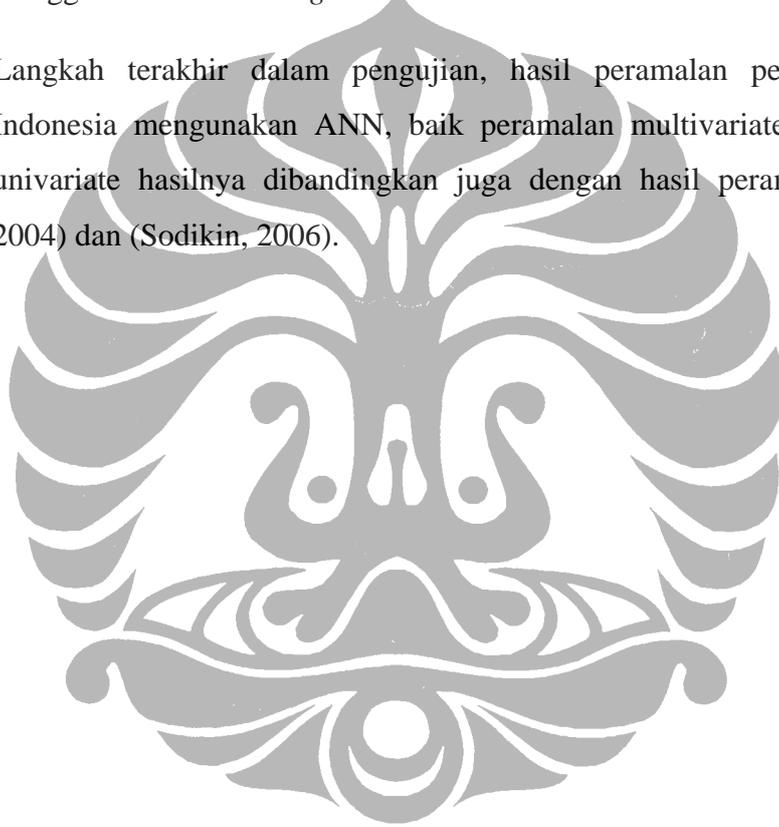


3.4 Proses pengujian keakuratan dan perbandingan keakuratan antar model ANN

Hasil dari peramalan menggunakan model GMDH, model *feedforward backpropagation* dan *elman recurren neural network* kemudian dibandingkan mana yang lebih akurat. Kemudian model yang paling akurat diantara model GMDH, *feedforward backpropagation* dan *Elman recurrent neural network* dalam peramalan univariate dibandingkan dengan hasil peramalan menggunakan metode *moving average* dan dibandingkan juga dengan hasil peramalan menggunakan metode *regresi linear*.

Langkah terakhir dalam pengujian, hasil peramalan pertumbuhan ekonomi Indonesia menggunakan ANN, baik peramalan multivariate maupun peramalan univariate hasilnya dibandingkan juga dengan hasil peramalan dari (Sodikin, 2004) dan (Sodikin, 2006).



BAB 4

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Keakuratan antar model yang di kembangkan dapat di bandingkan dengan cara :

- Perbandingan *Correlation Coefficient*, RMSE dan MAPE
- Grafik GDP *actual* vs peramalan
- Grafik pertumbuhan *ekonomi actual* vs peramalan

Arsitektur neural network yang di gunakan pada peramalan *multivariate* dan *univariate* dapat dilihat pada tabel 4.1 di bawah ini, sedangkan tampilan aplikasi yang digunakan untuk peramalan dapat dilihat pada lampiran 2.

Analisa dimulai dari peramalan *multivariate* dilanjutkan dengan analisa peramalan *univariate / time series*.

Tabel 4.1 Arsitektur ANN yang digunakan untuk peramalan *multivariate* dan *univariate*.

