3646
156	231,4	369,3115	402,3412	393,7207	386,9272	398,2343	377,2032
157	301,71	391,6739	403,7195	390,9184	399,6307	398,9030	374,9197
158	323,96	391,1301	420,9749	416,6757	407,3471	423,1908	402,1556
159	312,39	372,5115	357,1846	358,0418	394,0024	360,5904	335,1916
160	252,76	399,3980	427,6144	424,4475	414,8325	431,8116	411,2210
161	144,18	376,8733	409,0040	402,1219	394,1338	407,2736	386,0371
162	29,37	267,3169	282,3600	263,4454	293,8514	249,8809	239,4200
163	0	60,7592	56,4363	58,4690	62,8484	58,4132	61,4419
164	0	59,7436	54,7566	57,3652	62,0231	57,5199	59,3610
165	0	59,8743	54,9720	57,5076	62,1306	57,6368	59,6274
166	0	63,9337	61,7309	61,8626	65,2966	61,0017	68,0520
167	0	65,0690	63,6203	63,0522	66,1318	61,8608	70,4297
168	0	65,8377	64,8938	63,8503	66,6882	62,4256	72,0376

### Prediksi Regresi Linier Berganda Kota Bassel Swiss

No	Aktual	Intensitas Radiasi Matahari (W/m <sup>2</sup> )					
		70%- 30%	75%- 25%	80%- 20%	85%- 15%	90%- 10%	95%- 05%
1	0	-24,3294	-24,1868	-24,0587	-23,1239	-34,4610	-33,4997
2	0	-23,1092	-23,0191	-22,9286	-22,0918	-32,6298	-31,7304
3	0	-21,7829	-21,7499	-21,7003	-20,9700	-30,6393	-29,8072
4	0	-19,6077	-19,6683	-19,6858	-19,1302	-27,3750	-26,6532
5	0	-16,3184	-16,5207	-16,6395	-16,3481	-22,4386	-21,8837
6	0	-14,3555	-14,6422	-14,8216	-14,6879	-19,4927	-19,0374
7	0	-11,8620	-12,2561	-12,5123	-12,5788	-15,7506	-15,4219
8	0	-8,2014	-8,7530	-9,1221	-9,4826	-10,2569	-10,1139
9	0	221,9717	219,7671	216,4218	214,1055	210,8593	206,4654
10	24,92	-7,6178	-8,1946	-8,5816	-8,9890	-9,3811	-9,2677
11	145,96	321,9304	319,3510	314,8842	312,4056	301,7193	295,6518
12	247,42	305,7665	303,6747	299,6022	298,0049	280,5970	275,1695
13	313,28	291,2291	289,6807	286,0151	285,4204	260,0213	255,2600
14	336,42	287,5433	286,2773	282,7870	282,7358	252,6281	248,1608
15	314,17	273,9590	273,0305	269,8355	270,3803	235,9650	231,9730
16	248,31	269,3355	268,5214	265,4267	266,1735	230,3001	226,4695
17	145,96	282,2991	281,3434	278,0569	278,5964	243,4839	239,3558
18	26,7	174,9381	174,5523	172,5537	173,6025	143,3768	141,1909
19	0	-35,3113	-34,6959	-34,2294	-32,4125	-50,9421	-49,4237
20	0	-32,3934	-31,9036	-31,5270	-29,9445	-46,5631	-45,1927
21	0	-31,5446	-31,0913	-30,7409	-29,2265	-45,2892	-43,9618
22	0	-35,1521	-34,5436	-34,0820	-32,2779	-50,7032	-49,1929
23	0	-36,2663	-35,6097	-35,1138	-33,2202	-52,3752	-50,8083
24	0	-34,5686	-33,9851	-33,5415	-31,7843	-49,8274	-48,3467
25	0	-37,5395	-36,8282	-36,2930	-34,2971	-54,2861	-52,6546
26	0	-41,5185	-40,6359	-39,9780	-37,6626	-60,2575	-58,4241
27	0	-51,0149	-49,7235	-48,7730	-45,6948	-74,5092	-72,1941
28	0	-46,2402	-45,1543	-44,3509	-41,6562	-67,3435	-65,2706
29	0	-48,7336	-47,5404	-46,6602	-43,7652	-71,0856	-68,8862
30	0	-50,1130	-48,8604	-47,9377	-44,9319	-73,1557	-70,8863
31	0	-49,1050	-47,8958	-47,0042	-44,0794	-71,6429	-69,4247
32	0	-48,3623	-47,1850	-46,3163	-43,4511	-70,5283	-68,3477
33	0	166,3829	166,0161	164,1070	165,1437	135,7963	133,7423
34	10,68	-51,9698	-50,6373	-49,6574	-46,5025	-75,9423	-73,5788
35	50,73	-43,1785	-42,1990	-41,4857	-38,9871	-63,1383	-61,1701
36	230,51	-46,5209	-45,3974	-44,5811	-41,8141	-68,1543	-66,0165
37	234,07	-48,7336	-47,5404	-46,6602	-43,7652	-71,0856	-68,8862
38	274,12	-51,2271	-49,9266	-48,9695	-45,8743	-74,8277	-72,5018
39	240,3	-50,0069	-48,7589	-47,8394	-44,8422	-72,9965	-70,7325

