

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Data BMKG

Dalam memprakirakan intensitas radiasi matahari pada penelitian ini menggunakan tiga macam data yaitu, lama penyinaran matahari, suhu rata-rata dan intensitas radiasi matahari. Data yang digunakan diperoleh dari Stasiun Klimatologi BMKG Karangploso Malang dalam rentang waktu 1 Januari hingga 31 Januari 2017. Data yang digunakan merupakan data setiap 1 jam sebanyak 372 pasangan data. Data yang digunakan merupakan data dari pukul 06.00 hingga pukul 18.00.

Data yang dimiliki kemudian dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu, data *training* dan data *testing*. Komposisi pengelompokan data yang sering digunakan sebesar 80% untuk data *training* dan 20% untuk data *testing*. Pengelompokan data dapat disesuaikan dengan tujuan dari peramalan yang ingin diperoleh.

Karakteristik data yang diperoleh dari Stasiun Klimatologi BMKG Karangploso Malang ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1
Karakteristik data setiap 1 jam Stasiun Klimatologi Karangploso

| Macam Data | Minimum | Maksimum | Rata-rata | Rentang |
|---|---------|----------|-----------|-------------|
| Lama Penyinaran Matahari (Jam) | 0 | 1 | 0,296 | 0 – 1 |
| Suhu (°C) | 21 | 30,8 | 25,361 | 21 – 30,8 |
| Intensitas Radiasi Matahari (W/m ²) | 1,9 | 991,5 | 343,59 | 1,9 – 991,5 |

4.2 Analisis *Extreme Learning Machine* (ELM)

Pada penelitian ini dilakukan percobaan peramalan intensitas radiasi matahari menggunakan metode *Extreme Learning Machine* (ELM). Karakteristik ELM yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan oleh tabel 4.2.

Tabel 4. 2
Karakteristik ELM Acuan

| Keterangan | Karakteristik ELM |
|-----------------------------|---|
| Masukan | Lama Penyinaran Matahari; Suhu Rata-rata. |
| Keluaran | Intensitas Radiasi Matahari |
| Jumlah <i>Hidden Neuron</i> | 50 |
| Fungsi Aktivasi | <i>Sigmoid Biner</i> |

Tabel 4.2 menunjukkan karakteristik pemodelan ELM untuk peramalan intensitas radiasi matahari menggunakan fungsi aktivasi *Sigmoid Biner* dan jumlah *hidden neuron* sebanyak 50.

Pada penelitian ini dilakukan dua variasi karakteristik pemodelan ELM untuk peramalan intensitas radiasi matahari yaitu, variasi komposisi pengelompokan pasangan data dan variasi jumlah *hidden neuron*.

4.2.1 Normalisasi Data dan Denormalisasi Data

Normalisasi data bertujuan untuk membuat data yang dimiliki nilai pada rentang tertentu. Normalisasi data dapat dilakukan dengan perhitungan melalui persamaan sebagai berikut.

$$x = \frac{(x_p - \min x_p)}{(\max x_p - \min x_p)} \dots\dots\dots(2-7)$$

x_p : nilai data sebelum dinormalisasi

$\min x_p$: nilai minimum dataset

$\max x_p$: nilai maksimum dataset

Denormalisasi data bertujuan untuk mengembalikan nilai yang telah diubah melalui proses normalisasi. Denormalisasi data dapat dilakukan dengan perhitungan melalui persamaan berikut.

$$x = Y x (\max x_p - \min x_p) + \min x_p \dots\dots\dots(2-8)$$

$\min x_p$: nilai minimum dataset

$\max x_p$: nilai maksimum dataset

Y : nilai keluaran

4.2.2 Variasi Komposisi Pasangan Data *Training* dan *Testing*

Pada penelitian ini dilakukan percobaan variasi komposisi pengelompokan pasangan data untuk data *training* dan data *testing*. Data yang sudah divariasikan kemudian disimulasikan pada program MATLAB dengan metode ELM.

Pada penelitian ini dilakukan percobaan sebanyak enam kali. Percobaan pertama dengan komposisi data sebesar 70% data *training* dan 30% data *testing*. Percobaan kedua dengan komposisi data sebesar 75% data *training* dan 25% data *testing*. Percobaan ketiga dengan komposisi data sebesar 80% data *training* dan 20% data *testing*. Percobaan keempat dengan komposisi data sebesar 85% data *training* dan 15% data *testing*. Percobaan kelima dengan komposisi data sebesar 90% data *training* dan 10% data *testing*. Percobaan keenam dengan komposisi data sebesar 95% data *training* dan 5% data *testing*.

Tabel 4. 3

Variasi jumlah data *training* dan data *testing* data BMKG

| Percobaan | Data BMKG | Komposisi Data | Data Training | Data Testing |
|-----------|-----------|----------------|---------------|--------------|
| 1 | 372 | 70% - 30% | 260 | 112 |
| 2 | 372 | 75% - 25% | 279 | 93 |
| 3 | 372 | 80% - 20% | 298 | 74 |
| 4 | 372 | 85% - 15% | 316 | 56 |
| 5 | 372 | 90% - 10% | 335 | 37 |
| 6 | 372 | 95% - 5% | 353 | 19 |

Data yang sudah divariasikan kemudian dinormalisasi dan diramalkan dengan bantuan program MATLAB. Data nilai keluaran kemudian didenormalisasi untuk mendapatkan hasil peramalan yang sesungguhnya.

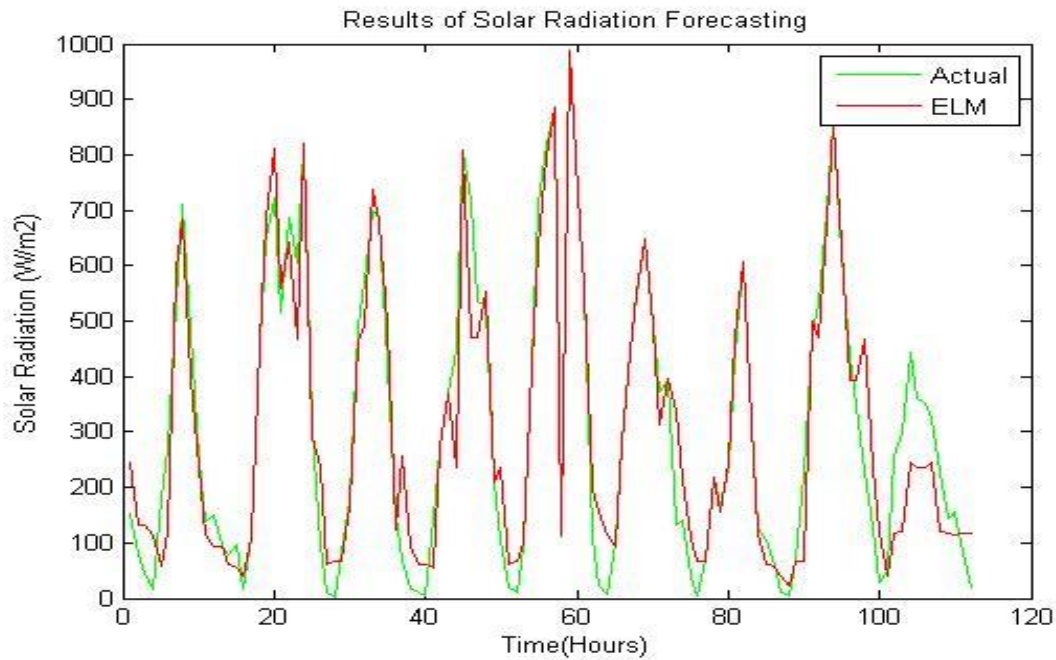
Tabel 4. 4

Hasil Peramalan ELM Variasi Komposisi Data BMKG

| No | Intensitas Radiasi Matahari (W/m ²) | | | | | | |
|----|---|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| | Aktual | 70%-30% | 75%-25% | 80%-20% | 85%-15% | 90%-10% | 95%-5% |
| 1 | 861,80 | 857,91 | 861,02 | 861,61 | 861,81 | 861,81 | 861,80 |
| 2 | 619,60 | 591,39 | 605,86 | 619,42 | 619,64 | 619,58 | 619,60 |
| 3 | 433,30 | 398,62 | 393,48 | 390,49 | 391,05 | 390,98 | 391,00 |
| 4 | 348,70 | 398,62 | 393,48 | 390,49 | 391,05 | 390,98 | 391,00 |
| 5 | 230,90 | 480,18 | 465,79 | 204,70 | 232,42 | 230,90 | 230,90 |
| 6 | 126,40 | 222,93 | 236,56 | 285,87 | 268,57 | 279,14 | 279,43 |
| 7 | 27,60 | 110,84 | 116,66 | 179,91 | 174,40 | 180,75 | 184,17 |
| 8 | 50,50 | 39,05 | 37,39 | 60,71 | 37,45 | 25,40 | 50,50 |
| 9 | 255,30 | 126,77 | 122,76 | 90,36 | 90,68 | 133,08 | 139,10 |
| 10 | 298,10 | 110,84 | 116,66 | 179,91 | 174,40 | 180,75 | 184,17 |
| 11 | 443,10 | 266,19 | 267,29 | 308,45 | 320,22 | 335,20 | 443,10 |
| 12 | 360,70 | 222,93 | 236,56 | 285,87 | 268,57 | 279,14 | 279,43 |
| 13 | 351,20 | 222,93 | 236,56 | 285,87 | 268,57 | 279,14 | 279,43 |
| 14 | 325,50 | 259,60 | 259,11 | 378,76 | 382,67 | 330,41 | 325,50 |
| 15 | 226,80 | 110,84 | 116,66 | 179,91 | 174,40 | 180,75 | 184,17 |
| 16 | 142,60 | 126,77 | 122,76 | 90,36 | 90,68 | 133,08 | 139,10 |
| 17 | 156,10 | 116,34 | 116,36 | 171,77 | 167,85 | 148,78 | 156,10 |
| 18 | 81,90 | 125,14 | 122,08 | 130,55 | 130,70 | 119,01 | 81,90 |
| 19 | 19,40 | 126,77 | 122,76 | 90,36 | 90,68 | 133,08 | 139,10 |

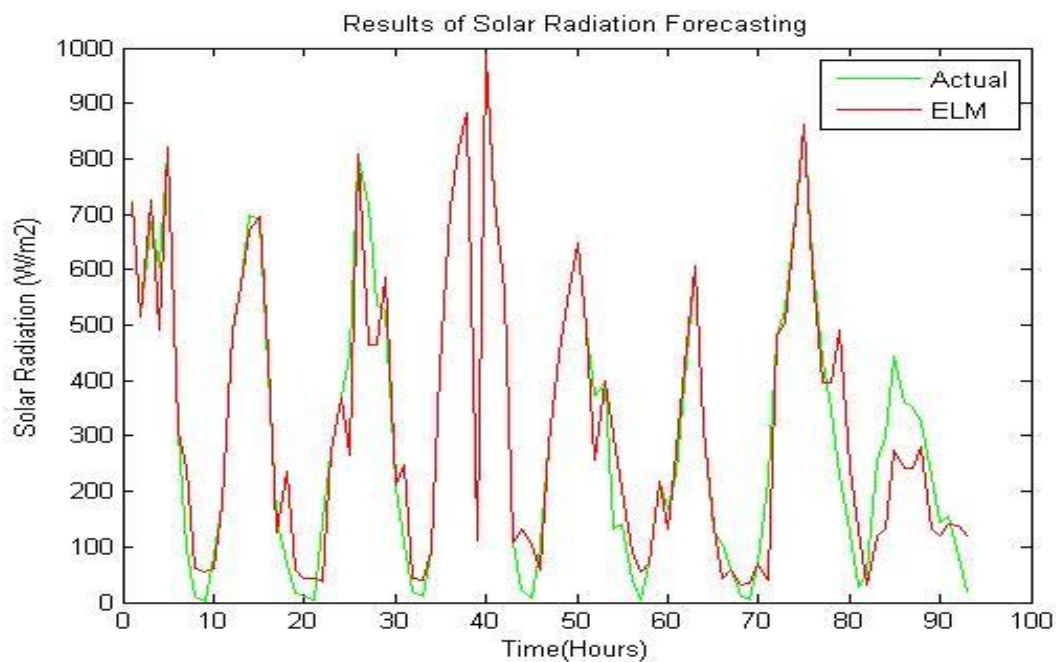
Seterusnya di lampiran

Data hasil peramalan kemudian di-plot untuk dibandingkan dengan data aktual intensitas radiasi matahari.



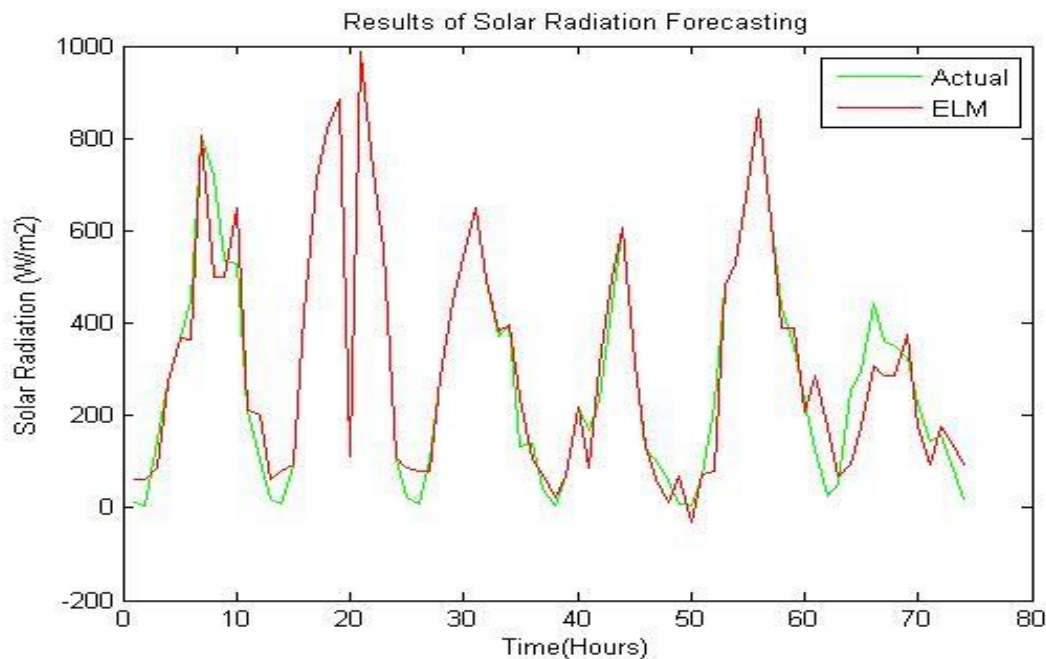
Gambar 4. 1 Komposisi data 70% - 30% BMKG

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa hasil peramalan dengan komposisi data 70% - 30% belum mampu mendekati target dengan cukup baik. Target yang dimaksud adalah data aktual intensitas radiasi matahari yang diperoleh dari Stasiun Klimatologi BMKG Karangploso. Pada komposisi data 70% - 30%, nilai kesalahan rata-rata sebesar 43,601 W/m^2 .



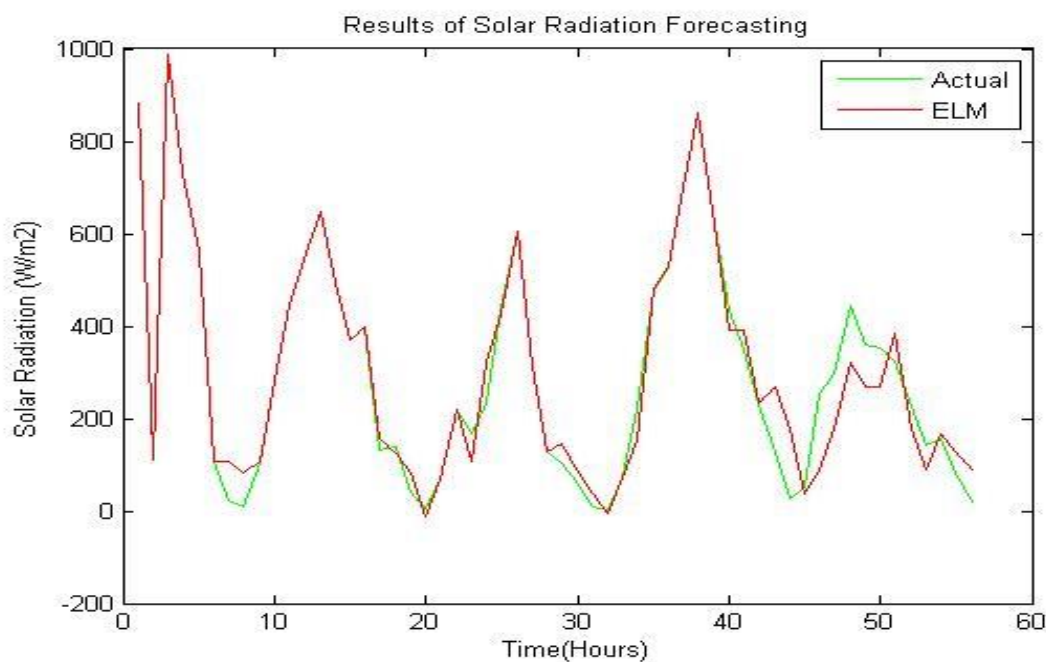
Gambar 4. 2 Komposisi data 75% - 25% BMKG

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa hasil peramalan dengan komposisi data 75% - 25%. Komposisi data 75% - 25% memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar $39,811 \text{ W/m}^2$.