	Network	Aktivasi	Arsitektur	mmtum	Learn rate	Menit	Data pelatihan
1	GMDH	-	(generate)	-	-	0,00155	1985-1996
2	BP	Sigmoid	7-15-1	0,8	0,25	0,0085	1985-1996
3	Elman	Sigmoid	7-18-1	0,8	0,25	0,61	1985-1996
4	GMDH	Sigmoid	(generate)	-	-	0,00181	1985-2004
5	BP	Sigmoid	7-15-1	0,8	0,25	0,0085	1985-2004
6	Elman	Sigmoid	7-6-1	0,8	0,25	0,5	1985-2004
7	GMDH		(generate)			0,002	1970-1996
8	GMDH		(generate)			0,002	1970-1996
9	GMDH		(generate)			0,002	1970-1996
10	BP	Sigmoid	3-15-1	0,8		0,25	1970-1996
11	BP	Sigmoid	4-15-1	0,8		0,23	1970-1996
12	BP	Sigmoid	5-15-1	0,8		0,21	1970-1996

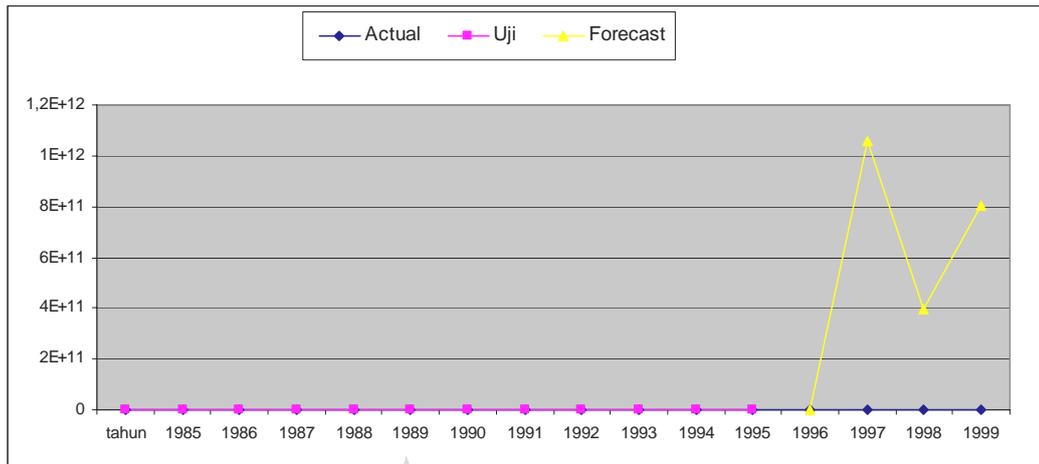
13	Elman	Sigmoid	3-16-1	0,6	0,63	1970-1996
14	Elman	Sigmoid	4-16-1	0,6	0,68	1970-1996
15	Elman	Sigmoid	5-16-1	0,6	0,65	1970-2004
7	GMDH		(generate)		0,002	1970-2004
8	GMDH		(generate)		0,002	1970-2004
9	GMDH		(generate)		0,002	1970-2004
10	BP	Sigmoid	3-15-1	0,8	0,26	1970-2004
11	BP	Sigmoid	4-15-1	0,8	0,33	1970-2004
12	BP	Sigmoid	5-15-1	0,8	0,32	1970-2004
13	Elman	Sigmoid	3-18-1	0,6	0,983	1970-2004
14	Elman	Sigmoid	4-16-1	0,6	0,9	1970-2004
15	Elman	Sigmoid	5-16-1	0,6	0,7	1970-2004

4.1 Analisa Peramalan *multivariate*

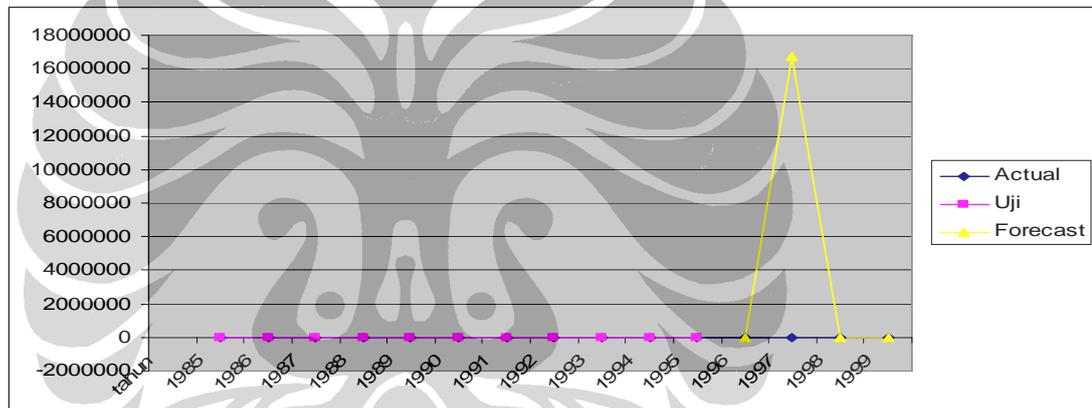
Dari hasil peramalan menggunakan GMDH dengan data pelatihan dari tahun 1985-1996 nilai yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4.2 Nilai perbandingan hasil peramalan GMDH dengan nilai aktual GDP Indonesia berdasarkan data pelatihan dari tahun 1985-1996.