40	195,8	-51,0149	-49,7235	-48,7730	-45,6948	-74,5092	-72,1941
41	129,05	305,1864	303,9092	300,2483	300,2787	267,8371	263,1219
42	27,59	161,5593	161,0401	159,1001	159,8031	133,9794	131,8587
43	0	-34,5155	-33,9344	-33,4924	-31,7394	-49,7478	-48,2697
44	0	-32,6056	-32,1067	-31,7236	-30,1240	-46,8815	-45,5004
45	0	-29,1572	-28,8067	-28,5299	-27,2073	-41,7063	-40,5001
46	0	-29,7938	-29,4160	-29,1195	-27,7458	-42,6617	-41,4232
47	0	-32,1281	-31,6498	-31,2814	-29,7201	-46,1650	-44,8080
48	0	-32,8709	-32,3605	-31,9692	-30,3484	-47,2796	-45,8850
49	0	-31,7037	-31,2436	-30,8883	-29,3612	-45,5280	-44,1926
50	0	-29,9530	-29,5683	-29,2669	-27,8804	-42,9006	-41,6540
51	0	-29,0511	-28,7052	-28,4316	-27,1175	-41,5471	-40,3463
52	0	-27,4065	-27,1314	-26,9085	-25,7265	-39,0789	-37,9615
53	0	-27,4595	-27,1821	-26,9576	-25,7714	-39,1585	-38,0384
54	0	-25,6557	-25,4560	-25,2871	-24,2457	-36,4515	-35,4229
55	0	-25,7088	-25,5068	-25,3362	-24,2906	-36,5311	-35,4998
56	0	-26,0956	-25,8514	-25,6646	-24,5382	-37,5011	-36,3996
57	0	-29,6742	-29,1486	-28,8300	-27,1673	-44,8194	-43,2830
58	7,12	-34,5840	-33,9744	-33,5260	-31,7178	-50,2401	-48,7079
59	77,43	-40,4044	-39,5697	-38,9462	-36,7203	-58,5855	-56,8087
60	96,12	-41,3063	-40,4328	-39,7815	-37,4831	-59,9390	-58,1164
61	118,37	-44,4894	-43,4789	-42,7295	-40,1754	-64,7161	-62,7320
62	124,6	-37,9418	-37,1622	-36,6060	-34,4783	-55,6688	-53,9156
63	94,34	-38,3353	-37,5897	-37,0300	-34,9702	-55,4803	-53,8085
64	89,89	-43,4284	-42,4635	-41,7469	-39,2780	-63,1237	-61,1935
65	99,68	-46,5585	-45,4589	-44,6458	-41,9255	-67,8212	-65,7322
66	18,69	-41,3063	-40,4328	-39,7815	-37,4831	-59,9390	-58,1164
67	0	-31,1732	-30,7359	-30,3970	-28,9124	-44,7318	-43,4233
68	0	-26,8229	-26,5729	-26,3680	-25,2329	-38,2031	-37,1153
69	0	-25,5496	-25,3544	-25,1888	-24,1560	-36,2923	-35,2691
70	0	-22,0481	-22,0037	-21,9460	-21,1944	-31,0374	-30,1919
71	0	-19,5016	-19,5668	-19,5875	-19,0405	-27,2157	-26,4994
72	0	-18,2814	-18,3991	-18,4575	-18,0084	-25,3845	-24,7301
73	0	-16,4776	-16,6730	-16,7869	-16,4828	-22,6775	-22,1145
74	0	-13,5067	-13,8299	-14,0354	-13,9699	-18,2188	-17,8066
75	0	-13,6128	-13,9315	-14,1337	-14,0596	-18,3781	-17,9605
76	0	-13,3475	-13,6776	-13,8880	-13,8353	-17,9800	-17,5758
77	0	-10,5820	-10,9547	-11,2375	-11,2575	-14,9982	-14,5825
78	0	-8,2786	-8,6995	-9,0446	-9,1502	-12,3204	-11,9202
79	0	-7,6795	-8,1517	-8,5196	-8,7231	-11,0319	-10,7127
80	0	-6,9214	-7,4517	-7,8472	-8,1613	-9,5046	-9,2745
81	0	-5,8449	-6,4470	-6,8801	-7,3304	-7,4995	-7,3747
82	8,9	-5,5487	-6,2146	-6,6654	-7,2390	-6,2760	-6,2675