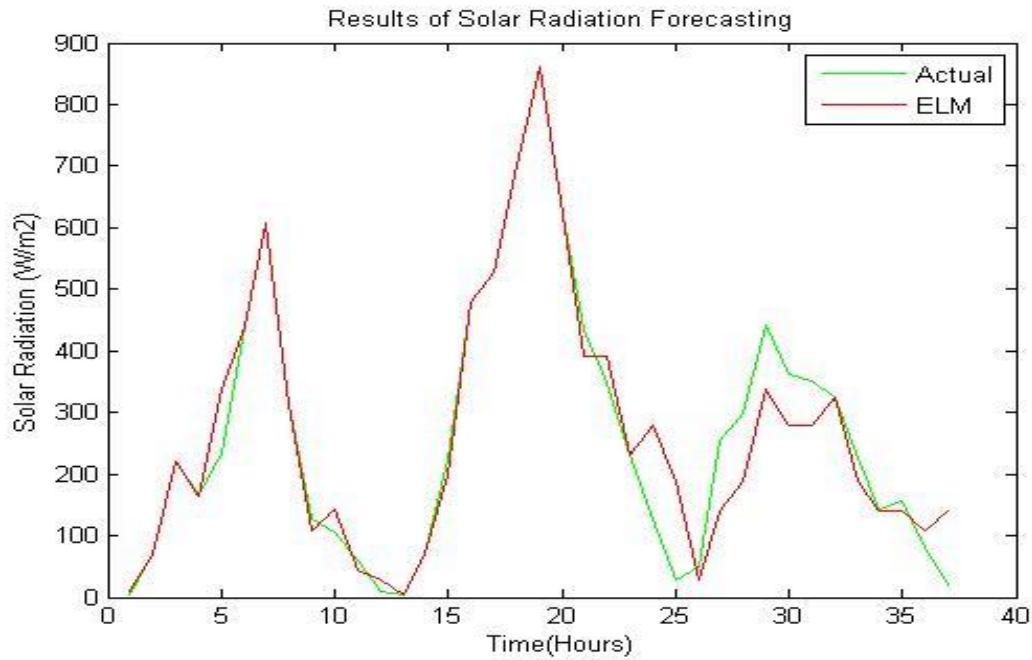
Gambar 4. 3 Komposisi data 80% - 20% BMKG

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa hasil peramalan dengan komposisi data 80% - 20%. Komposisi data 80% - 20% memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar $39,562 \text{ W/m}^2$.



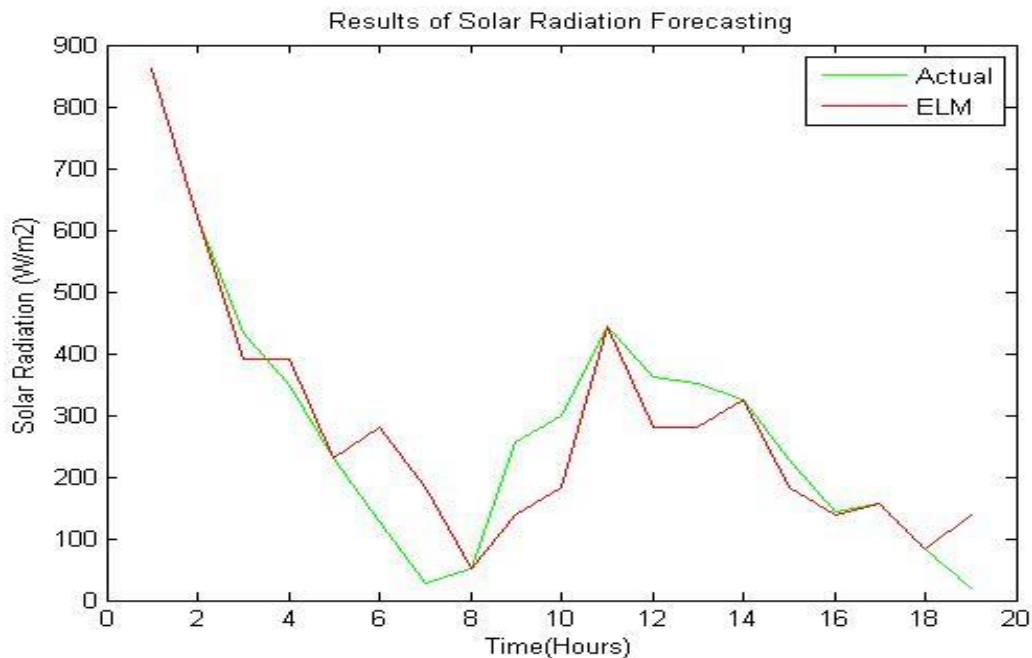
Gambar 4. 4 Komposisi data 85% - 15% BMKG

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa hasil peramalan dengan komposisi data 85% - 15%. Komposisi data 85% - 15% memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar $31,919 \text{ W/m}^2$.



Gambar 4. 5 Komposisi data 90% - 10% BMKG

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa hasil peramalan dengan komposisi data 90% - 10%. Komposisi data 90% - 10% memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar 33,998 W/m².



Gambar 4. 6 Komposisi data 95% - 5% BMKG

Gambar 4.6 menunjukkan bahwa hasil peramalan dengan komposisi data 95% - 5%. Komposisi data 95% - 5% memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar 49,642 W/m².

Berdasarkan hasil dari enam percobaan maka dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai kesalahan melalui perhitungan RMSE dan MAE.

Tabel 4. 5
 Nilai RMSE dan MAE ELM Variasi Komposisi Data BMKG

| Variasi Data | RMSE (W/m ²) | MAE (W/m ²) |
|--------------|--------------------------|-------------------------|
| 70% - 30% | 68,657 | 43,603 |
| 75% - 25% | 64,691 | 39,811 |
| 80% - 20% | 61,791 | 39,562 |
| 85% - 15% | 54,431 | 31,919 |
| 90% - 10% | 59,283 | 33,998 |
| 95% - 5% | 74,659 | 49,642 |

Dari Tabel 4.5 dapat dilihat bahwa nilai RMSE terkecil diperoleh dari percobaan variasi data 85%-15% dan nilai RMSE terbesar diperoleh dari percobaan variasi data 70%-30%. Nilai MAE terkecil diperoleh dari percobaan variasi data 85%-15% dan nilai MAE terbesar diperoleh dari percobaan variasi data 70%-30%. Pada percobaan ini variasi data yang menghasilkan peramalan terbaik adalah variasi data 85% data *training* dan 15% data *testing*.

4.2.3 Variasi Jumlah *Hidden Neuron*

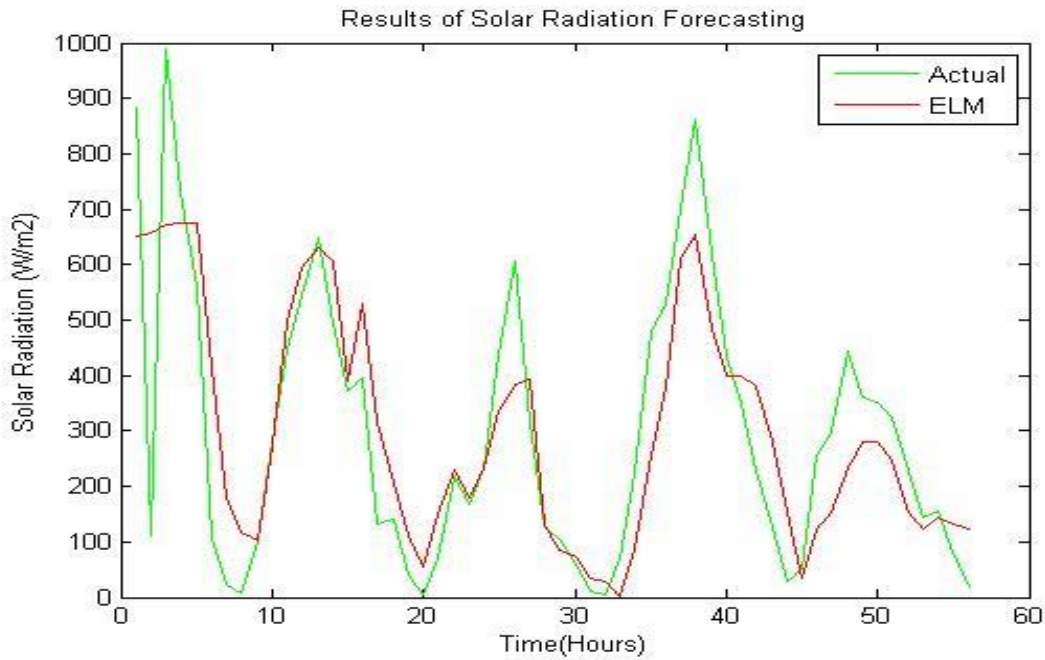
Pada penelitian ini dilakukan percobaan variasi jumlah *hidden neuron* yang digunakan pada sistem. Data yang sudah divariasikan kemudian disimulasikan pada program MATLAB dengan metode ELM.

Pada penelitian ini dilakukan percobaan sebanyak enam kali. Percobaan pertama dengan jumlah *hidden neuron* sebanyak 10. Percobaan kedua dengan jumlah *hidden neuron* sebanyak 20. Percobaan ketiga dengan jumlah *hidden neuron* sebanyak 30. Percobaan keempat dengan jumlah *hidden neuron* sebanyak 40. Percobaan kelima dengan jumlah *hidden neuron* sebanyak 50. Percobaan keenam dengan jumlah *hidden neuron* sebanyak 60.

Tabel 4. 6
 Variasi jumlah *hidden neuron* Data BMKG

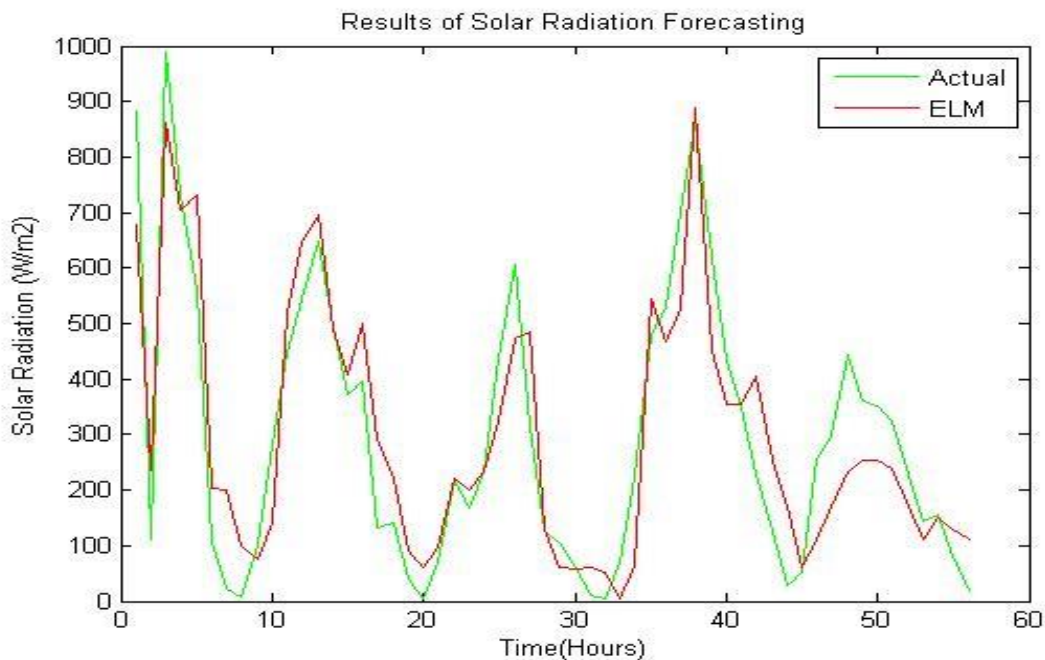
| Percobaan | Jumlah <i>Hidden Neuron</i> |
|-----------|-----------------------------|
| 1 | 10 |
| 2 | 20 |
| 3 | 30 |
| 4 | 40 |
| 5 | 50 |
| 6 | 60 |

Data yang sudah divariasikan kemudian dinormalisasi dan diramalkan dengan bantuan program MATLAB. Data hasil peramalan kemudian di-*plot* untuk dibandingkan dengan data aktual intensitas radiasi matahari.



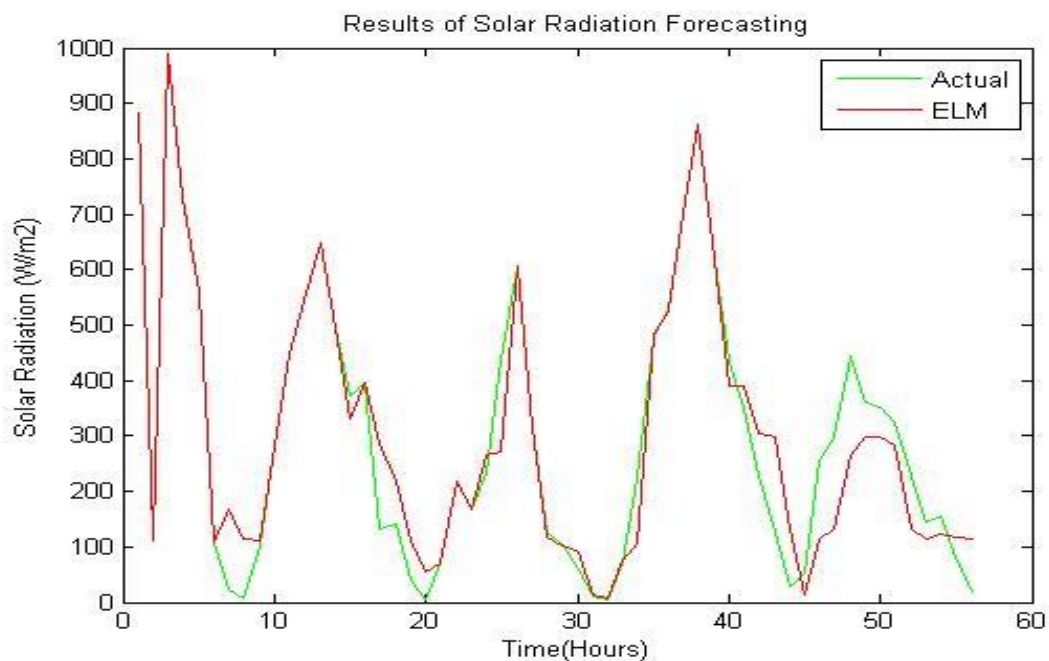
Gambar 4. 7 Variasi jumlah *hidden neuron* 10

Gambar 4.7 menunjukkan hasil peramalan ELM dengan variasi 10 *hidden neuron*. Pada percobaan ini target belum bias dicapai dengan baik. Percobaan 1 memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar $102,652 \text{ W/m}^2$.



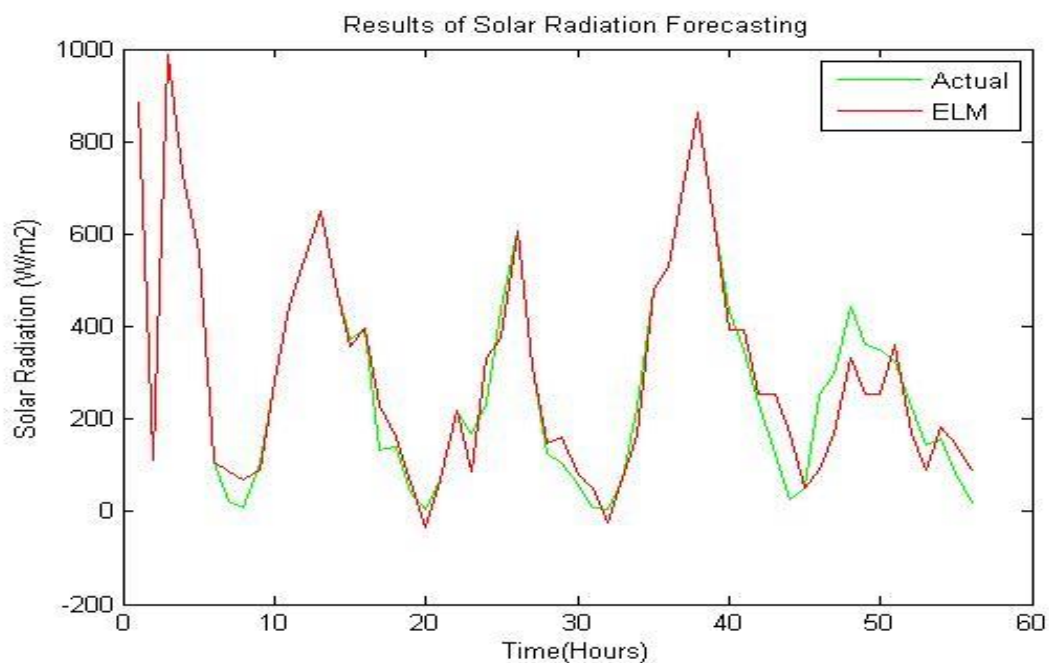
Gambar 4. 8 Variasi jumlah *hidden neuron* 20

Gambar 4.8 menunjukkan hasil peramalan ELM dengan variasi 20 *hidden neuron*. Percobaan 2 memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar $79,086 \text{ W/m}^2$.



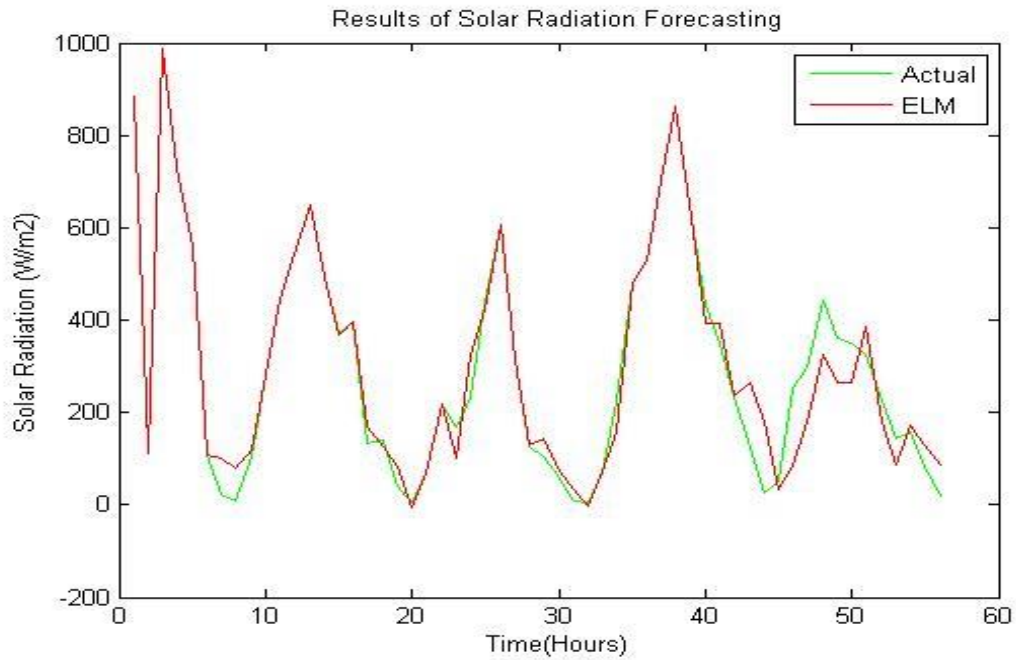
Gambar 4. 9 Variasi jumlah *hidden neuron* 30

Gambar 4.9 menunjukkan hasil peramalan ELM dengan variasi 30 *hidden neuron*. Percobaan 3 memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar 43,488 W/m².



