

BAB 6 PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan hasil pengujian dan membahas hasil implementasi dari penelitian yang telah dilakukan yaitu optimasi *input weight*/bobot awal pada metode *Extreme Learning Machine* dengan menggunakan metode Algoritme Genetika yang akan digunakan untuk menentukan kualitas air sungai. Pengujian yang dilakukan meliputi: pengujian *popsiz*, ukuran generasi dan kombinasi *cr* dan *mr*. Karena data dibagi menggunakan *k-fold cross validation* maka data akan terbagi sejumlah *k fold*. Pada penelitian ini banyak *fold* yang digunakan adalah 5 *fold*. Sehingga setiap pengujian dilakukan, akan dihitung nilai rata-rata akurasi pada setiap *fold* juga.

6.1 Pengujian *Popsiz*

Pengujian *popsiz* bertujuan untuk mengetahui ukuran populasi yang menghasilkan tingkat akurasi terbaik. Pengujian *popsiz* pada penelitian ini akan dilakukan dengan 5 variasi *popsiz* yang berbeda. Variasi *popsiz* yang digunakan adalah kelipatan 10, dimulai dari 10 hingga 50, Pada masing-masing variasi *popsiz* akan dilakukan percobaan sebanyak 7 kali percobaan. Pada perhitungan Algoritme Genetika dan *Extreme Learning Machine* banyak melibatkan variabel yang dibangkitkan secara *random*, sehingga mengakibatkan nilai yang dihasilkan setiap kali *running* program akan berbeda, sehingga dilakukan beberapa kali percobaan untuk diambil nilai rata-rata akurasi terbaiknya.

Parameter lain yang digunakan untuk mendukung pengujian ini, diantaranya adalah ukuran generasi dan kombinasi *cr mr*. Selama pengujian sebanyak 7 kali percobaan, pengujian *popsiz* dengan ukuran yang sama, nilai dari kedua parameter tersebut tidak boleh berubah/diganti. Nilai parameter yang digunakan pada pengujian ini yaitu ukuran generasi = 100, *cr* = 0,4 dan *mr* = 0,2. Hasil pengujian variasi *popsiz* dapat dilihat pada Tabel 6.1 hingga Tabel 6.5.

Tabel 6.1 Hasil uji coba jumlah *popsiz* = 10

Percobaan ke-	FOLD (%)					Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	
1	100	66,667	76,667	93,333	56,667	78,6668
2	100	66,667	66,667	93,333	56,667	76,6668
3	100	66,667	100	93,333	56,667	83,3334
4	66,667	33,333	100	66,667	66,667	66,6668
5	100	33,333	100	96,667	70	80
6	80	66,667	100	93,333	56,667	79,3334
7	80	66,667	100	93,333	50	78
Akurasi Terbaik	100	66,667	100	93,333	56,667	83,3334
Rata-rata Akurasi Total						77,5239

Tabel 6.2 Hasil uji coba jumlah *popsize* = 20

Percobaan ke-	FOLD (%)					Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	
1	100	63,333	100	93,333	70	85,3332
2	100	63,333	100	93,333	70	85,3332
3	100	63,333	66,667	93,333	73,333	79,3332
4	80	63,333	100	66,667	76,667	77,3334
5	100	63,333	66,667	93,333	56,667	76
6	100	63,333	66,667	63,333	70	72,6666
7	100	63,333	100	93,333	76,667	86,6666
Akurasi Terbaik	100	63,333	100	93,333	76,667	86,6666
Rata-rata Akurasi Total						80,3809

Tabel 6.3 Hasil uji coba jumlah *popsize* = 30

Percobaan ke-	FOLD (%)					Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	
1	100	66,667	100	93,333	56,667	83,3334
2	50	66,667	100	63,333	80	72
3	66,667	63,333	100	93,333	50	74,6666
4	100	66,667	100	93,333	70	86
5	100	66,667	100	93,333	56,667	83,3334
6	80	66,667	100	96,667	56,667	80,0002
7	100	66,667	66,667	93,333	50	75,3334
Akurasi Terbaik	100	66,667	100	93,333	70	86
Rata-rata Akurasi Total						79,2381