Tahun	Actual	Forecast
1997	1518293,004	6320805
1998	1317280,51	1,06E+12
1999	1325351,89	3,95E+11
2000	1389769,9	8,03E+11



Gambar 4.1 Grafik peramalan multivariate GMDH, menggunakan data pelatihan dari tahun 1985 -1996.



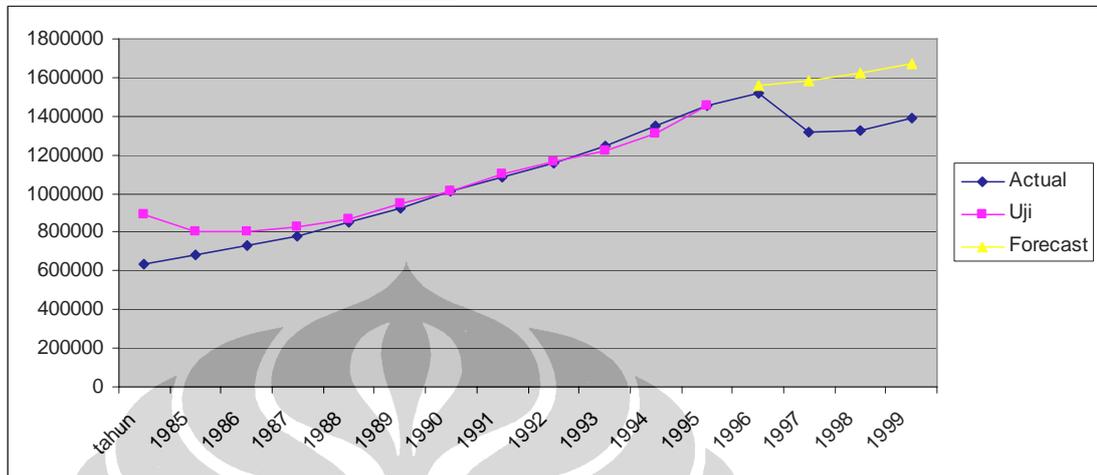
Gambar 4.2 Grafik pertumbuhan ekonomi Indonesia menggunakan metode GMDH, data pelatihan dari tahun 1985-1996.

Dari gambar 4.1 dan gambar 4.2 dapat diambil kesimpulan model GMDH tidak dapat digunakan untuk meramalkan nilai GDP tahun 1997, 1998, 1999 dan 2000. Hal ini bisa disebabkan karena data pelatihan yang kurang, atau komponen input kurang banyak.

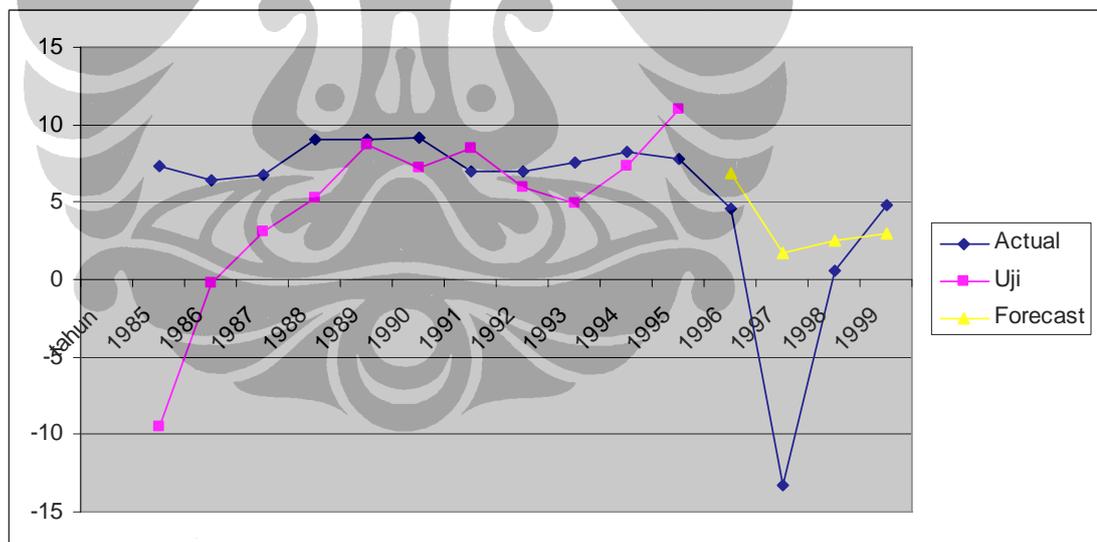
Kemudian dilakukan peramalan menggunakan model ANN Feedforward Backpropagation dengan data pelatihan yang sama yaitu dari tahun 1985-1996. Hasil peramalan dapat dilihat pada tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.3 Nilai perbandingan hasil peramalan BP dengan nilai aktual GDP Indonesia, menggunakan data pelatihan dari tahun 1985-1996.