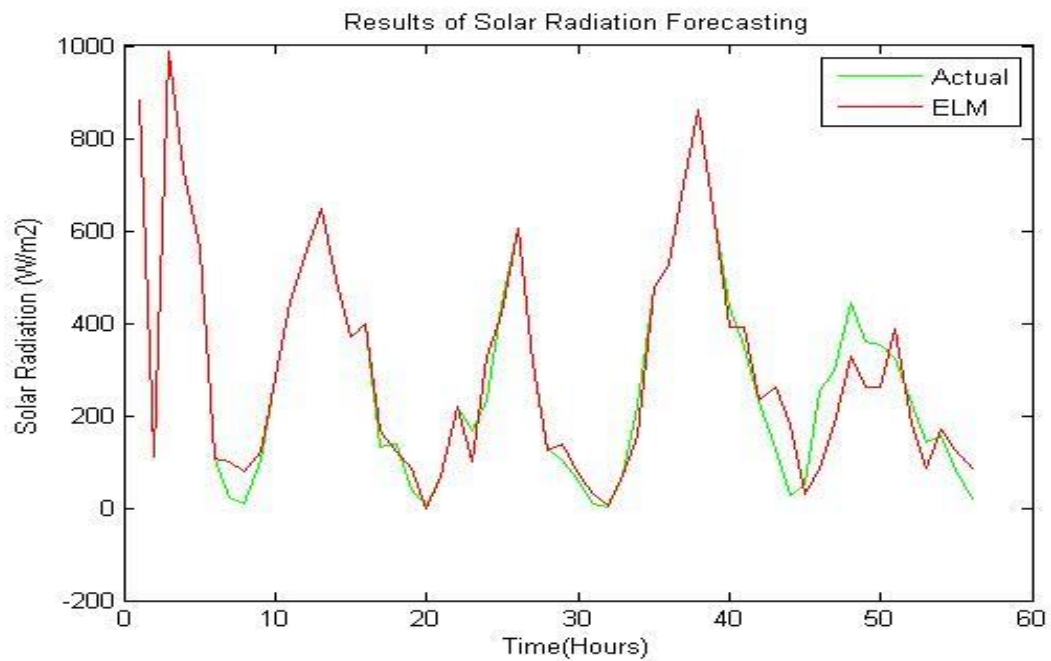
Gambar 4. 10 Variasi jumlah *hidden neuron* 40

Gambar 4.10 menunjukkan hasil peramalan ELM dengan variasi 40 *hidden neuron*. Percobaan 4 memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar 32,931 W/m².



Gambar 4. 11 Variasi jumlah *hidden neuron* 50

Gambar 4.11 menunjukkan hasil peramalan ELM dengan variasi 50 *hidden neuron*. Percobaan 5 memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar 31,919 W/m².



Gambar 4. 12 Variasi jumlah *hidden neuron* 60

Gambar 4.12 menunjukkan hasil peramalan ELM dengan variasi 60 *hidden neuron*. Percobaan 5 memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar 31,820 W/m².

Tabel 4. 7

Hasil peramalan ELM variasi jumlah *hidden neuron* Data BMKG

| No | Intensitas Radiasi Matahari (W/m ²) | | | | | |
|----|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Aktual | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| 1 | 883,20 | 619,40 | 665,84 | 884,02 | 883,68 | 882,87 |
| 2 | 111,90 | 607,12 | 230,45 | 111,61 | 111,71 | 111,93 |
| 3 | 988,50 | 691,33 | 904,54 | 988,68 | 988,47 | 988,54 |
| 4 | 730,20 | 721,27 | 694,53 | 730,05 | 730,11 | 730,33 |
| 5 | 559,40 | 725,13 | 683,41 | 559,41 | 559,22 | 559,35 |
| 6 | 107,30 | 385,93 | 94,78 | 107,32 | 107,39 | 107,36 |
| 7 | 21,20 | 187,85 | 194,31 | 174,42 | 98,01 | 105,21 |
| 8 | 7,20 | 106,20 | 92,95 | 113,97 | 78,22 | 80,62 |
| 9 | 102,90 | 87,71 | 81,17 | 118,94 | 119,99 | 110,20 |
| 10 | 282,50 | 311,59 | 243,11 | 282,50 | 282,61 | 282,64 |
| 11 | 447,50 | 513,23 | 411,08 | 447,47 | 447,40 | 447,45 |
| 12 | 544,00 | 613,44 | 686,34 | 544,40 | 543,92 | 544,06 |
| 13 | 649,10 | 541,04 | 700,05 | 648,88 | 649,14 | 649,07 |
| 14 | 494,20 | 613,89 | 522,28 | 494,79 | 494,14 | 494,17 |
| 15 | 371,30 | 381,30 | 332,29 | 319,30 | 368,15 | 370,04 |
| 16 | 397,10 | 518,82 | 397,21 | 397,02 | 397,16 | 397,08 |
| 17 | 132,10 | 330,14 | 287,87 | 288,69 | 172,84 | 154,35 |
| 18 | 139,80 | 220,38 | 233,36 | 227,23 | 123,10 | 125,92 |
| 19 | 39,90 | 99,81 | 87,96 | 115,98 | 82,85 | 81,44 |
| 20 | 5,20 | 44,31 | 82,13 | 42,83 | -3,34 | -11,92 |
| 21 | 69,70 | 154,91 | 65,67 | 69,71 | 69,70 | 69,61 |
| 22 | 219,00 | 288,82 | 233,35 | 218,99 | 219,05 | 218,96 |
| 23 | 167,20 | 187,85 | 194,31 | 174,42 | 98,01 | 105,21 |
| 24 | 232,70 | 252,60 | 263,14 | 268,62 | 328,33 | 321,79 |
| 25 | 438,70 | 346,54 | 287,12 | 287,91 | 417,38 | 428,14 |
| 26 | 607,00 | 369,24 | 495,97 | 606,99 | 606,96 | 607,00 |
| 27 | 314,60 | 366,27 | 545,67 | 314,74 | 314,62 | 314,66 |
| 28 | 126,90 | 126,58 | 113,81 | 111,96 | 127,42 | 129,06 |
| 29 | 104,90 | 66,22 | 79,16 | 106,10 | 141,80 | 144,22 |
| 30 | 59,40 | 56,83 | 81,53 | 85,52 | 71,21 | 80,50 |
| 31 | 9,10 | 33,40 | 66,01 | 12,69 | 32,73 | 36,03 |
| 32 | 3,30 | 30,05 | 53,41 | 13,32 | 0,20 | -3,32 |
| 33 | 70,60 | 20,59 | -20,06 | 72,86 | 70,71 | 70,94 |
| 34 | 224,20 | 71,25 | 78,49 | 112,69 | 157,26 | 153,18 |
| 35 | 480,70 | 258,35 | 539,13 | 480,69 | 480,66 | 480,70 |
| 36 | 528,40 | 342,22 | 400,23 | 528,34 | 528,52 | 528,43 |
| 37 | 701,70 | 624,37 | 596,44 | 701,14 | 701,67 | 701,67 |
| 38 | 861,80 | 678,35 | 892,77 | 861,23 | 861,67 | 861,85 |
| 39 | 619,60 | 466,67 | 568,23 | 619,44 | 619,67 | 619,61 |
| 40 | 433,30 | 386,04 | 401,40 | 393,54 | 391,11 | 391,02 |
| 41 | 348,70 | 386,04 | 401,40 | 393,54 | 391,11 | 391,02 |
| 42 | 230,90 | 376,95 | 311,98 | 305,71 | 236,03 | 233,05 |
| 43 | 126,40 | 297,74 | 285,53 | 291,26 | 261,69 | 267,24 |
| 44 | 27,60 | 156,22 | 151,84 | 130,49 | 181,58 | 176,17 |

| No | Intensitas Radiasi Matahari (W/m^2) | | | | | |
|----|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Aktual | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| 45 | 50,50 | 33,4 | 66,01 | 12,69 | 32,73 | 36,03 |
| 46 | 255,30 | 112,79 | 98,97 | 112,33 | 85,7 | 89,94 |
| 47 | 298,10 | 156,22 | 151,84 | 130,49 | 181,58 | 176,17 |
| 48 | 443,10 | 252,6 | 263,14 | 268,62 | 328,33 | 321,79 |
| 49 | 360,70 | 297,74 | 285,53 | 291,26 | 261,69 | 267,24 |
| 50 | 351,20 | 297,74 | 285,53 | 291,26 | 261,69 | 267,24 |
| 51 | 325,50 | 268,21 | 273,58 | 281,3 | 385,43 | 384,23 |
| 52 | 226,80 | 156,22 | 151,84 | 130,49 | 181,58 | 176,17 |
| 53 | 142,60 | 112,79 | 98,97 | 112,33 | 85,7 | 89,94 |
| 54 | 156,10 | 141,09 | 131,75 | 117,64 | 172,06 | 167,81 |
| 55 | 81,90 | 126,58 | 113,81 | 111,96 | 127,42 | 129,06 |
| 56 | 19,40 | 112,79 | 98,97 | 112,33 | 85,7 | 89,94 |

Berdasarkan hasil dari enam percobaan maka dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai kesalahan melalui perhitungan RMSE dan MAE.

Tabel 4. 8

Nilai RMSE dan MAE ELM variasi jumlah *hidden neuron* Data BMKG

| Variasi <i>hidden neuron</i> | RMSE (W/m^2) | MAE (W/m^2) |
|------------------------------|------------------|-----------------|
| 10 | 139,338 | 102,652 |
| 20 | 97,368 | 79,086 |
| 30 | 69,981 | 43,488 |
| 40 | 54,869 | 32,931 |
| 50 | 54,431 | 31,919 |
| 60 | 54,383 | 31,820 |

Dari Tabel 4.10 dapat dilihat bahwa nilai RMSE terkecil diperoleh dari percobaan variasi 60 *hidden neuron* dan nilai RMSE terbesar diperoleh dari percobaan variasi 10 *hidden neuron*. Nilai MAE terkecil diperoleh dari percobaan variasi 60 *hidden neuron* dan nilai MAE terbesar diperoleh dari percobaan variasi 10 *hidden neuron*. Pada percobaan ini variasi data yang menghasilkan peramalan terbaik adalah variasi 60 *hidden neuron*.

4.3 Analisis Regresi linier berganda

Peramalan intensitas radiasi matahari juga dilakukan dengan menggunakan metode Regresi linier berganda. Metode Regresi linier berganda adalah sebuah metode konvensional yang sering digunakan di bidang statistika untuk melakukan peramalan. Peramalan menggunakan metode Regresi linier berganda pada penelitian ini bertujuan sebagai pembandingan peramalan dengan metode *Extreme Learning Machine* (ELM).

Peramalan intensitas radiasi matahari menggunakan metode Regresi linier berganda dapat dilakukan menggunakan pemrograman dengan bantuan MATLAB. Pada penelitian ini dilakukan enam kali percobaan peramalan intensitas radiasi matahari menggunakan metode regresi linier berganda.

Tabel 4. 9
Variasi data training dan data testing data BMKG

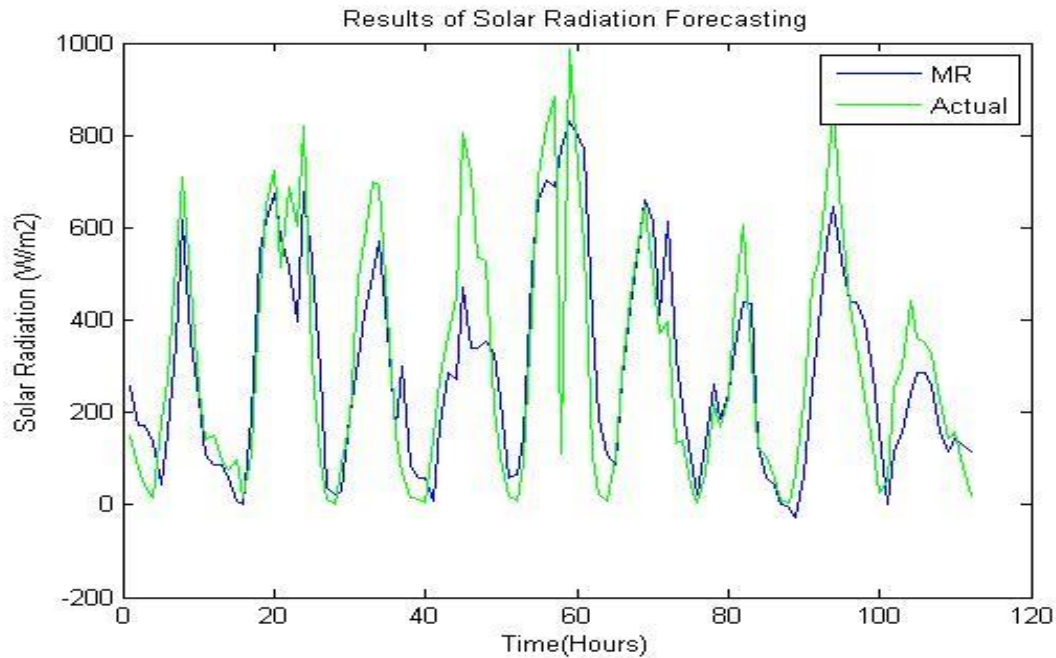
| Percobaan | Data BMKG | Komposisi Data | Data Training | Data Testing |
|-----------|-----------|----------------|---------------|--------------|
| 1 | 372 | 70% - 30% | 260 | 112 |
| 2 | 372 | 75% - 25% | 279 | 93 |
| 3 | 372 | 80% - 20% | 298 | 74 |
| 4 | 372 | 85% - 15% | 316 | 56 |
| 5 | 372 | 90% - 10% | 335 | 37 |
| 6 | 372 | 95% - 5% | 353 | 19 |

Tabel 4. 10
Hasil Peramalan Regresi linier berganda Variasi Komposisi Data BMKG

| No | Intensitas Radiasi Matahari (W/m^2) | | | | | | |
|----|---|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| | Aktual | 70%-30% | 75%-25% | 80%-20% | 85%-15% | 90%-10% | 95%-5% |
| 1 | 861,80 | 644,23 | 644,90 | 649,13 | 652,70 | 642,43 | 643,46 |
| 2 | 619,60 | 527,94 | 528,10 | 532,34 | 541,64 | 529,95 | 532,49 |
| 3 | 433,30 | 439,85 | 439,31 | 444,07 | 460,38 | 446,12 | 450,29 |
| 4 | 348,70 | 439,85 | 439,31 | 444,07 | 460,38 | 446,12 | 450,29 |
| 5 | 230,90 | 397,54 | 397,28 | 401,29 | 415,70 | 403,14 | 407,15 |
| 6 | 126,40 | 284,71 | 285,19 | 287,19 | 296,57 | 288,53 | 292,08 |
| 7 | 27,60 | 157,78 | 159,10 | 158,83 | 162,55 | 159,59 | 162,63 |
| 8 | 50,50 | 2,64 | 4,98 | 1,94 | -1,26 | 2,00 | 4,42 |
| 9 | 255,30 | 115,47 | 117,06 | 116,04 | 117,87 | 116,61 | 119,49 |
| 10 | 298,10 | 157,78 | 159,10 | 158,83 | 162,55 | 159,59 | 162,63 |
| 11 | 443,10 | 242,40 | 243,16 | 244,40 | 251,90 | 245,55 | 248,93 |
| 12 | 360,70 | 284,71 | 285,19 | 287,19 | 296,57 | 288,53 | 292,08 |
| 13 | 351,20 | 284,71 | 285,19 | 287,19 | 296,57 | 288,53 | 292,08 |
| 14 | 325,50 | 256,51 | 257,17 | 258,66 | 266,79 | 259,87 | 263,32 |
| 15 | 226,80 | 157,78 | 159,10 | 158,83 | 162,55 | 159,59 | 162,63 |
| 16 | 142,60 | 115,47 | 117,06 | 116,04 | 117,87 | 116,61 | 119,49 |
| 17 | 156,10 | 143,68 | 145,09 | 144,56 | 147,66 | 145,26 | 148,25 |
| 18 | 81,90 | 129,57 | 131,07 | 130,30 | 132,76 | 130,94 | 133,87 |
| 19 | 19,40 | 115,47 | 117,06 | 116,04 | 117,87 | 116,61 | 119,49 |

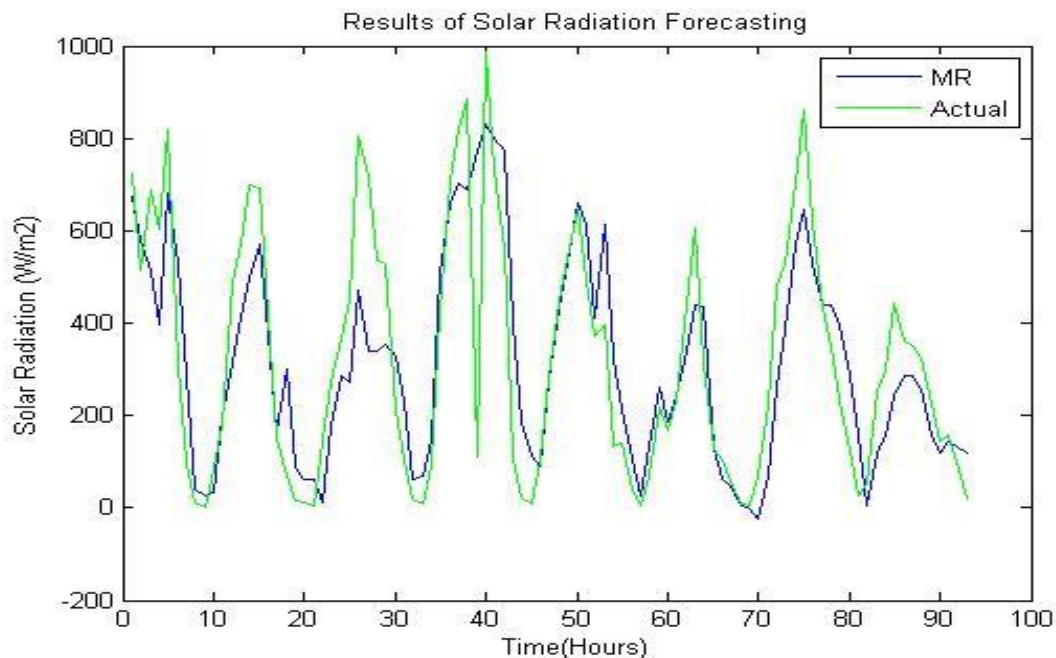
Seterusnya di lampiran

Data hasil peramalan kemudian di-plot pada grafik untuk melihat perbandingan data aktual dan data hasil peramalan intensitas radiasi matahari.