Tabel 6.4 Hasil uji coba jumlah *popsize* = 40

Percobaan ke-	FOLD (%)					Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	
1	86,667	63,333	100	96,667	53,333	80
2	100	66,667	66,667	63,333	50	69,3334
3	80	63,333	100	96,667	56,667	79,3334
4	100	66,667	66,667	96,667	56,667	77,3336
5	100	66,667	66,667	93,333	66,667	78,6668
6	100	66,667	66,667	66,667	70	74,0002
7	100	66,667	100	93,333	66,667	85,3334
Akurasi Terbaik	100	66,667	100	93,333	66,667	85,3334
Rata-rata Akurasi Total						77,7144

Tabel 6.5 Hasil uji coba jumlah *popsize* = 50

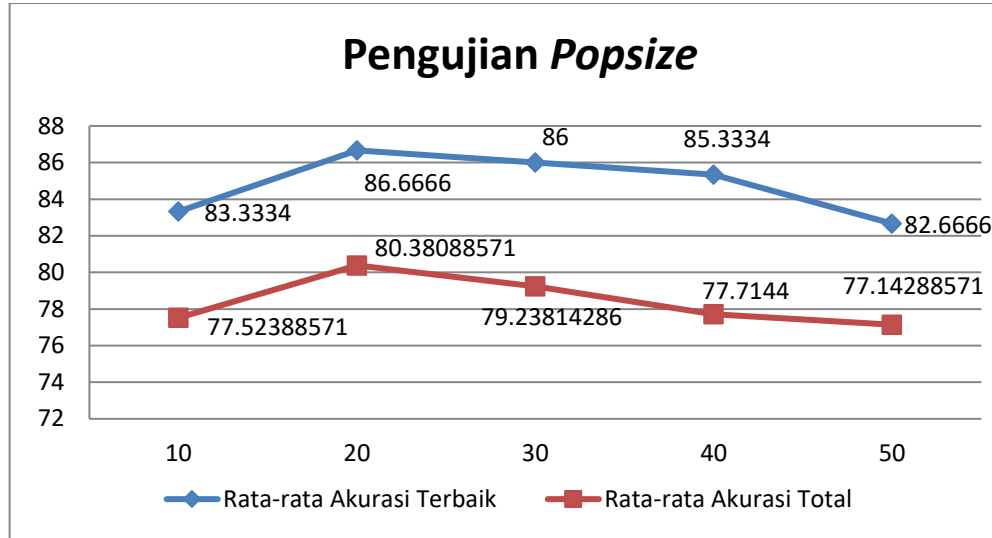
Percobaan ke-	FOLD (%)					Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	
1	100	66,667	66,667	93,333	56,667	76,6668
2	100	66,667	66,667	93,333	50	75,3334
3	100	66,667	56,667	93,333	66,667	76,6668
4	83,333	63,333	100	93,333	60	79,9998
5	100	66,667	66,667	63,333	50	69,3334
6	80	63,333	100	93,333	76,667	82,6666
7	100	66,667	66,667	93,333	70	79,3334
Akurasi Terbaik	80	63,333	100	93,333	76,667	82,6666
Rata-rata Akurasi Total						77,1429

Berdasarkan pengujian jumlah *popsize* di atas, didapatkan nilai rata-rata akurasi terbaik dan akurasi total dari tiap variasi *popsize* yang dapat dilihat pada Tabel 6.6.

Tabel 6.6 Hasil uji coba jumlah *popsize*

<i>Popsize</i>	Rata-rata Akurasi Terbaik (%)	Rata-rata Akurasi Total (%)
10	83,3334	77,5239
20	86,6666	80,3809
30	86	79,2381
40	85,3334	77,7144
50	82,6666	77,1429

Grafik hasil pengujian *popsize* ditunjukkan pada Gambar 6.1 sebagai berikut:



Gambar 6.1 Grafik hasil pengujian *popsize*

Berdasarkan grafik hasil pengujian *popsize* di atas, *popsize* 20 menghasilkan rata-rata akurasi tertinggi, yaitu 86.6666. Pada grafik di atas ditunjukkan ketidakstabilan rata-rata akurasi, akan tetapi pada ukuran generasi 20-50 mulai ditunjukkan kestabilan rata-rata akurasinya. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar *popsize*-nya, akan semakin rendah rata-rata akurasi yang dihasilkan. Menurut Mahmudy (2015), semakin besar nilai dari *popsize* akan memengaruhi waktu komputasi dan menyebabkan kinerja Algoritme Genetika meningkat bahkan melakukan eksplorasi lebih luas lagi. Oleh karena itu, Algoritme Genetika memiliki kemungkinan untuk mengeksplorasi area yang tidak optimum.