83	93,45	-8,9441	-9,4638	-9,8099	-10,1109	-11,3716	-11,1909
84	232,29	198,3657	196,5374	193,6005	191,8989	185,0682	181,3185
85	311,5	175,2212	173,6951	171,1253	169,8927	160,7863	157,6104
86	327,52	333,7968	331,2597	326,7031	324,3789	311,1987	305,0077
87	307,05	301,3633	299,1162	295,0074	293,0731	279,1824	273,6800
88	234,96	303,0079	300,6901	296,5306	294,4641	281,6506	276,0647
89	135,28	343,3941	340,7216	336,0076	333,4686	321,4211	314,9832
90	26,7	234,8591	232,6898	229,2415	227,0716	221,3157	216,7783
91	0	-3,6919	-4,4377	-4,9457	-5,6685	-3,4894	-3,5751
92	0	-2,3125	-3,1177	-3,6682	-4,5018	-1,4193	-1,5750
93	0	-2,2064	-3,0162	-3,5699	-4,4120	-1,2600	-1,4211
94	0	-2,9492	-3,7269	-4,2578	-5,0403	-2,3747	-2,4981
95	0	-2,4717	-3,2700	-3,8156	-4,6364	-1,6581	-1,8058
96	0	-3,3360	-4,0716	-4,5863	-5,2879	-3,3447	-3,3979
97	0	-3,9880	-4,6701	-5,1604	-5,7598	-4,7128	-4,6822
98	0	-7,2619	-7,8285	-8,2222	-8,6084	-9,2365	-9,0905
99	0	-8,7850	-9,3115	-9,6625	-9,9762	-11,1328	-10,9601
100	0	-6,0417	-6,6608	-7,0921	-7,5764	-7,4053	-7,3211
101	0	-9,7399	-10,2253	-10,5469	-10,7839	-12,5659	-12,3448
102	0	-10,5357	-10,9869	-11,2839	-11,4570	-13,7602	-13,4987
103	0	-6,9812	-7,5854	-7,9920	-8,4506	-8,4257	-8,3446
104	0	-7,8300	-8,3977	-8,7781	-9,1685	-9,6996	-9,5754
105	0	209,3604	207,3257	204,1829	202,1325	197,5510	193,4742
106	21,36	351,5642	348,5400	343,5742	340,3790	333,6823	326,8300
107	142,4	342,9697	340,3154	335,6145	333,1096	320,7841	314,3678
108	243,86	-23,5336	-23,4252	-23,3217	-22,4508	-33,2667	-32,3458
109	299,93	146,3248	145,4896	143,5345	143,5152	125,7493	123,5610
110	283,91	-31,9690	-31,4975	-31,1340	-29,5855	-45,9261	-44,5772
111	170,88	-29,1572	-28,8067	-28,5299	-27,2073	-41,7063	-40,5001
112	88,11	-23,9050	-23,7806	-23,6656	-22,7649	-33,8241	-32,8843
113	51,62	-23,4275	-23,3237	-23,2234	-22,3611	-33,1075	-32,1920
114	4,45	-18,4406	-18,5514	-18,6049	-18,1430	-25,6234	-24,9608
115	0	-17,0699	-17,1378	-17,2163	-16,6655	-25,1244	-24,3288
116	0	-17,3062	-17,2366	-17,2863	-16,4676	-27,4267	-26,3659
117	0	-31,0227	-30,4900	-30,1385	-28,4670	-46,0641	-44,5606
118	0	-31,3478	-30,8775	-30,5289	-28,9806	-45,3834	-44,0154
119	0	-30,8018	-30,3806	-30,0530	-28,5983	-44,1745	-42,8848
120	0	-28,6797	-28,3498	-28,0877	-26,8034	-40,9898	-39,8078
121	0	-26,4515	-26,2175	-26,0241	-24,9188	-37,6458	-36,5768
122	0	-26,9820	-26,7252	-26,5154	-25,3675	-38,4420	-37,3461
123	0	-28,5206	-28,1975	-27,9403	-26,6688	-40,7509	-39,5770
124	0	-30,0591	-29,6698	-29,3652	-27,9701	-43,0598	-41,8079
125	0	-30,6957	-30,2790	-29,9548	-28,5086	-44,0153	-42,7310