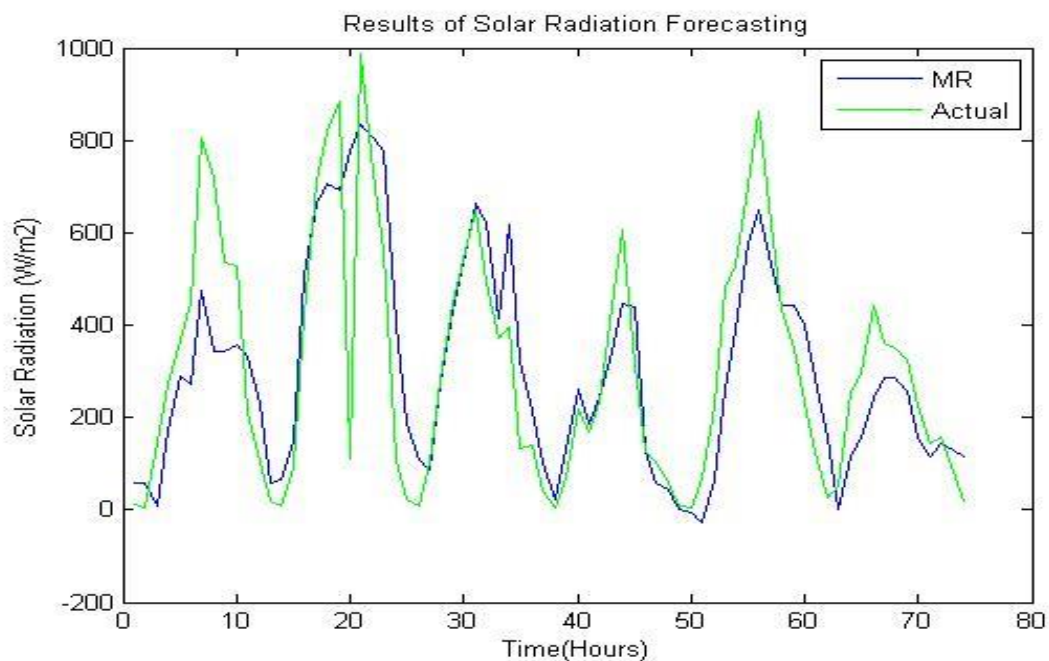
Gambar 4. 13 Peramalan menggunakan Metode Regresi linier berganda

Gambar 4.13 merupakan perbandingan data aktual dari BMKG Karangploso Malang dan data hasil peramalan metode Regresi linier berganda dengan komposisi data 70% - 30%. Komposisi data 70% - 30% memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar $105,786 W/m^2$.



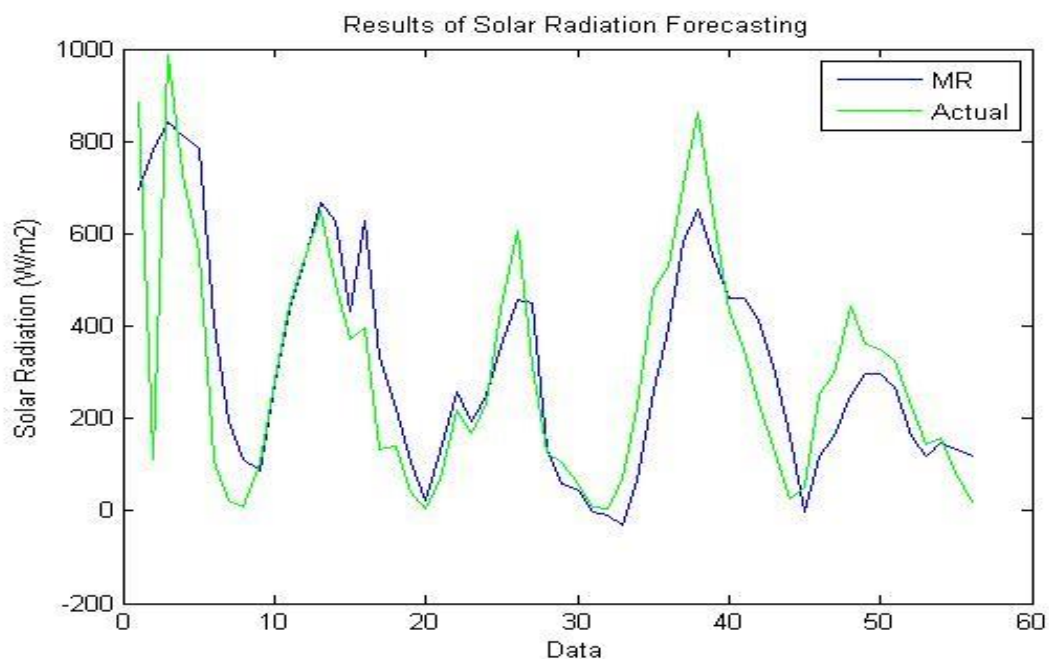
Gambar 4. 14 Peramalan menggunakan Metode Regresi linier berganda

Gambar 4.14 merupakan perbandingan data aktual dari BMKG Karangploso Malang dan data hasil peramalan metode Regresi linier berganda dengan komposisi data 75% - 25%. Komposisi data 75% - 25% memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar $110,968 W/m^2$.



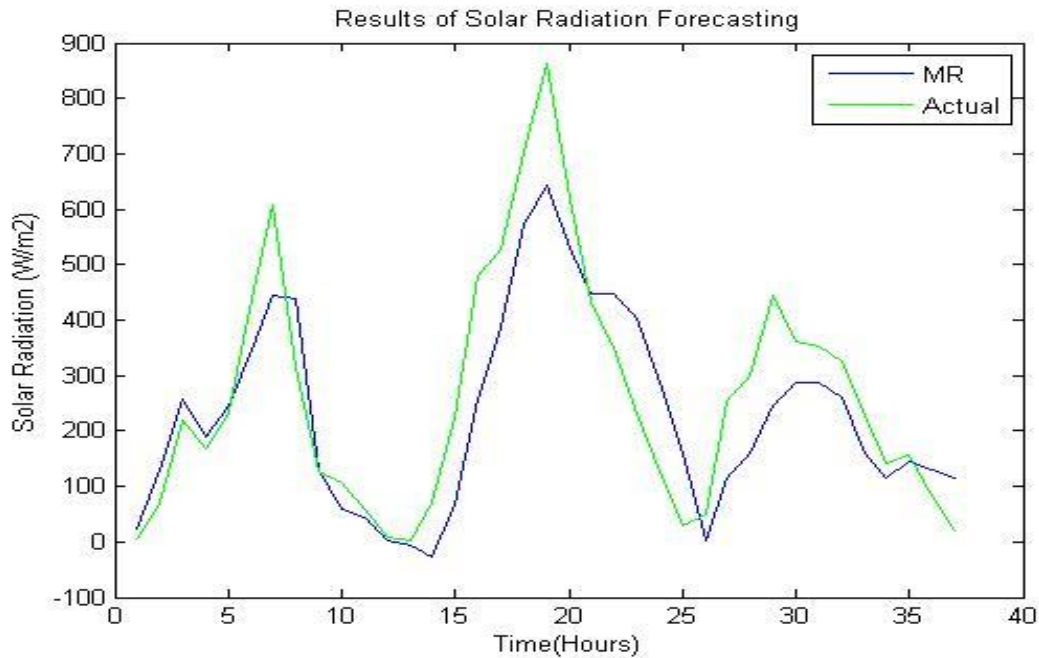
Gambar 4. 15 Peramalan menggunakan Metode Regresi linier berganda

Gambar 4.15 merupakan perbandingan data aktual dari BMKG Karangploso Malang dan data hasil peramalan metode Regresi linier berganda dengan komposisi data 80% - 20%. Komposisi data 80% - 20% memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar 110,190 W/m².



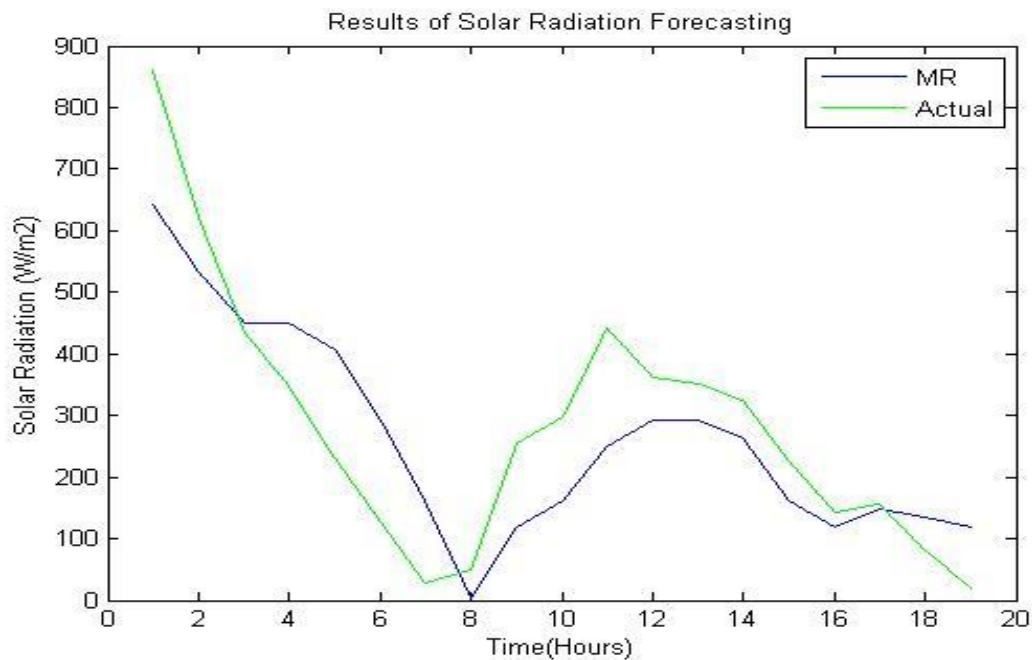
Gambar 4. 16 Peramalan menggunakan Metode Regresi linier berganda

Gambar 4.16 merupakan perbandingan data aktual dari BMKG Karangploso Malang dan data hasil peramalan metode Regresi linier berganda dengan komposisi data 85% - 15%. Komposisi data 85% - 15% memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar 105,698 W/m².



Gambar 4. 17 Peramalan menggunakan Metode Regresi linier berganda

Gambar 4.17 merupakan perbandingan data aktual dari BMKG Karangploso Malang dan data hasil peramalan metode Regresi linier berganda dengan komposisi data 90% - 10%. Komposisi data 90% - 10% memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar 86,899 W/m².



Gambar 4. 18 Peramalan menggunakan Metode Regresi linier berganda

Gambar 4.18 merupakan perbandingan data aktual dari BMKG Karangploso Malang dan data hasil peramalan metode Regresi linier berganda dengan komposisi data 95% - 5%. Komposisi data 95% - 5% memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar 97,349 W/m².

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

$$Y = -1527,6 + 291,0105X_1 + 70,2495X_2 \quad (70\% - 30\%)$$

$$Y = -1516 + 292,2513X_1 + 69,8180X_2 \quad (75\% - 25\%)$$

$$Y = -1546,7 + 292,2243X_1 + 71,0826X_2 \quad (80\% - 20\%)$$

$$Y = -1618,5 + 277,866X_1 + 74,2308X_2 \quad (85\% - 15\%)$$

$$Y = -1554,2 + 281,4365X_1 + 71,4263X_2 \quad (90\% - 10\%)$$

$$Y = -1558,5 + 277,6047X_1 + 71,7322X_2 \quad (95\% - 5\%)$$

dimana :

X_1 = Lama Penyinaran Matahari (jam)

X_2 = Suhu Rata – rata ($^{\circ}\text{C}$)

Y = Intensitas Radiasi Matahari (W/m^2)

Berdasarkan hasil dari enam percobaan maka dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai kesalahan melalui perhitungan RMSE dan MAE.

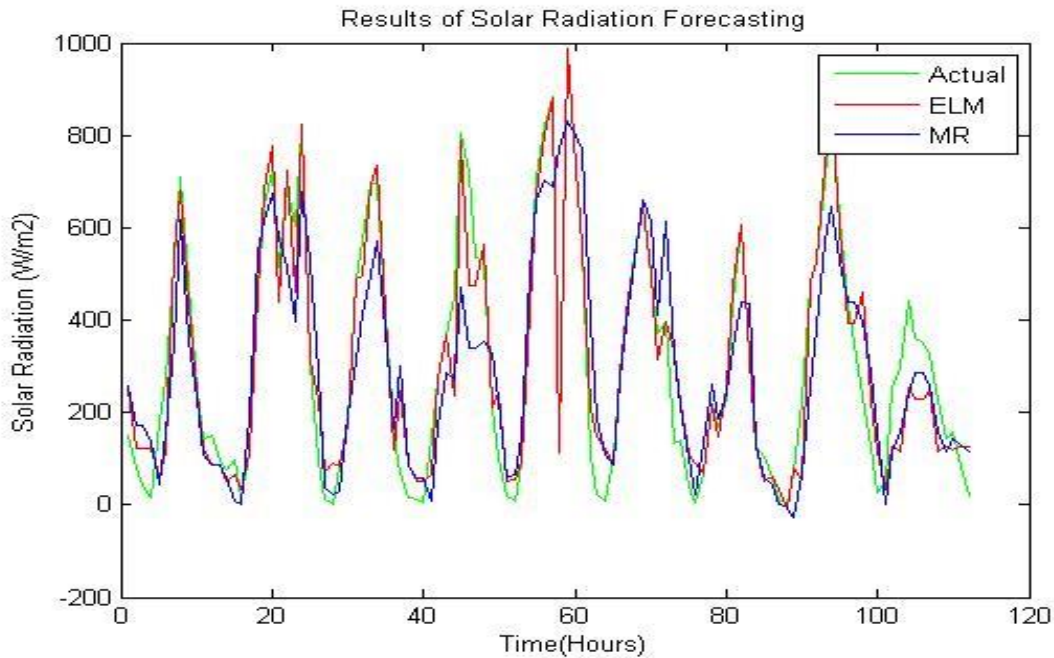
Tabel 4. 11

Nilai RMSE dan MAE regresi linier berganda Variasi Komposisi Data BMKG

| Variasi Data | RMSE (W/m^2) | MAE (W/m^2) |
|--------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 70% - 30% | 68,657 | 43,603 |
| 75% - 25% | 64,691 | 39,811 |
| 80% - 20% | 61,791 | 39,562 |
| 85% - 15% | 54,431 | 31,919 |
| 90% - 10% | 59,283 | 33,998 |
| 95% - 5% | 74,659 | 49,642 |

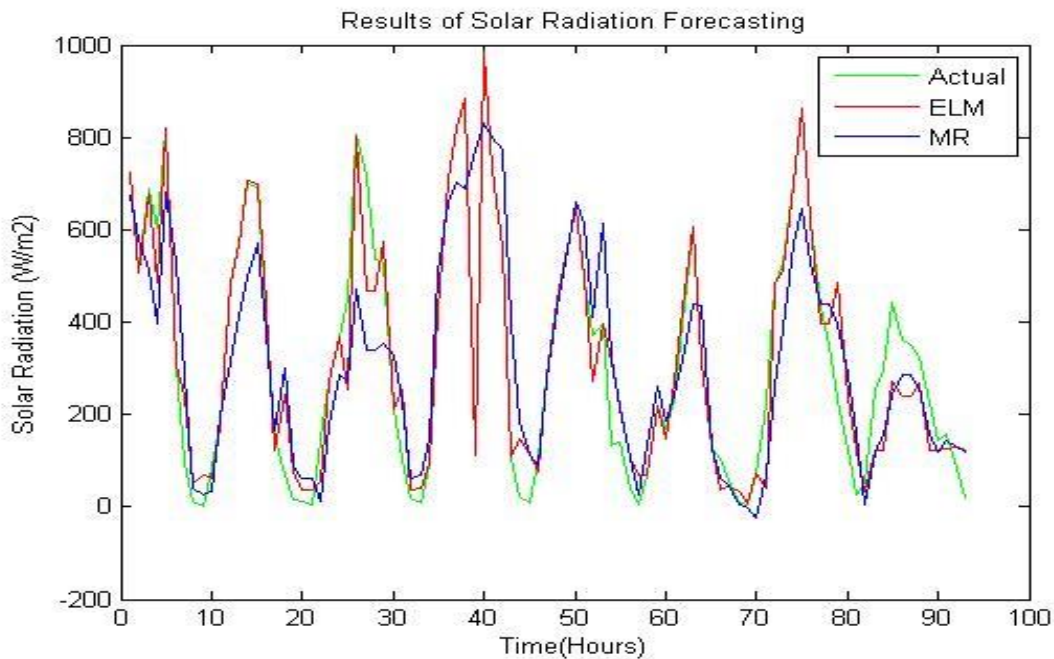
4.4 Perbandingan Metode ELM dan Metode Regresi linier berganda

Percobaan ini bertujuan untuk membandingkan hasil peramalan yang diperoleh dari metode *Extreme Learning Machine* (ELM) dan hasil peramalan yang diperoleh dari metode Regresi linier berganda. Berdasarkan perbandingan kedua metode selanjutnya dihitung nilai kesalahan terkecil diantara kedua metode.