6.2 Pengujian Ukuran Generasi

Pengujian ukuran generasi bertujuan untuk mengetahui ukuran generasi yang menghasilkan tingkat akurasi terbaik. Pengujian ukuran generasi pada penelitian ini akan dilakukan dengan 5 variasi ukuran generasi yang berbeda. Variasi ukuran generasi yang digunakan adalah kelipatan 10, dimulai dari 10 hingga 50, Pada masing-masing variasi ukuran generasi akan dilakukan percobaan sebanyak 7 kali percobaan.

Parameter lain yang digunakan untuk mendukung pengujian ini, diantaranya adalah *popsize* dan kombinasi *cr* *mr*. Selama pengujian sebanyak 7 kali percobaan, pengujian ukuran generasi dengan ukuran yang sama, nilai dari kedua parameter tersebut tidak boleh berubah/diganti. Nilai parameter yang digunakan pada pengujian ini yaitu *popsize* = 50, *cr* = 0,4 dan *mr* = 0,2. Hasil pengujian variasi *popsize* dapat dilihat pada Tabel 6.7 hingga Tabel 6.11.

Tabel 6.7 Hasil uji coba ukuran generasi = 10

Percobaan ke-	FOLD (%)					Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	
1	100	63.333	66.667	96.667	66.667	78.6668
2	63.333	66.667	100	96.667	70	79.3334
3	80	63.333	100	93.333	73.333	81.9998
4	100	66.667	100	93.333	70	86
5	100	66.667	100	93.333	73.333	86.6666
6	80	66.667	100	93.333	66.667	81.3334
7	66.667	66.667	100	96.667	66.667	79.3336
Akurasi Terbaik	100	66.667	100	93.333	73.333	86.6666
Rata-rata Akurasi Total						81.9048

Tabel 6.8 Hasil uji coba ukuran generasi = 20

Percobaan ke-	FOLD (%)					Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	
1	100	66.667	100	93.333	73.333	86.6666
2	100	63.333	66.667	93.333	70	78.6666
3	63.333	66.667	100	93.333	56.667	76
4	100	66.667	100	96.667	70	86.6668
5	100	63.333	100	93.333	56.667	82.6666
6	80	66.667	100	93.333	73.333	82.6666
7	93.333	66.667	100	93.333	70	84.6666
Akurasi Terbaik	100	66.667	100	93.333	73.333	86.6668
Rata-rata Akurasi Total						82.5714

Tabel 6.9 Hasil uji coba ukuran generasi = 30

Percobaan ke-	FOLD (%)					Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	
1	63.333	66.667	100	63.333	63.333	71.3332
2	100	63.333	66.667	96.667	70	79.3334
3	80	66.667	100	93.333	66.667	81.3334
4	93.333	66.667	100	93.333	66.667	84
5	100	63.333	66.667	93.333	66.667	78
6	66.667	66.667	100	63.333	70	73.3334
7	100	63.333	66.667	93.333	70	78.6666
Akurasi Terbaik	93.333	66.667	100	93.333	66.667	84
Rata-rata Akurasi Total						78

Tabel 6.10 Hasil uji coba ukuran generasi = 40

Percobaan ke-	FOLD (%)					Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	
1	100	63.333	66.667	96.667	66.667	78.6668
2	80	66.667	100	93.333	70	82
3	100	63.333	100	96.667	56.667	83.3334
4	100	66.667	66.667	93.333	70	79.3334
5	63.333	63.333	100	63.333	70	71.9998
6	100	66.667	100	93.333	56.667	83.3334
7	80	66.667	100	93.333	43.333	76.6666
Akurasi Terbaik	100	63.333	100	96.667	56.667	83.3334
Rata-rata Akurasi Total						79.7778