Tahun	Actual	Forecast
1997	1518293,004	1558428
1998	1317280,51	1585914
1999	1325351,89	1625011
2000	1389769,9	1673503



Gambar 4.3 Grafik peramalan model ANN Feedforward Backpropation, menggunakan data pelatihan dari tahun 1985-1996.



Gambar 4.4 Grafik pertumbuhan ekonomi Indonesia menggunakan model ANN Feedforward Backpropagation, dengan data pelatihan dari tahun 1985-1996.

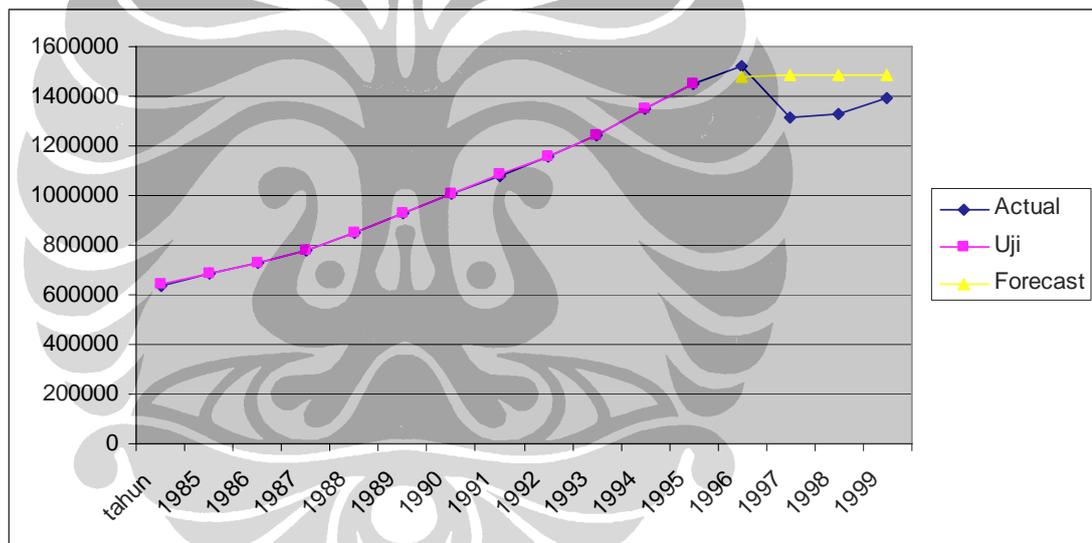
Dari gambar 4.3 dan 4.4 dapat dianalisa bahwa model ANN tidak dapat meramalkan pertumbuhan ekonomi Indonesia. Pada tahun 1997 GDP Indonesia merosot tajam namun hasil peramalan menggunakan model ANN Feedforward

Backpropagation dengan data pelatihan dari tahun 1985-1996, tidak ikut merosot tajam malah cenderung naik ke atas.