Gambar 4. 19 Perbandingan hasil ELM dan Regresi linier berganda 70% - 30%

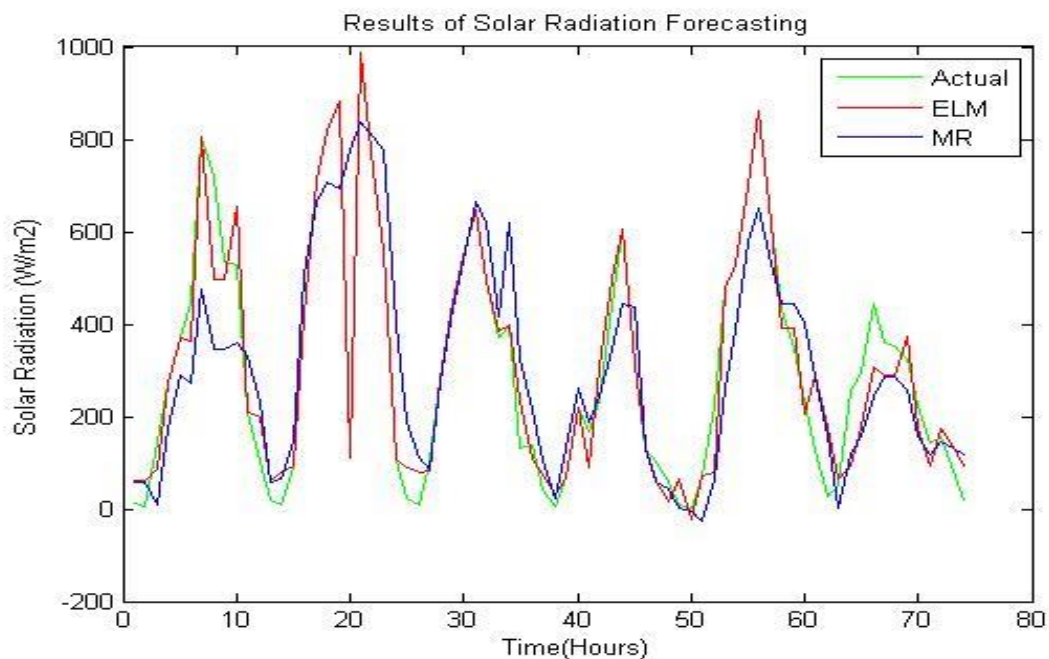
Gambar 4.19 menunjukkan perbandingan hasil peramalan dengan metode ELM dan Regresi linier berganda dengan data aktual dari BMKG. Hasil peramalan dengan metode ELM lebih mendekati data aktual jika dibandingkan hasil peramalan metode Regresi linier berganda.



Gambar 4. 20 Perbandingan hasil ELM dan Regresi linier berganda 75% - 25%

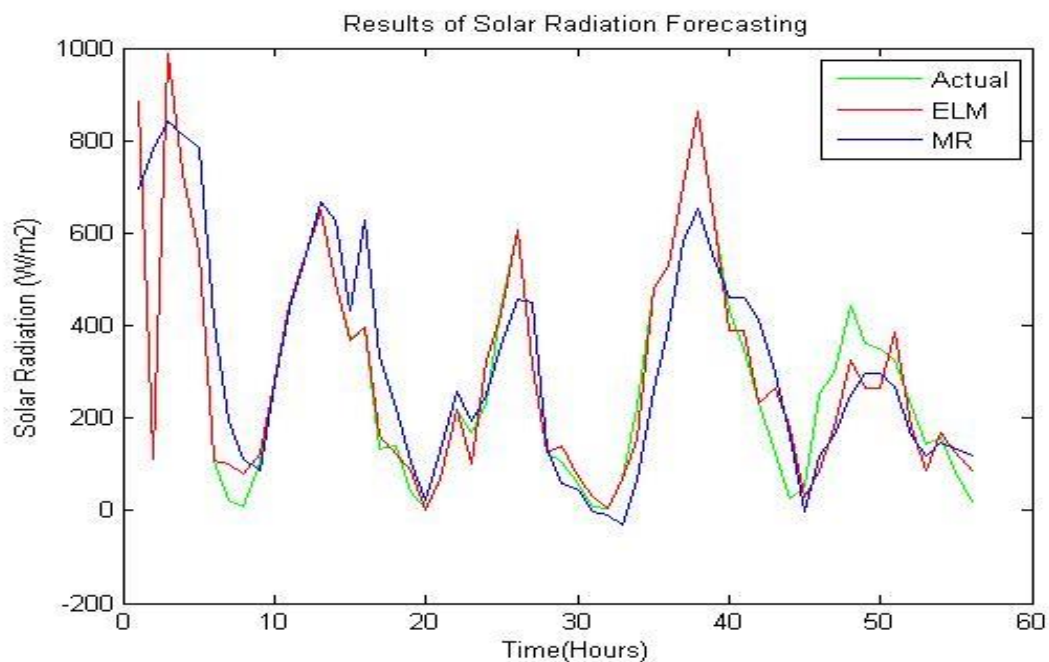
Gambar 4.20 menunjukkan perbandingan hasil peramalan dengan metode ELM dan Regresi linier berganda dengan data aktual dari BMKG. Hasil peramalan dengan metode

ELM lebih mendekati data aktual jika dibandingkan hasil peramalan metode Regresi linier berganda.



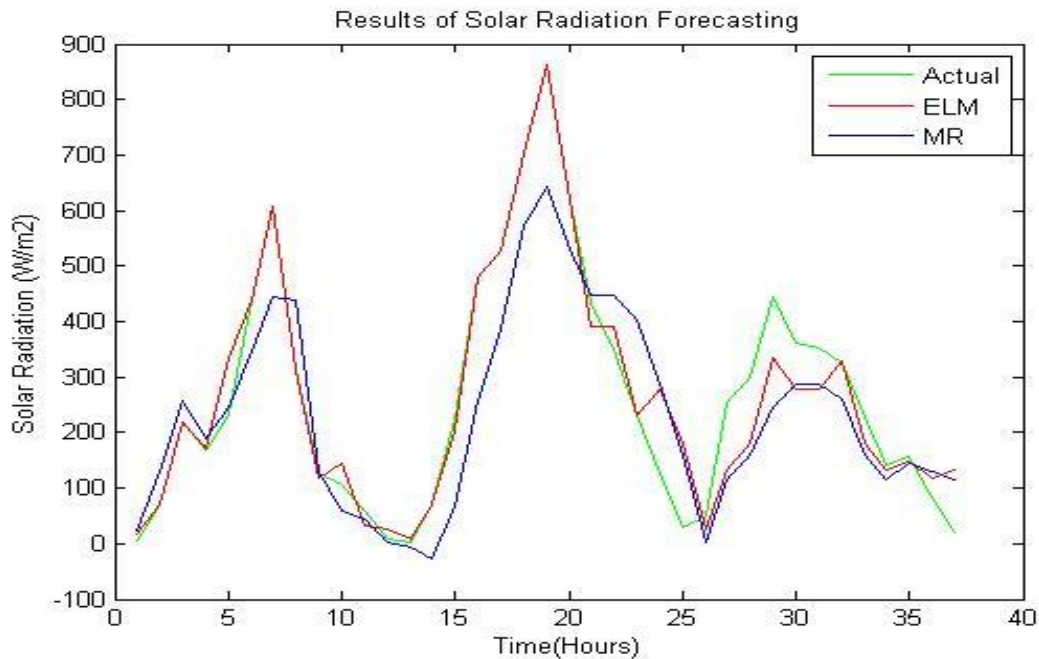
Gambar 4. 21 Perbandingan hasil ELM dan Regresi linier berganda 80% - 20%

Gambar 4.21 menunjukkan perbandingan hasil peramalan dengan metode ELM dan Regresi linier berganda dengan data aktual dari BMKG. Hasil peramalan dengan metode ELM lebih mendekati data aktual jika dibandingkan hasil peramalan metode Regresi linier berganda.



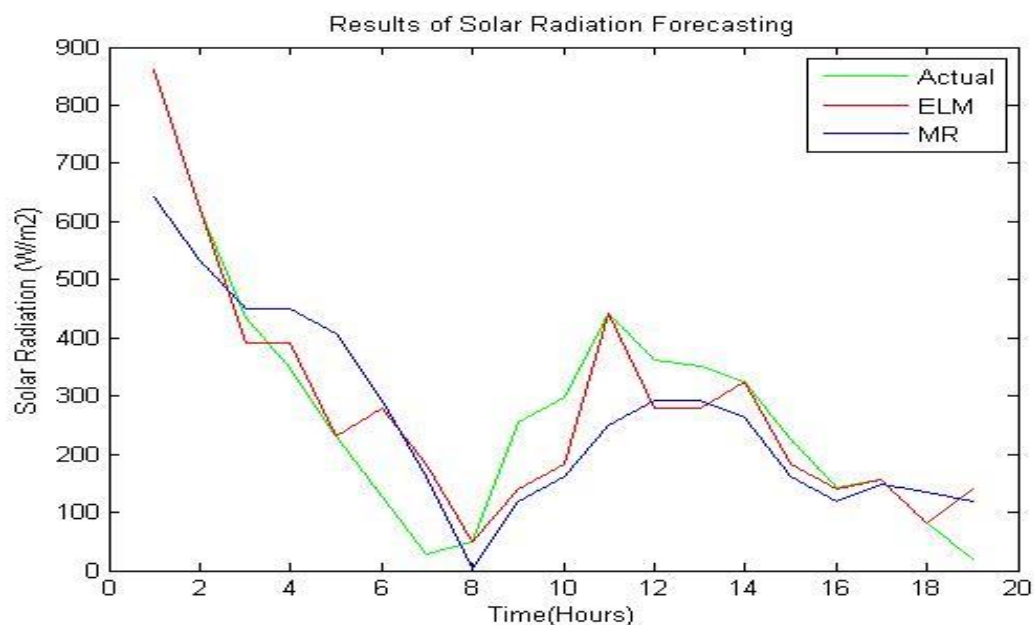
Gambar 4. 22 Perbandingan hasil ELM dan Regresi linier berganda 85% - 15%

Gambar 4.22 menunjukkan perbandingan hasil peramalan dengan metode ELM dan Regresi linier berganda dengan data aktual dari BMKG. Hasil peramalan dengan metode ELM lebih mendekati data aktual jika dibandingkan hasil peramalan metode Regresi linier berganda.



Gambar 4. 23 Perbandingan hasil ELM dan Regresi linier berganda 90% - 10%

Gambar 4.23 menunjukkan perbandingan hasil peramalan dengan metode ELM dan Regresi linier berganda dengan data aktual dari BMKG. Hasil peramalan dengan metode ELM lebih mendekati data aktual jika dibandingkan hasil peramalan metode Regresi linier berganda.



Gambar 4. 24 Perbandingan hasil ELM dan Regresi linier berganda 95% - 5%

Gambar 4.24 menunjukkan perbandingan hasil peramalan dengan metode ELM dan Regresi linier berganda dengan data aktual dari BMKG. Hasil peramalan dengan metode ELM lebih mendekati data aktual jika dibandingkan hasil peramalan metode Regresi linier berganda.

Tabel 4. 12

Perbandingan nilai kesalahan ELM dan Regresi linier berganda Data BMKG

| Percobaan | ELM (W/m ²) | | Rgeresi Berganda (W/m ²) | |
|-----------|-------------------------|--------|--------------------------------------|---------|
| | RMSE | MAE | RMSE | MAE |
| 70% - 30% | 68,657 | 43,603 | 139,629 | 105,786 |
| 75% - 25% | 64,691 | 39,811 | 147,289 | 110,968 |
| 80% - 20% | 61,791 | 39,562 | 150,015 | 110,190 |
| 85% - 15% | 54,431 | 31,919 | 148,917 | 105,698 |
| 90% - 10% | 59,283 | 33,998 | 107,575 | 86,899 |
| 95% - 5% | 74,659 | 49,642 | 114,418 | 97,349 |

Tabel 4.12 menunjukkan perbandingan nilai kesalahan masing-masing metode.

4.5 Data *Meteobue Climatology* NOAA

Pada penelitian ini digunakan juga data yang diperoleh dari *website Meteobue Climatology* NOAA, yaitu data Kota Basel, Swiss. Penggunaan data dari *website Meteobue Climatology* NOAA ini bertujuan untuk menguji analisis ELM dengan rentang waktu yang lebih lama dan jumlah variabel bebas yang lebih banyak. Data yang digunakan adalah data setiap 1 jam Kota Basel pada periode Januari 2012 hingga Maret 2018. Data Kota Basel terdiri dari lama penyinaran matahari, suhu rata-rata, kelembaban, curah hujan, dan intensitas radiasi matahari.

Tabel 4. 13

Karakteristik data setiap 1 jam Kota Basel

| Macam Data | Minimum | Maksimum | Rata-rata | Rentang |
|---|---------|----------|-----------|----------------|
| Lama Penyinaran Matahari (menit) | 0 | 60 | 28,166 | 0 – 60 |
| Suhu (°C) | -12,23 | 18,94 | 5,389 | -12,23 – 18,94 |
| Kelembaban (%) | 39 | 100 | 73,173 | 39 – 100 |
| Curah Hujan (mm) | 0 | 2,6 | 0,052 | 0 – 0,26 |
| Intensitas Radiasi Matahari (W/m ²) | 0 | 722,68 | 241,636 | 1,9 – 991,5 |

4.6 Analisis ELM Data *Meteobue Climatology* NOAA

Pada percobaan ini kembali dilakukan percobaan variasi komposisi data *training* dan data *testing* namun dengan jumlah data yang lebih banyak dibandingkan dengan data dari BMKG Karangploso. Percobaan ini bertujuan untuk membandingkan nilai kesalahan peramalan ELM menggunakan dua variabel masukan dan 4 variabel masukan. Data yang

digunakan adalah data kota Basel, Swiss yang diperoleh dari *website Meteobue Climatology NOAA*.

Tabel 4. 14
Karakteristik ELM data NOAA

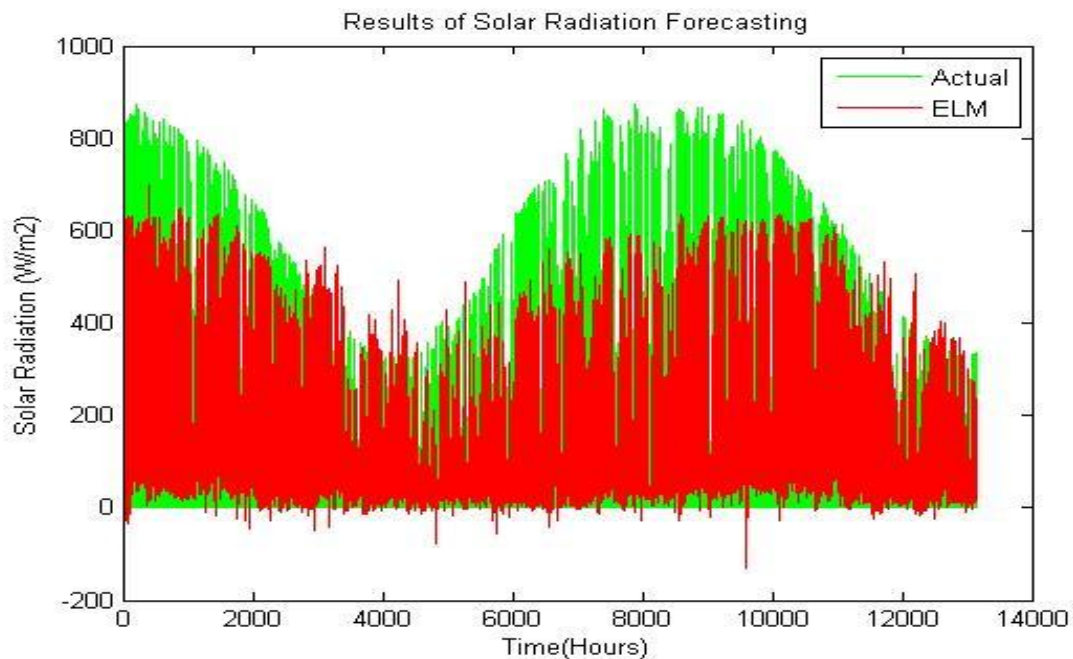
| Keterangan | Karakteristik ELM |
|-----------------------------|--|
| Masukan | Lama Penyinaran Matahari; Suhu Rata-rata; Kelembaban; Curah Hujan. |
| Keluaran | Intensitas Radiasi Matahari |
| Jumlah <i>Hidden Neuron</i> | 50 |
| Fungsi Aktivasi | <i>Sigmoid Biner</i> |

Pada percobaan ini juga digunakan enam macam variasi komposisi data. Percobaan pertama dengan komposisi data sebesar 70% data *training* dan 30% data *testing*. Percobaan kedua dengan komposisi data sebesar 75% data *training* dan 25% data *testing*. Percobaan ketiga dengan komposisi data sebesar 80% data *training* dan 20% data *testing*. Percobaan keempat dengan komposisi data sebesar 85% data *training* dan 15% data *testing*. Percobaan kelima dengan komposisi data sebesar 90% data *training* dan 10% data *testing*. Percobaan keenam dengan komposisi data sebesar 95% data *training* dan 5% data *testing*.

Tabel 4. 15
Variasi jumlah data *training* dan data *testing* data NOAA

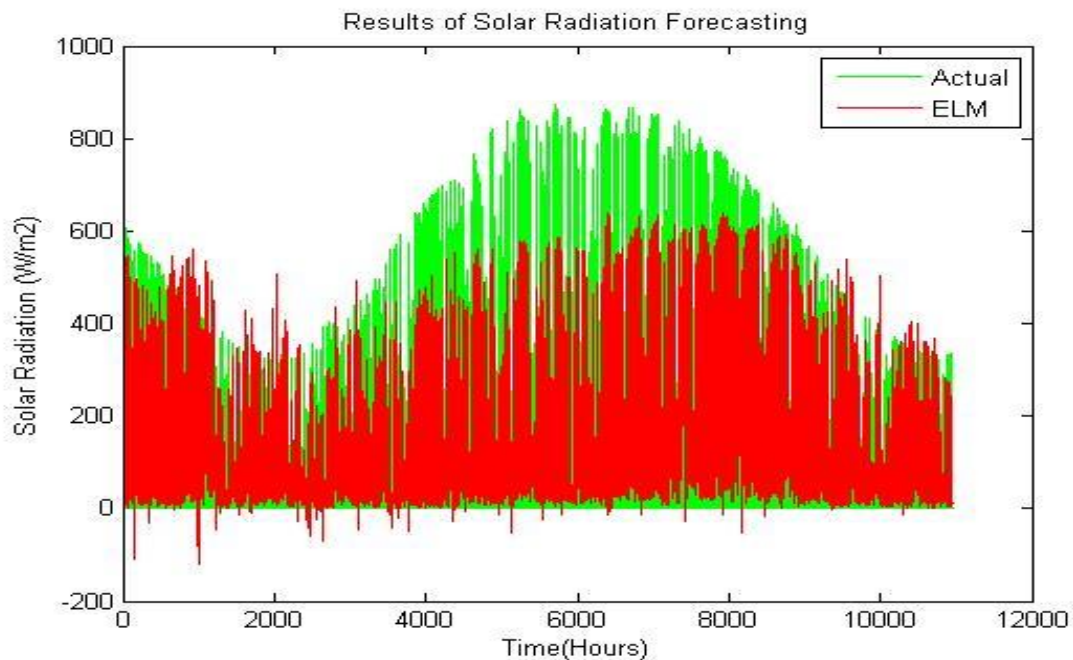
| Percobaan | Data NOAA | Komposisi Data | Data Training | Data Testing |
|------------------|------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|
| 1 | 43.800 | 70% - 30% | 30.660 | 13.140 |
| 2 | 43.800 | 75% - 25% | 32.850 | 10.950 |
| 3 | 43.800 | 80% - 20% | 35.040 | 8.760 |
| 4 | 43.800 | 85% - 15% | 37.230 | 6.570 |
| 5 | 43.800 | 90% - 10% | 39.420 | 4.380 |
| 6 | 43.800 | 95% - 5% | 41.610 | 2.190 |

Data yang sudah divariasikan kemudian dinormalisasi dan diramalkan dengan bantuan program MATLAB. Data nilai keluaran kemudian didenormalisasi untuk mendapatkan hasil peramalan yang sesungguhnya. Data hasil peramalan kemudian di-*plot* untuk dibandingkan dengan data aktual intensitas radiasi matahari dari data NOAA.