Tabel 6.11 Hasil uji coba ukuran generasi = 50

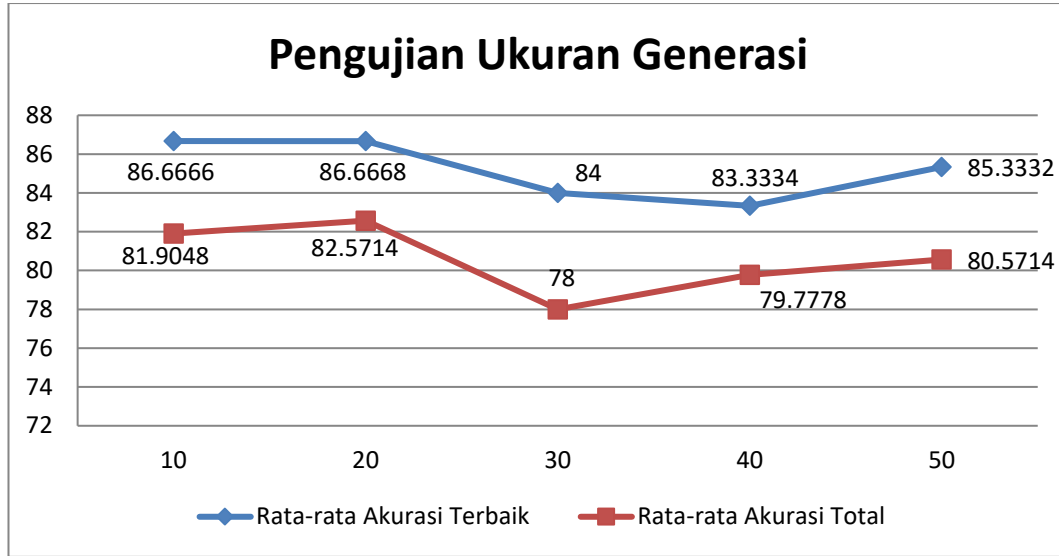
Percobaan ke-	FOLD (%)					Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	
1	80	63.333	100	93.333	66.667	80,6666
2	100	66.667	66.667	93.333	70	79.3334
3	93.333	66.667	100	93.333	73.333	85.3332
4	80	66.667	100	93.333	73.333	82.6666
5	93.333	63.333	100	93.333	70	83.9998
6	50	66.667	100	90	56.667	72.6668
7	100	66.667	100	63.333	66.667	79.3334
Akurasi Terbaik	93.333	66.667	100	93.333	73.333	85.3332
Rata-rata Akurasi Total						80,5714

Berdasarkan pengujian jumlah ukuran generasi di atas, didapatkan nilai rata-rata akurasi terbaik dari tiap variasi ukuran generasi yang dapat dilihat pada Tabel 6.12.

Tabel 6.12 Hasil uji coba ukuran generasi

Ukuran Generasi	Rata-rata Akurasi Terbaik (%)	Rata-rata Akurasi Total (%)
10	86.6666	81.9048
20	86.6668	82.5714
30	84	78
40	83.3334	79.7778
50	85.3332	80,5714

Grafik hasil pengujian ukuran generasi ditunjukkan pada Gambar 6.2 sebagai berikut:



Gambar 6.2 Grafik hasil pengujian ukuran generasi

Berdasarkan grafik hasil pengujian ukuran generasi di atas, ukuran generasi 20 menghasilkan rata-rata akurasi tertinggi, yaitu 86,6668. Grafik diatas menunjukkan ketidakstabilan rata-rata akurasi. Pada ukuran generasi 10 hingga 40, rata-rata akurasi mengalami penurunan, sedangkan pada ukuran generasi 50 mulai ditunjukkan peningkatan rata-rata akurasinya. Semakin banyak ukuran generasinya bukan berarti solusi yang dihasilkan akan optimal. Pada jumlah tertentu (saat mulai stabil), ukuran generasi memiliki kemungkinan lebih tinggi dalam menghasilkan solusi yang optimal. Menurut Mahmudy (2015), semakin besar nilai dari ukuran generasi, akan memengaruhi waktu komputasi dan menyebabkan kinerja Algoritme Genetika meningkat bahkan melakukan eksplorasi lebih luas lagi. Oleh karena itu, Algoritme Genetika memiliki kemungkinan untuk mengeksplorasi area yang tidak optimum.