126	0	-33,5606	-33,0205	-32,6080	-30,9317	-48,3147	-46,8851
127	0	-35,5766	-34,9498	-34,4751	-32,6369	-51,3402	-49,8083
128	0	-31,5600	-31,0806	-30,7254	-29,1601	-45,7019	-44,3231
129	0	-24,3246	-23,9274	-23,7564	-22,3243	-38,3491	-36,8815
130	2,67	-23,4005	-22,9921	-22,8411	-21,3836	-37,7413	-36,2193
131	18,69	-33,1911	-32,4886	-32,0574	-30,0624	-50,4869	-48,7215
132	24,03	-49,4388	-48,1897	-47,2835	-44,2821	-72,5333	-70,2475
133	113,92	-58,7915	-57,1143	-55,9155	-52,1132	-86,9589	-84,1479
134	179,78	-71,4402	-69,2695	-67,6895	-62,9707	-105,1624	-101,8110
135	114,81	-73,7214	-71,4525	-69,8022	-64,9002	-108,5860	-105,1189
136	113,03	-73,8276	-71,5541	-69,9005	-64,9899	-108,7452	-105,2727
137	112,14	-74,8886	-72,5694	-70,8832	-65,8874	-110,3376	-106,8113
138	15,13	-72,3951	-70,1833	-68,5739	-63,7784	-106,5955	-103,1957
139	0	-71,3341	-69,1679	-67,5912	-62,8809	-105,0032	-101,6571
140	0	-71,8646	-69,6756	-68,0825	-63,3297	-105,7993	-102,4264
141	0	-66,3491	-64,2192	-62,7660	-58,1077	-100,2486	-96,8009
142	0	-65,7124	-63,6099	-62,1764	-57,5692	-99,2932	-95,8778
143	0	-69,4772	-67,3910	-65,8715	-61,3104	-102,2165	-98,9647
144	0	-68,7345	-66,6803	-65,1837	-60,6822	101,1018	-97,8877
145	0	-66,6124	-64,6495	-63,2183	-58,8873	-97,9171	-94,8106
146	0	-61,8907	-60,1311	-58,8454	-54,8936	-90,8310	-87,9641
147	0	-60,5113	-58,8111	-57,5679	-53,7269	-88,7609	-85,9640
148	0	-60,1930	-58,5065	-57,2731	-53,4577	-88,2832	-85,5025
149	0	-57,5404	-55,9680	-54,8164	-51,2141	-84,3023	-81,6561
150	0	-56,1080	-54,5973	-53,4898	-50,0025	-82,1526	-79,5791
151	0	-54,4633	-53,0235	-51,9667	-48,6115	-79,6844	-77,1943
152	0	-51,9168	-50,5865	-49,6083	-46,4576	-75,8627	-73,5018
153	0	173,8590	173,6454	171,7428	173,1303	139,8628	137,8404
154	19,58	306,0981	305,0311	301,4666	301,9232	265,4491	260,9035
155	129,94	298,2463	297,5173	294,1948	295,2821	253,6656	249,5183
156	231,4	288,6968	288,3789	285,3507	287,2050	239,3342	235,6714
157	301,71	262,2740	262,3865	259,8199	262,3805	210,3285	207,3945
158	323,96	281,3755	281,3728	278,5703	281,0126	228,3468	225,0554
159	312,39	212,1273	212,7522	210,9100	214,2015	159,8621	158,0483
160	252,76	278,7229	278,8344	276,1136	278,7690	224,3659	221,2091
161	144,18	286,0972	285,8913	282,9432	285,0063	235,4329	231,9019
162	29,37	196,8730	196,9138	194,9229	196,9551	155,6525	153,5394
163	0	-57,3282	-55,7650	-54,6199	-51,0346	-83,9838	-81,3484
164	0	-55,6835	-54,1911	-53,0968	-49,6435	-81,5157	-78,9637
165	0	-55,8957	-54,3942	-53,2933	-49,8230	-81,8341	-79,2714
166	0	-62,3682	-60,5880	-59,2876	-55,2975	-91,5476	-88,6565
167	0	-64,1189	-62,2634	-60,9090	-56,7783	-94,1750	-91,1951
168	0	-65,2861	-63,3803	-61,9900	-57,7655	-95,9266	-92,8875