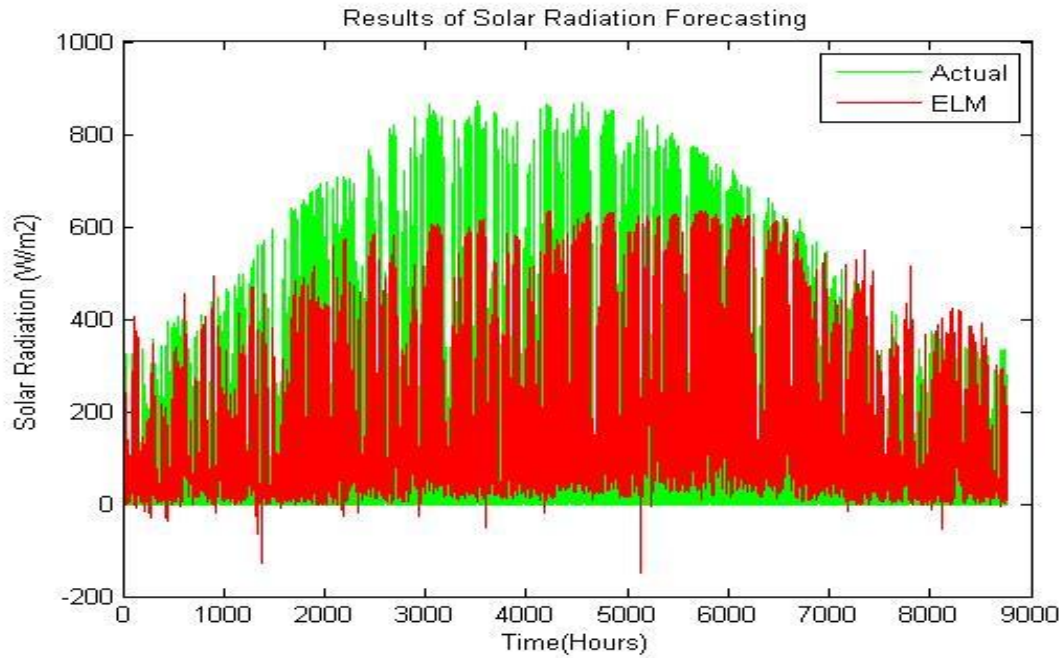
Gambar 4. 25 Komposisi data 70% - 30% NOAA

Gambar 4.25 menunjukkan bahwa hasil peramalan dengan komposisi data 70% - 30%. komposisi data 70% - 30% memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar $91,569 \text{ W/m}^2$.



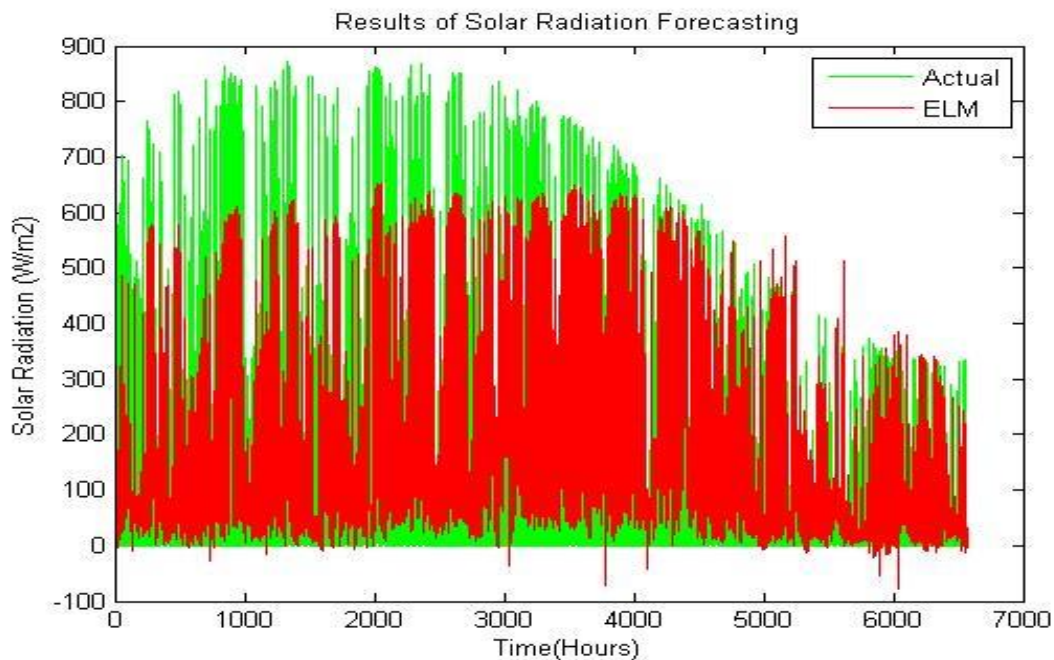
Gambar 4. 26 Komposisi data 75% - 25% NOAA

Gambar 4.26 menunjukkan bahwa hasil peramalan dengan komposisi data 75% - 25%. komposisi data 75% - 25% memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar $86,345 \text{ W/m}^2$.



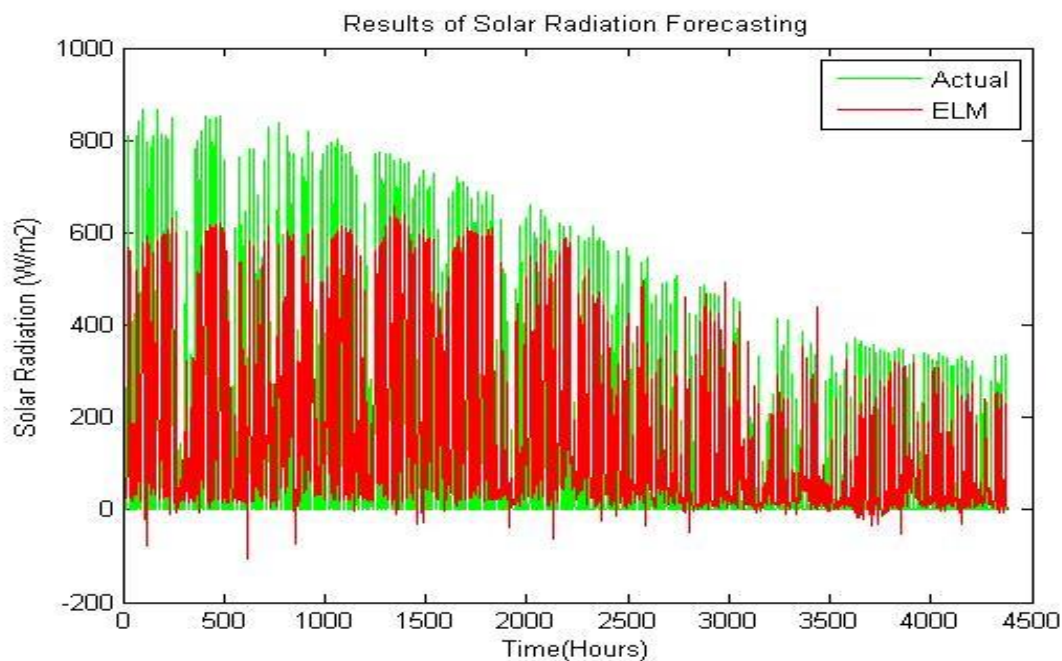
Gambar 4. 27 Komposisi data 80% - 20% NOAA

Gambar 4.27 menunjukkan bahwa hasil peramalan dengan komposisi data 80% - 20%. komposisi data 80% - 20% memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar $90,637 \text{ W/m}^2$.



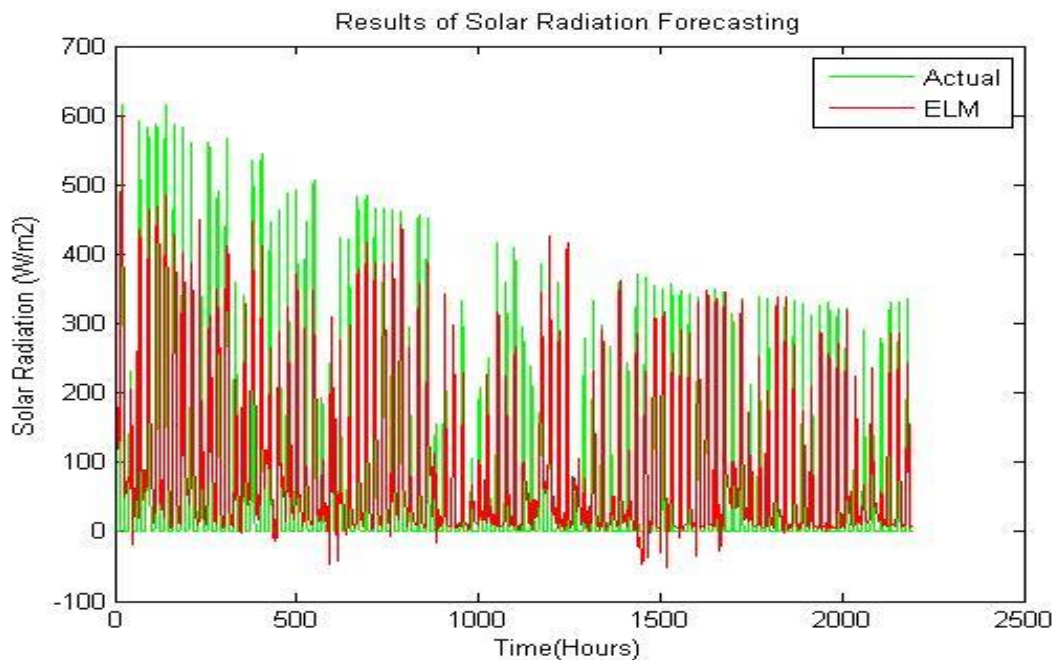
Gambar 4. 28 Komposisi data 85% - 15% NOAA

Gambar 4.28 menunjukkan bahwa hasil peramalan dengan komposisi data 85% - 15%. komposisi data 85% - 15% memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar $96,272 \text{ W/m}^2$.



Gambar 4. 29 Komposisi data 90% - 10% NOAA

Gambar 4.29 menunjukkan bahwa hasil peramalan dengan komposisi data 90% - 10%. komposisi data 90% - 10% memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar $82,657 \text{ W/m}^2$.



Gambar 4. 30 Komposisi data 95% - 5% NOAA

Gambar 4.30 menunjukkan bahwa hasil peramalan dengan komposisi data 95% - 5%. komposisi data 95% - 5% memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar $56,749 \text{ W/m}^2$.

Berdasarkan hasil enam percobaan maka dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai kesalahan melalui perhitungan RMSE dan MAE.

Tabel 4. 16

Nilai RMSE dan MAE ELM Variasi Komposisi data NOAA

| Variasi Data | RMSE (W/m ²) | MAE (W/m ²) |
|--------------|--------------------------|-------------------------|
| 70% - 30% | 132,239 | 91,569 |
| 75% - 25% | 126,254 | 86,345 |
| 80% - 20% | 131,265 | 90,637 |
| 85% - 15% | 137,932 | 96,272 |
| 90% - 10% | 121,968 | 82,657 |
| 95% - 5% | 85,064 | 56,749 |

Dari Tabel 4.14 dapat dilihat bahwa nilai RMSE terkecil diperoleh dari percobaan variasi data 95%-5% dan nilai RMSE terbesar diperoleh dari percobaan variasi data 85%-15%. Nilai MAE terkecil diperoleh dari percobaan variasi data 95%-5% dan nilai MAE terbesar diperoleh dari percobaan variasi data 85%-15%. Pada percobaan ini variasi data yang menghasilkan peramalan terbaik adalah variasi data 95% data *training* dan 5% data *testing*.

4.7 Analisis Regresi linier berganda Data *Meteobue Climatology* NOAA

Pada Penelitian ini dilakukan enam kali percobaan dengan memvariasikan jumlah pembagian data yang digunakan untuk *training* dan *testing* yang nantinya akan disimulasikan di MATLAB menggunakan metode Regresi Berganda.

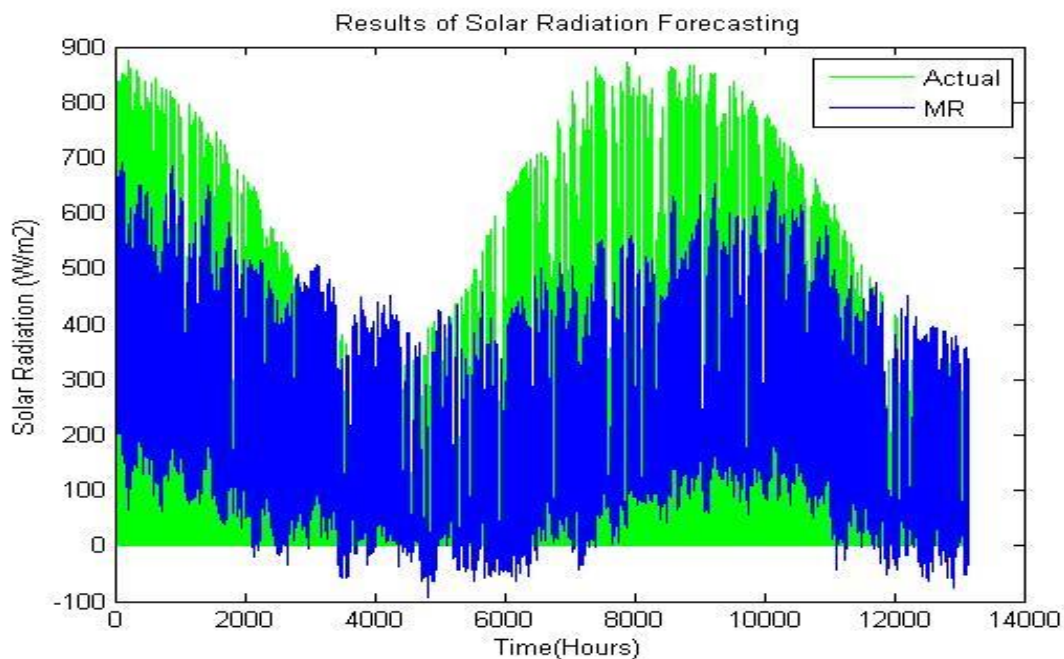
Tabel 4. 17

Variasi jumlah data training dan testing Data NOAA

| Percobaan | Data Basal | Pembagian Data | Data Training | Data Testing |
|-----------|------------|----------------|---------------|--------------|
| 1 | 43.800 | 70% - 30% | 30.660 | 13.140 |
| 2 | 43.800 | 75% - 25% | 32.850 | 10.950 |
| 3 | 43.800 | 80% - 20% | 35.040 | 8.760 |
| 4 | 43.800 | 85% - 15% | 37.230 | 6.570 |
| 5 | 43.800 | 90% - 10% | 39.420 | 4.380 |
| 6 | 43.800 | 95% - 5% | 41.610 | 2.190 |

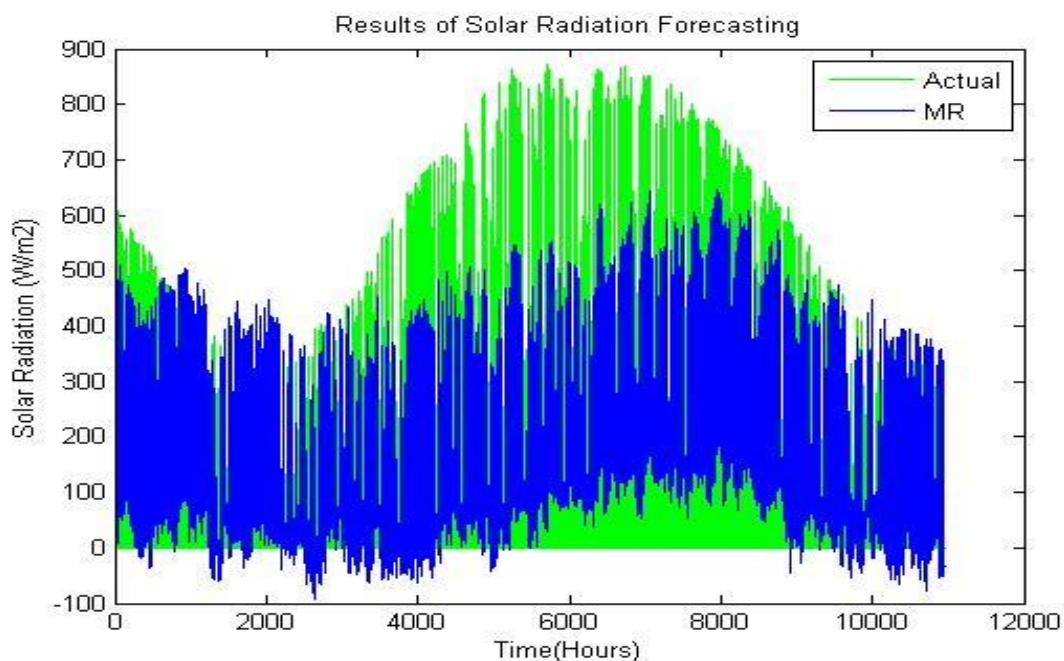
Kemudian dilakukan perhitungan menggunakan software MATLAB.