6.3 Pengujian Kombinasi cr dan mr

Pengujian kombinasi cr (*crossover rate*) dan mr (*mutation rate*) bertujuan untuk mengetahui ukuran kombinasi cr dan mr yang menghasilkan tingkat akurasi terbaik. Pengujian kombinasi cr dan mr pada penelitian ini akan dilakukan dengan 11 variasi kombinasi cr dan mr yang berbeda. Pada masing-masing variasi kombinasi cr dan mr akan dilakukan percobaan sebanyak 7 kali percobaan.

Parameter lain yang digunakan untuk mendukung pengujian ini, diantaranya adalah *popsize* dan ukuran generasi. Selama pengujian sebanyak 7 kali percobaan, pengujian kombinasi cr dan mr dengan kombinasi yang sama, nilai dari kedua parameter tersebut tidak boleh berubah/diganti. Nilai parameter yang digunakan pada pengujian ini yaitu *popsize* = 20, dan ukuran generasi = 20, Hasil pengujian variasi *popsize* dapat dilihat pada Tabel 6.13 hingga Tabel 6.23.

Tabel 6.13 Hasil uji coba kombinasi $cr = 0,2$ dan $mr = 0,4$

Percobaan ke-	FOLD (%)					Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	
1	100	33,333	46,667	96,667	56,667	66,6668
2	100	66,667	100	93,333	56,667	83,3334
3	100	66,667	66,667	93,333	73,333	80
4	100	63,333	66,997	93,333	56,667	76,066
5	100	63,333	100	96,667	73,333	86,6666
6	80	63,333	100	93,333	56,667	78,6666
7	100	66,667	100	93,333	70	86
Akurasi Terbaik	100	63,333	100	96,667	73,333	86,6666
Rata-rata Akurasi Total						79,6285

Tabel 6.14 Hasil uji coba kombinasi $cr = 0,4$ dan $mr = 0,2$

Percobaan ke-	FOLD (%)					Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	
1	80	66,667	100	80	86,667	82,6668
2	100	63,333	100	96,667	50	82
3	76,667	63,333	100	63,333	70	74,6666
4	86,667	66,667	100	93,333	66,667	82,6668
5	100	66,667	100	93,333	73,333	86,6666
6	80	66,667	100	93,333	70	82
7	100	63,333	100	93,333	73,333	85,9998
Akurasi Terbaik	100	66,667	100	93,333	73,333	86,6666
Rata-rata Akurasi Total						82,3809

Tabel 6.15 Hasil uji coba kombinasi $cr = 0,1$ dan $mr = 0,9$

Percobaan ke-	FOLD (%)					Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	
1	100	66,667	66,667	93,333	56,667	76,6668
2	100	66,667	66,667	63,333	53,333	70
3	100	63,333	100	93,333	56,667	82,6666
4	100	63,333	100	93,333	56,667	82,6666
5	76,667	66,667	100	93,333	50	77,3334
6	100	63,333	66,667	93,333	70	78,6666
7	100	66,667	66,667	96,667	56,667	77,3336
Akurasi Terbaik	100	63,333	100	93,333	56,667	82,6666
Rata-rata Akurasi Total						77,9048

Tabel 6.16 Hasil uji coba kombinasi cr = 0,2 dan mr = 0,8

Percobaan ke-	FOLD (%)					Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	
1	63,333	66,667	100	93,333	66,667	78
2	36,667	66,667	100	66,667	66,667	67,3336
3	100	66,667	100	93,333	66,667	85,3334
4	100	66,667	66,667	93,333	73,333	80
5	80	66,667	100	63,333	56,667	73,3334
6	93,33	66,667	100	93,333	56,667	81,9994
7	80	63,333	100	63,333	66,667	74,6666
Akurasi Terbaik	100	66,667	100	93,333	66,667	85,3334
Rata-rata Akurasi Total						77,2381

Tabel 6.17 Hasil uji coba kombinasi cr = 0,3 dan mr = 0,7

Percobaan ke-	FOLD (%)					Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	
1	93,333	66,667	100	93,333	76,666	85,9998
2	63,333	33,333	100	96,667	66,667	72
3	80	66,667	100	93,333	76,667	83,3334
4	100	66,667	66,667	93,333	73,333	80
5	100	66,667	100	93,333	50	82
6	80	66,667	100	93,333	63,333	80,6666
7	46,667	66,667	100	63,333	63,333	68
Akurasi Terbaik	93,333	66,667	100	93,333	76,666	85,9998
Rata-rata Akurasi Total						78,8571