### Prediksi Jangka Pendek

BMKG ( $W / m^2$ )			Bassel ( $W / m^2$ )		
Aktual	JST	RLB	Aktual	JST	RLB
0	0	0	0	53,1109	-106.3403
0	0	0	0	51,2352	-98.5859
0	0	0	0	50,7618	-96.3206
0	0	0	0	50,6570	-95.7978
0	0	0	0	49,8458	-91.4414
0	0	0	0	49,4518	-89.0889
70,6	57,2234	-27.0519	0	49,0355	-86.3880
224,2	74,1043	66.6294	0	48,4631	-82.2059
480,7	227,1236	259.1690	0	156,8122	125.9764
528,4	416,5445	388.8817	19,58	326,9277	246.8987
701,7	551,4626	572.1856	129,94	352,1554	234.0038
861,8	674,4767	642.2187	231,4	386,4848	218.3208
619,6	585,6191	530.9774	301,71	390,7656	188.9917
433,3	432,2288	448.5611	323,96	414,7689	206.2972
348,7	432,2288	448.5611	312,39	341,8781	139.3820
230,9	376,4600	405.3236	252,76	425,1910	201.9408
126,4	291,3615	290.0235	144,18	396,3952	214.0515
27,6	127,0636	160.3108	29,37	200,0207	139.0079
0	0	0	0	49,7855	-91.0929
0	0	0	0	49,3407	-88.3919
0	0	0	0	49,3960	-88.7404
0	0	0	0	51,4066	-99.3700
0	0	0	0	52,0692	-102.2452
0	0	0	0	52,5420	-104.1621

#### Lampiran 4. Hasil Perhitungan Nilai Error RMSE dan MAE

Percobaan Variasi Komposisi Data Latih dan Data Uji Kota Malang

Percobaan	Komposisi	JST		Regrasi Linier Berganda	
		RMSE	MAE	RMSE	MAE
1	70%-30%	138,5046	103,4584	141,4596	107,0912
2	75%-25%	147,0374	105,0871	146,6029	108,17
3	80%-20%	153,7218	113,5273	154,6335	114,4992
4	85%-15%	152,4763	108,7019	152,1578	110,0675
5	90%-10%	115,3569	89,0556	110,1697	85,0434
6	95%-5%	123,3722	100,5228	124,7537	103,0638

Nilai RMSE Variasi Jumlah Neuron Hidden Layer Kota Malang

Komposisi	Jumlah Neuron <i>Hidden Layer</i>				
	10	20	30	40	50
70%-30%	140,1766	143,5428	159,3684	143,6725	157,8057
75%-25%	144,2381	143,6353	153,8308	154,136	172,8727
80%-20%	152,6681	161,7779	155,9942	164,5405	174,322
85%-15%	150,8855	152,2156	160,3416	166,9671	177,4843
90%-10%	107,8571	108,3061	111,9484	117,3436	121,3536
95%-5%	113,9187	135,4106	132,4444	138,6948	135,4884

Nilai MAE Variasi Jumlah Neuron Hidden Layer Kota Malang

Komposisi	Jumlah Neuron <i>Hidden Layer</i>				
	10	20	30	40	50
70%-30%	104,7569	105,8274	117,4379	104,0184	115,7582
75%-25%	104,7755	107,1841	111,0361	113,0303	119,8733
80%-20%	109,079	119,2932	110,1729	120,1242	129,9061
85%-15%	104,2416	105,8927	106,1543	122,9446	123,6588
90%-10%	85,9764	85,5314	85,6030	88,1674	93,6107
95%-5%	96,2839	110,1268	107,8834	107,6667	109,0683

### Percobaan Variasi Komposisi Data Latih dan Data Uji Kota Bassel

Percobaan	Komposisi	JST		Regresi Linier Berganda	
		RMSE	MAE	RMSE	MAE
1	70%-30%	114,1867	84,0499	158,2437	109,6143
2	75%-25%	105,3349	75,4929	136,6146	94,7010
3	80%-20%	91,7179	66,5953	122,6485	83,0013
4	85%-15%	86,2326	60,6525	110,1877	71,3495
5	90%-10%	78,1101	54,3449	111,6524	76,8232
6	95%-5%	75,2603	51,8844	103,5776	74,6899

### Perbandingan Nilai Error RMSE dan MAE Prediksi Jangka Pendek

Percobaan	Komposisi Data (Hari)		JST (W/m <sup>2</sup> )		Regresi Berganda (W/m <sup>2</sup> )	
	Latih	Uji	RMSE	MAE	RMSE	MAE
BMKG	29	1	136,5274	116,128	147,4119	136,6559
	22	7	148,5006	112,0186	151,3104	113,5718
Bassel	364	1	100,6721	83,3051	107,9499	101,0136
	358	7	83,3359	59,3616	114,1620	85,1536
	334	31	78,8107	52,5490	107,8067	73,1977

## Lampiran 5. Spesifikasi Laptop yang Digunakan