Data hasil peramalan kemudian di-*plot* pada grafik untuk melihat perbandingan data aktual dan data hasil peramalan intensitas radiasi matahari.



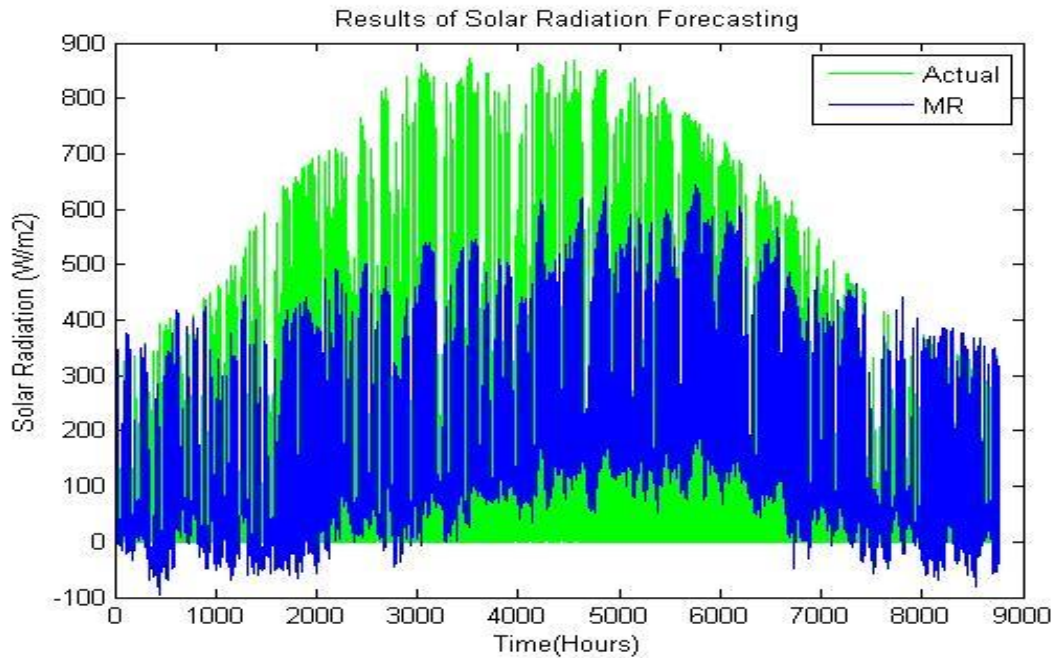
Gambar 4. 31 Peramalan menggunakan Metode Regresi linier berganda

Gambar 4.31 merupakan perbandingan data aktual kota Basel dan data hasil peramalan metode Regresi linier berganda dengan komposisi data 70% - 30%. Komposisi data 70% - 30% memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar $113,405 \text{ W/m}^2$.



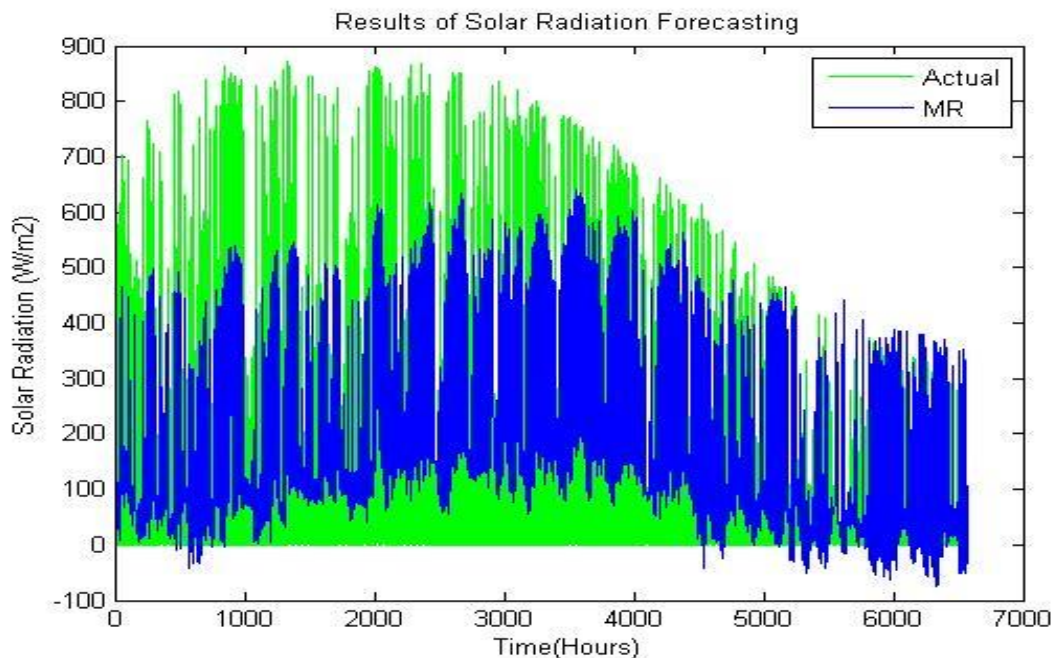
Gambar 4. 32 Peramalan menggunakan Metode Regresi linier berganda

Gambar 4.32 merupakan perbandingan data aktual kota Basel dan data hasil peramalan metode Regresi linier berganda dengan komposisi data 75% - 25%. Komposisi data 75% - 25% memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar $103,805 \text{ W/m}^2$.



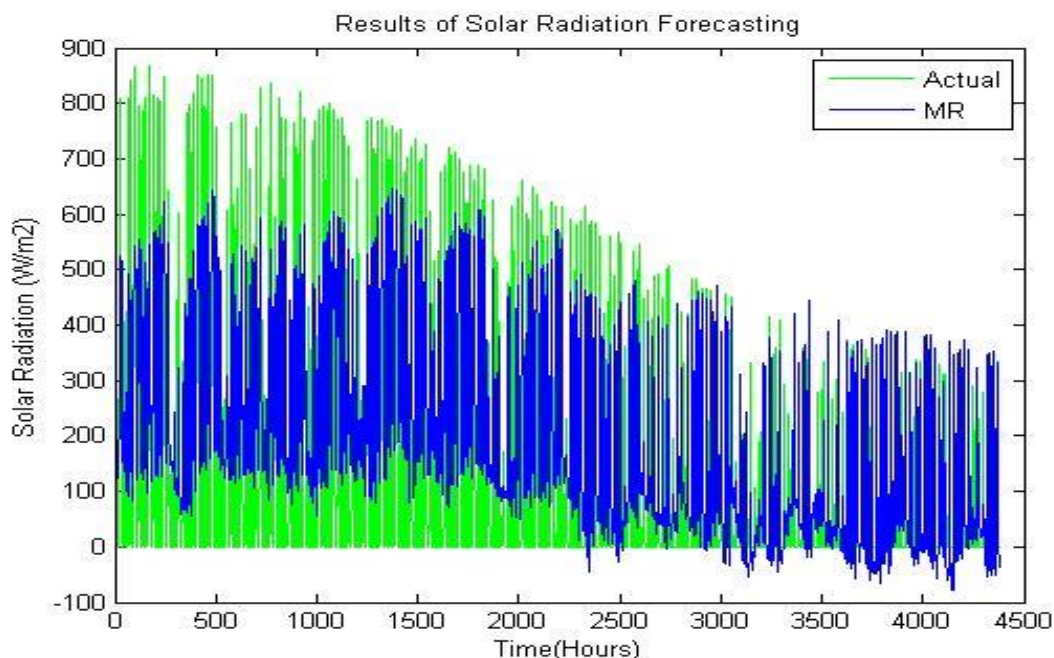
Gambar 4. 33 Peramalan menggunakan Metode Regresi linier berganda

Gambar 4.33 merupakan perbandingan data aktual kota Basel dan data hasil peramalan metode Regresi linier berganda dengan komposisi data 80% - 20%. Komposisi data 80% - 20% memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar $108,645 \text{ W/m}^2$.



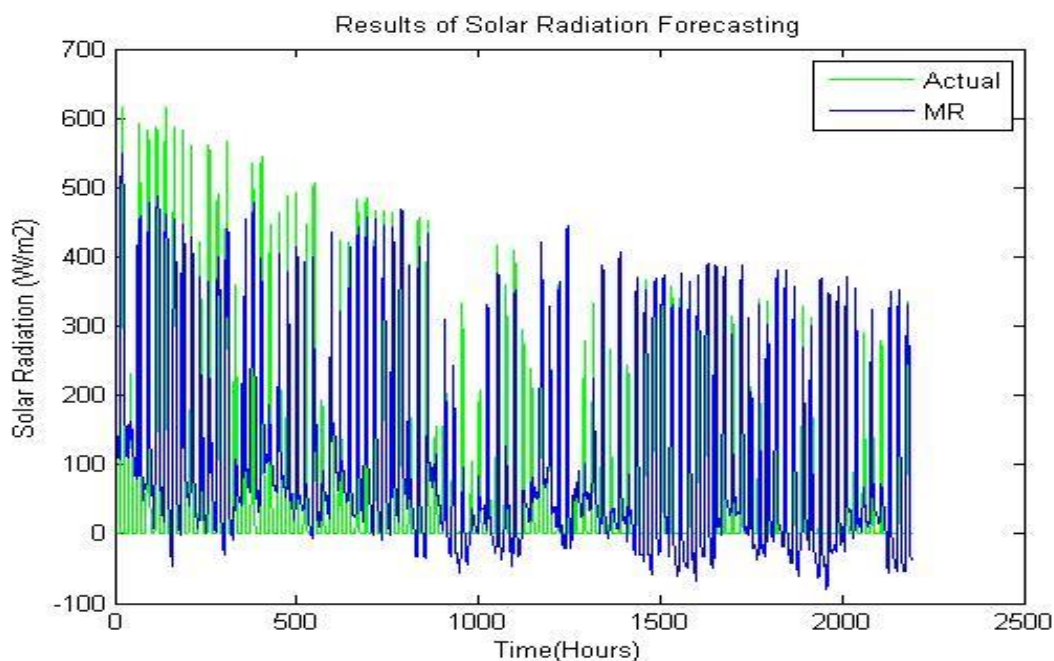
Gambar 4. 34 Peramalan menggunakan Metode Regresi linier berganda

Gambar 4.34 merupakan perbandingan data aktual kota Basel dan data hasil peramalan metode Regresi linier berganda dengan komposisi data 85% - 15%. Komposisi data 85% - 15% memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar $119,219 \text{ W/m}^2$.



Gambar 4. 35 Peramalan menggunakan Metode Regresi linier berganda

Gambar 4.35 merupakan perbandingan data aktual kota Basel dan data hasil peramalan metode Regresi linier berganda dengan komposisi data 90% - 10%. Komposisi data 90% - 10%. memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar $113,072 \text{ W/m}^2$.



Gambar 4. 36 Peramalan menggunakan Metode Regresi linier berganda

Gambar 4.36 merupakan perbandingan data aktual kota Basel dan data hasil peramalan metode Regresi linier berganda dengan komposisi data 95% - 5%. Komposisi data 95% - 5% memiliki nilai kesalahan rata-rata sebesar $71,088 \text{ W/m}^2$.

Persamaan regresi linier berganda yang diperoleh dari perhitungan pada percobaan variasi data training dan testing yang dilakukan pada data di Kota Basel.

$$Y = 7,1396 + 10,0717X_1 - 0,6250X_2 + 2,6584X_3 + 5,5729X_4 \quad (70\%-30\%)$$

$$Y = 7,2069 + 9,7151X_1 - 0,6386X_2 + 4,256X_3 + 5,6353X_4 \quad (75\%-25\%)$$

$$Y = 6,9204 + 9,8651X_1 - 0,6693X_2 + 4,3056X_3 + 5,5034X_4 \quad (80\%-20\%)$$

$$Y = 6,8270 + 9,9469X_1 - 0,6360X_2 + 6,2754X_3 + 5,4932X_4 \quad (85\%-15\%)$$

$$Y = 6,8417 + 9,9469X_1 - 0,6360X_2 + 6,2754X_3 + 5,5280X_4 \quad (90\%-10\%)$$

$$Y = 6,9725 + 9,7511X_1 - 0,6590X_2 + 7,2373X_3 + 5,5662X_4 \quad (95\%-5\%)$$

dimana :

X_1 = Suhu Rata – rata ($^{\circ}\text{C}$)

X_2 = Kelembaban (%)

X_3 = Curah Hujan (mm)

X_4 = Lama Penyinaran Matahari (menit)

Y = Intensitas Radiasi Matahari (W/m^2)

Tabel 4. 18

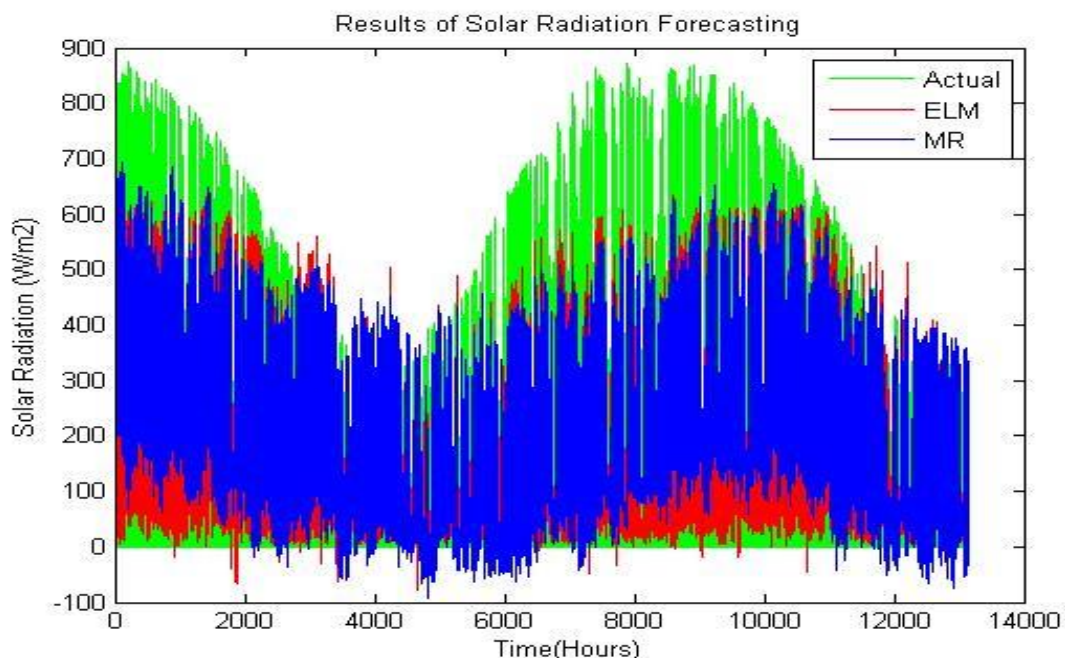
Nilai RMSE dan MAE Regresi linier berganda Variasi Komposisi Data NOAA

| Percobaan | RMSE (W/m^2) | MAE (W/m^2) |
|-----------|-------------------------|------------------------|
| 70% - 30% | 150,547 | 113,405 |
| 75% - 25% | 142,521 | 103,805 |
| 80% - 20% | 148,272 | 108,645 |
| 85% - 15% | 156,741 | 119,219 |
| 90% - 10% | 147,015 | 113,072 |
| 95% - 5% | 101,978 | 71,088 |

Dapat dilihat dari tabel 4.21 diatas bahwa nilai RMSE terkecil diperoleh pada percobaan 95%-5% dan sedangkan nilai RMSE terbesar diperoleh pada data 85%-15%. Sedangkan untuk nilai MAE terkecil diperoleh pada percobaan 95%-5% sedangkan nilai MAE terbesar diperoleh pada percobaan 85%-15%. Sehingga pada penelitian variasi data untuk data peramalan yang lama diperoleh variasi terbaik dengan error rata-rata terkecil pada percobaan dengan 95% data training dan 15% data testing.

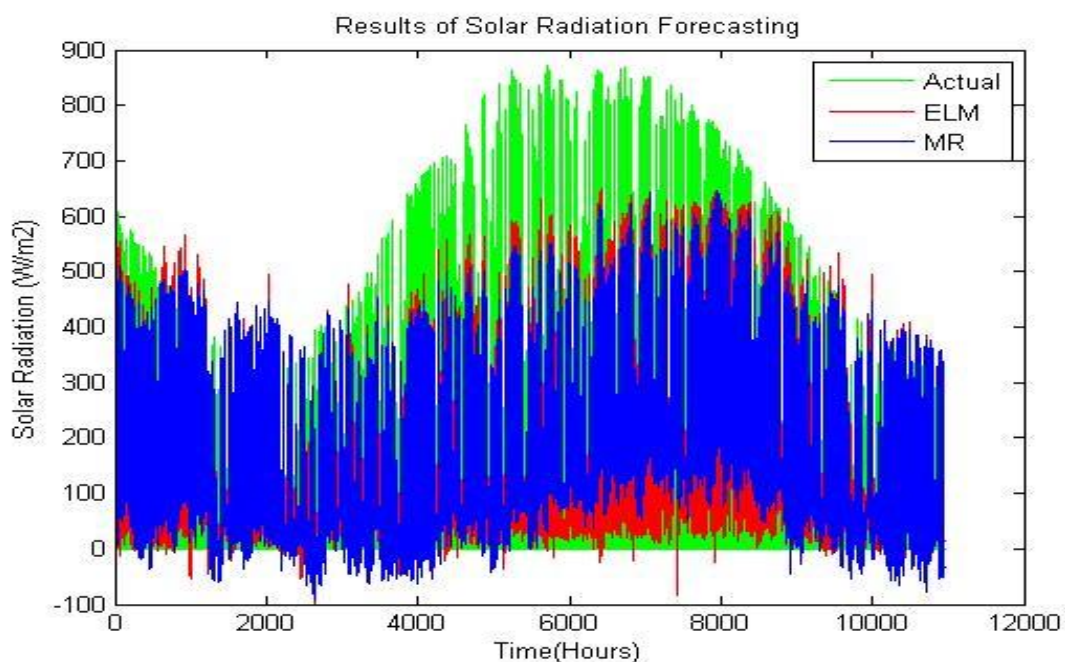
4.8 Perbandingan ANFIS dan Regresi linier berganda Data Basel

Percobaan ini bertujuan untuk membandingkan hasil peramalan yang diperoleh dari metode *Extreme Learning Machine* (ELM) dan hasil peramalan yang diperoleh dari metode Regresi linier berganda. Berdasarkan perbandingan kedua metode selanjutnya dihitung nilai kesalahan terkecil diantara kedua metode.