Tabel 6.18 Hasil uji coba kombinasi cr = 0,4 dan mr = 0,6

Percobaan ke-	FOLD (%)					Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	
1	100	66,667	66,667	93,333	70	79,3334
2	56,667	66,667	100	63,333	66,667	70,6668
3	80	66,667	100	93,333	70	82
4	76,667	66,667	100	63,333	66,667	74,6668
5	100	63,333	66,667	93,333	50	74,6666
6	80	66,667	100	63,333	56,667	73,3334
7	100	66,667	66,667	96,667	56,667	77,3336
Akurasi Terbaik	80	66,667	100	93,333	70	82
Rata-rata Akurasi Total						76,0001

Tabel 6.19 Hasil uji coba kombinasi cr = 0,5 dan mr = 0,5

Percobaan ke-	FOLD (%)					Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	
1	100	66,667	66,667	93,333	56,667	76,6668
2	66,667	66,667	100	63,333	70	73,3334
3	80	66,667	100	93,333	66,667	81,3334
4	100	66,667	100	96,667	76,667	88,0002
5	100	66,667	66,667	96,667	56,667	77,3336
6	100	66,667	66,667	93,333	56,667	76,6668
7	100	66,667	100	96,667	50	82,6668
Akurasi Terbaik	100	66,667	100	96,667	76,667	88,0002
Rata-rata Akurasi Total						79,4287

Tabel 6.20 Hasil uji coba kombinasi cr = 0,6 dan mr = 0,4

Percobaan ke-	FOLD (%)					Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	
1	66,667	66,667	100	63,333	66,667	72,6668
2	100	66,667	100	93,333	73,333	86,6666
3	70	66,667	100	93,333	70	80
4	100	66,667	100	93,333	56,667	83,3334
5	100	66,667	100	93,333	50	82
6	100	33,333	100	96,667	66,667	79,3334
7	100	63,333	66,667	93,333	66,667	78
Akurasi Terbaik	100	66,667	100	93,333	73,333	86,6666
Rata-rata Akurasi Total						80,2857

Tabel 6.21 Hasil uji coba kombinasi cr = 0,7 dan mr = 0,3

Percobaan ke-	FOLD (%)					Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	
1	100	66,667	100	93,333	70	86
2	100	66,667	66,667	93,333	70	79,3334
3	100	66,667	80	93,333	56,667	79,3334
4	100	66,667	100	93,333	50	82
5	100	63,333	76,667	93,333	56,667	78
6	100	66,667	100	93,333	73,333	86,6666
7	100	66,667	66,667	63,333	50	69,3334
Akurasi Terbaik	100	66,667	100	93,333	73,333	86,6666
Rata-rata Akurasi Total						80,0953

Tabel 6.22 Hasil uji coba kombinasi cr = 0,8 dan mr = 0,2

Percobaan ke-	FOLD (%)					Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	
1	100	66,667	46,667	66,667	50	66,0002
2	100	66,667	66,667	93,333	56,667	76,6668
3	100	66,667	66,667	93,333	70	79,3334
4	83,333	66,667	100	93,333	73,333	83,3332
5	56,667	66,667	100	63,333	46,667	66,6668
6	93,333	66,667	100	93,333	70	84,6666
7	80	66,667	100	93,333	73,333	82,6666
Akurasi Terbaik	93,333	66,667	100	93,333	70	84,6666
Rata-rata Akurasi Total						77,0477

Tabel 6.23 Hasil uji coba kombinasi cr = 0,9 dan mr = 0,1

Percobaan ke-	FOLD (%)					Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	
1	100	66,667	66,667	93,333	70	79,3334
2	100	63,333	100	66,667	56,667	77,3334
3	63,666	66,667	100	93,333	56,667	76,0666
4	100	66,667	66,667	93,333	70	79,3334
5	100	66,667	66,667	63,333	70	73,3334
6	100	66,667	100	96,667	70	86,6668
7	100	66,667	66,667	93,333	70	79,3334
Akurasi Terbaik	100	66,667	100	96,667	70	86,6668
Rata-rata Akurasi Total						78,7715

Berdasarkan pengujian jumlah kombinasi cr dan mr di atas, didapatkan nilai rata-rata akurasi terbaik dari tiap variasi kombinasi cr dan mr yang dapat dilihat pada Tabel 6.24 dan Tabel 6.25.