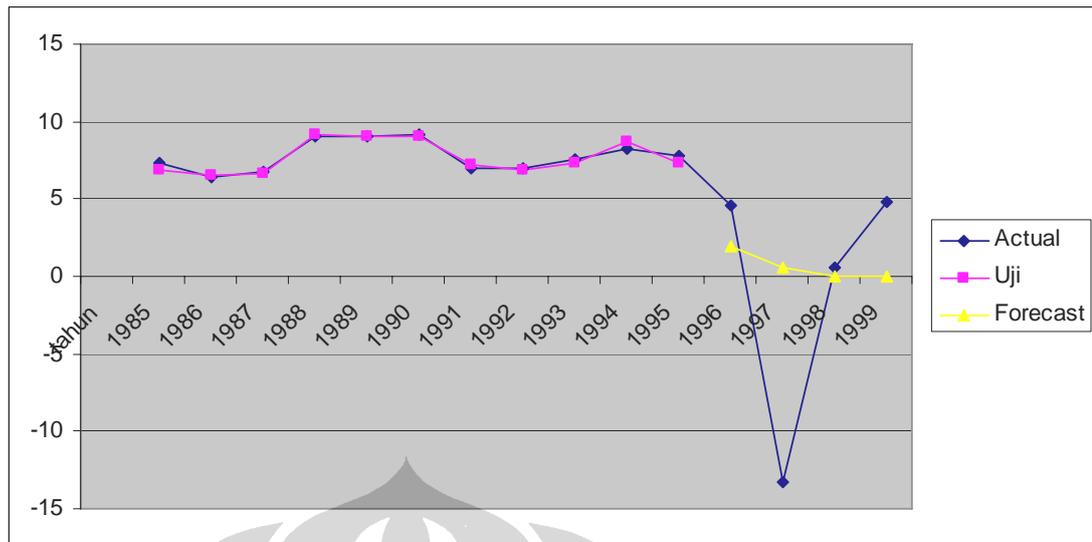
Kemudian peramalan dilanjutkan menggunakan model Elman RNN, dengan data pelatihan yang sama, yaitu menggunakan data pelatihan dari tahun 1985-1996.

Tabel 4.4 Nilai perbandingan hasil peramalan Elman dengan nilai aktual GDP Indonesia, menggunakan data pelatihan dari tahun 1985-1996.

Tahun	Actual	Forecast
1997	1518293	1478553
1998	1317281	1487739
1999	1325352	1487559
2000	1389770	1488333



Gambar 4.5 Grafik peramalan model ANN Elman RNN, menggunakan data pelatihan dari tahun 1985-1996.



Gambar 4.6 Grafik peramalan pertumbuhan ekonomi Indonesia menggunakan model ANN Elman RNN, dengan data pelatihan dari tahun 1985-1996.

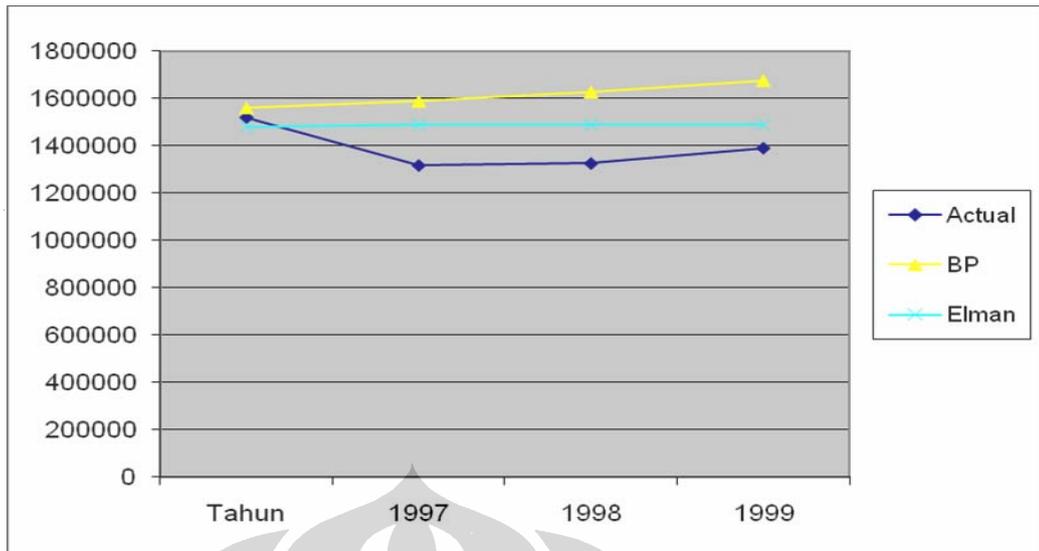
Dari gambar 4.5 dan 4.6 dapat dianalisa bahwa model ANN Elman tidak dapat meramalkan pertumbuhan ekonomi Indonesia. Hampir sama dengan model BP pada tahun 1997 GDP Indonesia merosot tajam namun hasil peramalan menggunakan model ANN Elman dengan data pelatihan dari tahun 1985-1996, tidak ikut merosot tajam malah cenderung naik ke atas.