Gambar 4. 37 Perbandingan hasil ELM dan Regresi linier berganda 70% - 30%

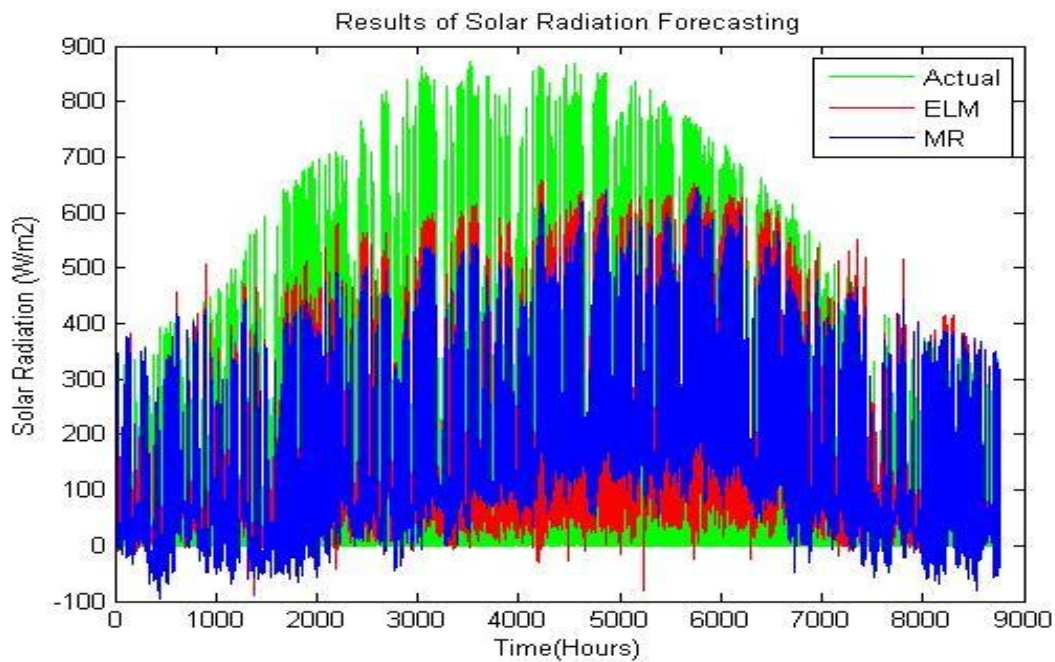
Gambar 4.37 menunjukkan perbandingan hasil peramalan dengan metode ELM dan Regresi linier berganda dengan data aktual kota Basel. Hasil peramalan dengan metode ELM lebih mendekati data aktual jika dibandingkan hasil peramalan metode Regresi linier berganda.



Gambar 4. 38 Perbandingan hasil ELM dan Regresi linier berganda 75% - 25%

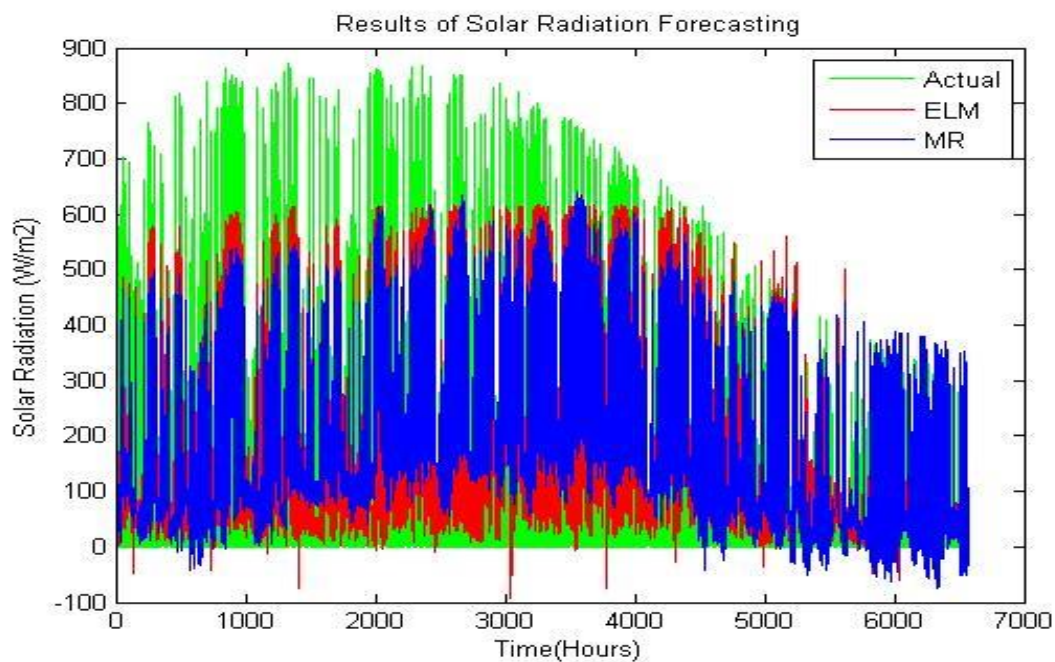
Gambar 4.38 menunjukkan perbandingan hasil peramalan dengan metode ELM dan Regresi linier berganda dengan data aktual kota Basel. Hasil peramalan dengan metode ELM

lebih mendekati data aktual jika dibandingkan hasil peramalan metode Regresi linier berganda.



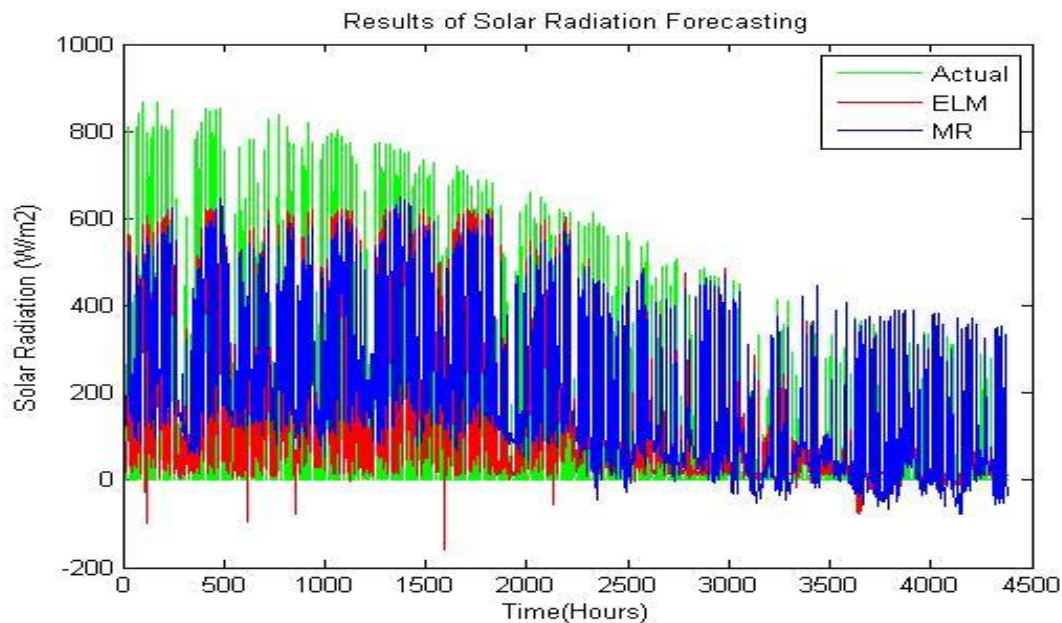
Gambar 4. 39 Perbandingan hasil ELM dan Regresi linier berganda 80% - 20%

Gambar 4.39 menunjukkan perbandingan hasil peramalan dengan metode ELM dan Regresi linier berganda dengan data aktual kota Basel. Hasil peramalan dengan metode ELM lebih mendekati data aktual jika dibandingkan hasil peramalan metode Regresi linier berganda.



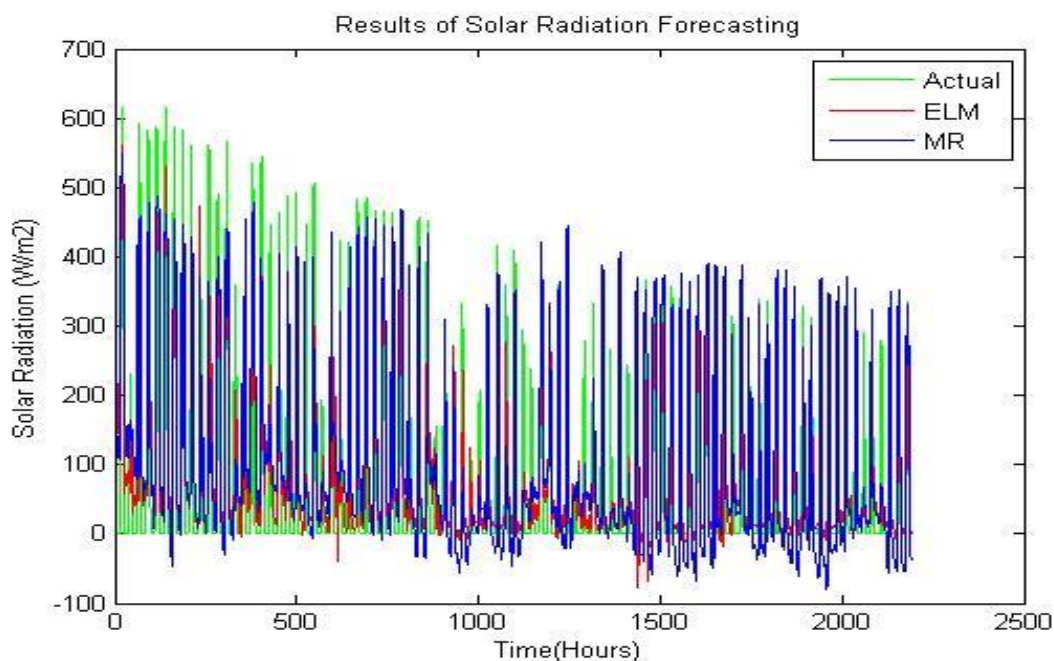
Gambar 4. 40 Perbandingan hasil ELM dan Regresi linier berganda 85% - 15%

Gambar 4.40 menunjukkan perbandingan hasil peramalan dengan metode ELM dan Regresi linier berganda dengan data aktual kota Basel. Hasil peramalan dengan metode ELM lebih mendekati data aktual jika dibandingkan hasil peramalan metode Regresi linier berganda.



Gambar 4. 41 Perbandingan hasil ELM dan Regresi linier berganda 90% - 10%

Gambar 4.41 menunjukkan perbandingan hasil peramalan dengan metode ELM dan Regresi linier berganda dengan data aktual kota Basel. Hasil peramalan dengan metode ELM lebih mendekati data aktual jika dibandingkan hasil peramalan metode Regresi linier berganda.



Gambar 4. 42 Perbandingan hasil ELM dan Regresi linier berganda 95% - 5%

Gambar 4.42 menunjukkan perbandingan hasil peramalan dengan metode ELM dan Regresi linier berganda dengan data aktual kota Basel. Hasil peramalan dengan metode ELM lebih mendekati data aktual jika dibandingkan hasil peramalan metode Regresi linier berganda.

Tabel 4. 19

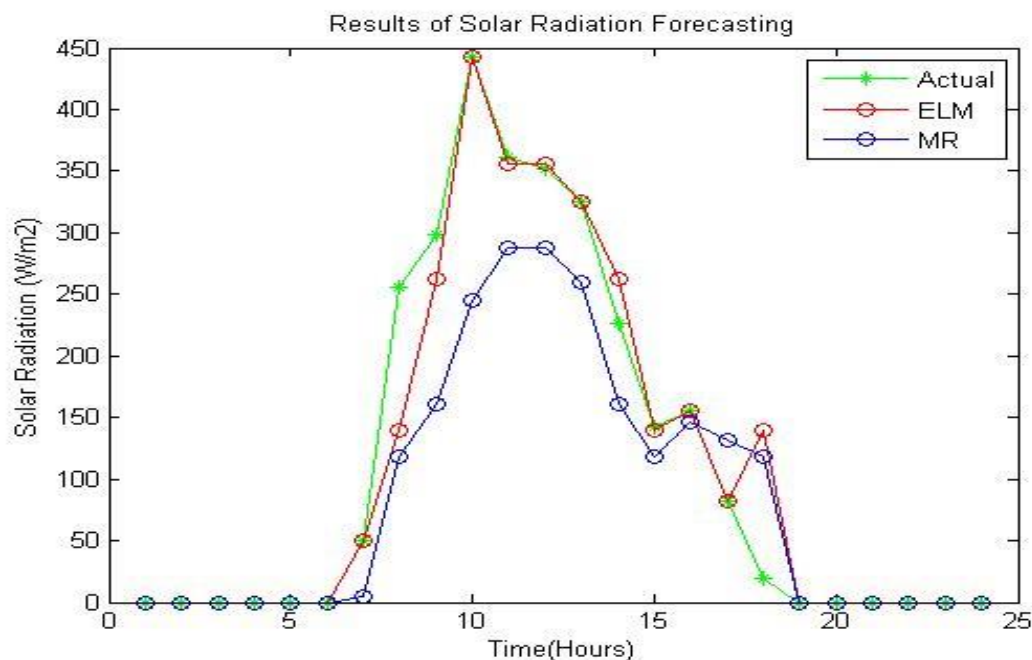
Perbandingan nilai kesalahan ELM dan Regresi linier berganda Data NOAA

| Percobaan | ELM (W/m^2) | | Rgeresi Berganda (W/m^2) | |
|-----------|-----------------|--------|------------------------------|---------|
| | RMSE | MAE | RMSE | MAE |
| 70% - 30% | 132,239 | 91,569 | 150,547 | 113,405 |
| 75% - 25% | 126,254 | 86,345 | 142,521 | 103,805 |
| 80% - 20% | 131,265 | 90,637 | 148,272 | 108,645 |
| 85% - 15% | 137,932 | 96,272 | 156,741 | 119,219 |
| 90% - 10% | 121,968 | 82,657 | 147,015 | 113,072 |
| 95% - 5% | 85,064 | 56,749 | 101,978 | 71,088 |

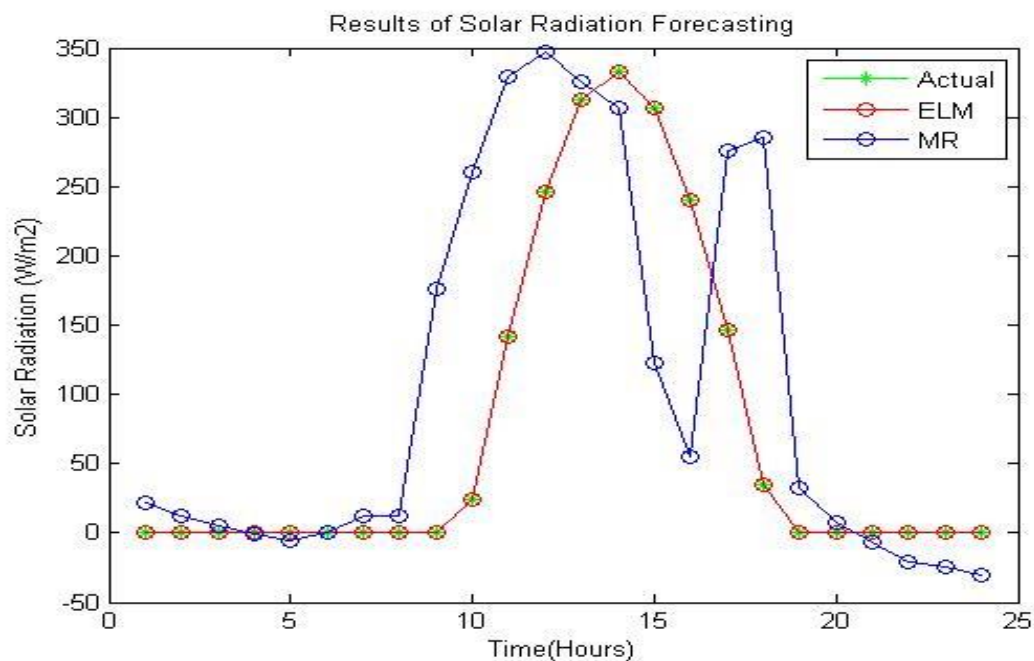
Tabel 4.16 menunjukkan perbandingan nilai kesalahan masing-masing metode.

4.9 Perbandingan ELM dan Regresi linier berganda untuk Peramalan Jangka Pendek

Pada percobaan kali ini dilakukan peramalan intensitas radiasi matahari dalam jangka waktu yang singkat, yaitu 1 hari. 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 Basel 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 4 prediktor dan ELM.



Gambar 4. 43 Peramalan jangka pendek ELM dan Regresi linier berganda data BMKG



Gambar 4. 44 Peramalan jangka pendek ELM dan Regresi linier berganda data *Meteobue Climatology*

Gambar 4.43 menunjukkan hasil peramalan jangka pendek ELM dan Regresi linier berganda data menggunakan data BMKG. Gambar 4.44 menunjukkan hasil peramalan jangka pendek ELM dan Regresi linier berganda data menggunakan data *Meteobue Climatology* NOAA. Dapat dilihat bahwa metode ELM lebih baik dalam meramalkan dibandingkan metode Regresi linier berganda baik untuk data BMKG maupun data *Meteobue Climatology* NOAA.

Tabel 4. 20

Perbandingan Peramalan Jangka Pendek Data BMKG dan Data NOAA

| Percobaan | ELM (W/m ²) | | Regresi linier berganda (W/m ²) | |
|--------------------|-------------------------|--------|---|---------|
| | RMSE | MAE | RMSE | MAE |
| BMKG | | | | |
| Training = 30 Hari | 50,357 | 26,683 | 95,804 | 80,933 |
| Testing = 1 Hari | | | | |
| Basel | | | | |
| Training = 1 Tahun | 2,186 | 1,869 | 108,9498 | 70,1278 |
| Testing = 1 Hari | | | | |