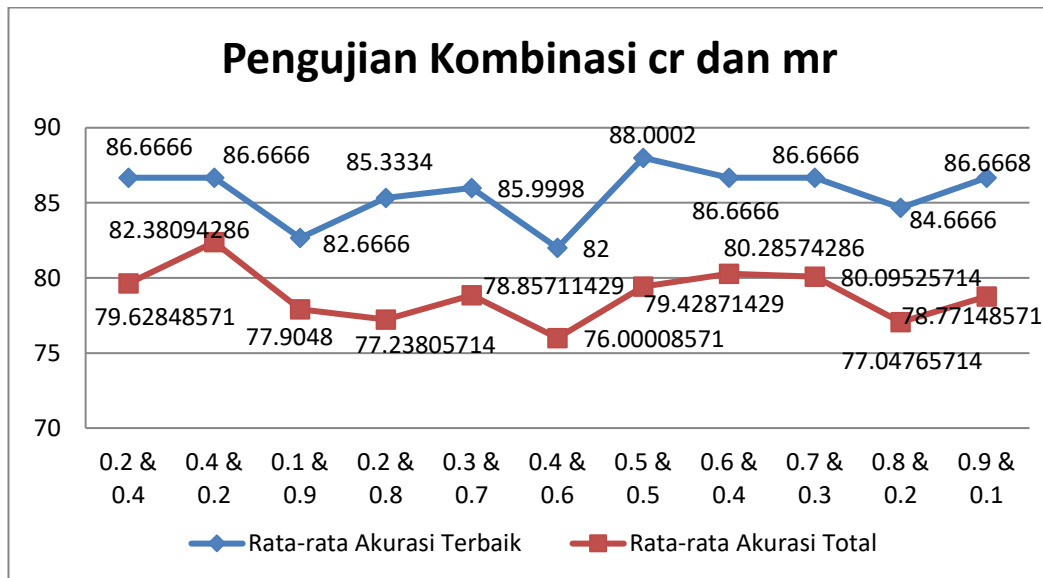
Tabel 6.24 Hasil uji coba kombinasi cr dan mr

Kombinasi		Rata-rata Akurasi Terbaik (%)	Rata-rata Akurasi Total (%)
cr	mr		
0,2	0,4	86,6666	79,6285
0,4	0,2	86,6666	82,3809
0,1	0,9	82,6666	77,9048
0,2	0,8	85,3334	77,2381
0,3	0,7	85,9998	78,8571

Tabel 6.25 Hasil uji coba kombinasi cr dan mr (lanjutan)

Kombinasi		Rata-rata Akurasi Terbaik (%)	Rata-rata Akurasi Total (%)
cr	mr		
0,4	0,6	82	76,0001
0,5	0,5	88,0002	79,4288
0,6	0,4	86,6666	80,2857
0,7	0,3	86,6666	80,0953
0,8	0,2	84,6666	77,0477
0,9	0,1	86,6668	78,7715

Grafik hasil pengujian kombinasi cr dan mr ditunjukkan pada Gambar 6.3 sebagai berikut:



Gambar 6.3 Grafik hasil pengujian kombinasi cr dan mr

Berdasarkan grafik hasil pengujian kombinasi cr dan mr di atas, kombinasi $cr = 0,5$ dan $mr = 0,5$ menghasilkan rata-rata akurasi tertinggi, yaitu 88,0002. Pada grafik diatas ditunjukkan ketidakstabilan rata-rata akurasi. Semakin banyak ukuran generasinya bukan berarti solusi yang dihasilkan akan optimal. Pada jumlah tertentu (saat mulai stabil), kombinasi cr mr memiliki kemungkinan lebih tinggi dalam menghasilkan solusi yang optimal. Menurut Mahmudy, 2015, setiap permasalahan akan memiliki kombinasi nilai cr dan mr yang berbeda-beda. Nilai cr yang terlalu rendah akan mengakibatkan tidak ditemukannya solusi optimal dari permasalahan, sedangkan nilai mr yang terlalu rendah akan mengakibatkan konvergensi dini.