Kemudian hasil peramalan multivariate dengan data pelatihan dari tahun 1985-1996 dari ketiga model ANN di uji keakuratannya. Hasil uji keakuratan dapat dilihat

Tabel 4.5 Tabel uji keakuratan hasil peramalan multivariate antar model ANN menggunakan data pelatihan dari tahun 1986-1996.

	GMDH	BP	Elman
Correlation coefficient	-0,751685791	-0,419325331	-0,911356796
RMSE	6,93185E+11	16,51549891	8,722103156
MAPE	41988781	247019,38	129094,1202

Dari tabel 4.5 dapat di lihat bahwa, nilai RMSE dan MAPE dari Elman lebih kecil daripada model ANN yang lain. Kemudian grafik perbandingan antara ketiganya bisa dilihat pada gambar 4.7 dibawah ini.

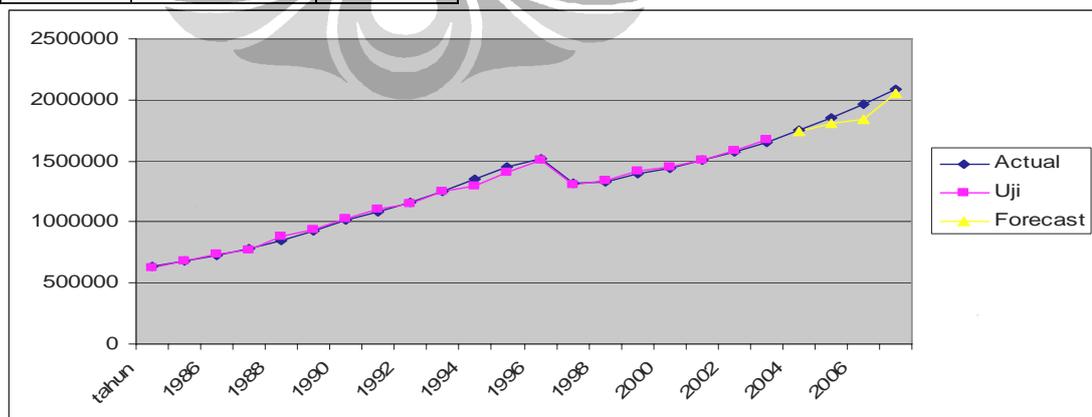


Gambar 4.7 Perbandingan hasil peramalan multivariate antara GMDH, BP dan Elman, menggunakan data pelatihan dari tahun 1985-1996.

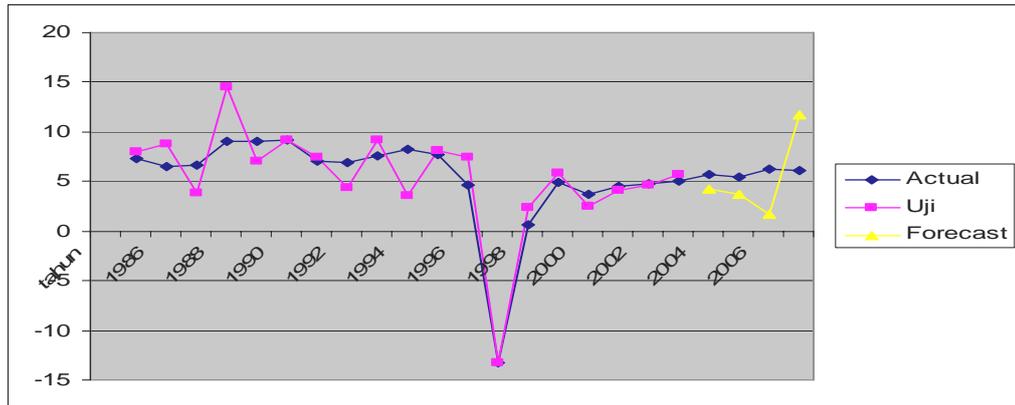
Dari hasil peramalan multivariate menggunakan model GMDH, menggunakan data pelatihan dari tahun 1985-2004, di dapat hasil peramalan pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Nilai perbandingan hasil peramalan GMDH dengan nilai aktual GDP Indonesia, menggunakan data pelatihan dari tahun 1985-2004.

Tahun	Actual	Forecast
2005	1750815,2	1741291
2006	1847126,7	1805871
2007	1963091,8	1836085
2008	2082128,7	2052066



Gambar 4.8 Grafik peramalan model ANN GMDH, menggunakan data pelatihan dari tahun 1985-2004.



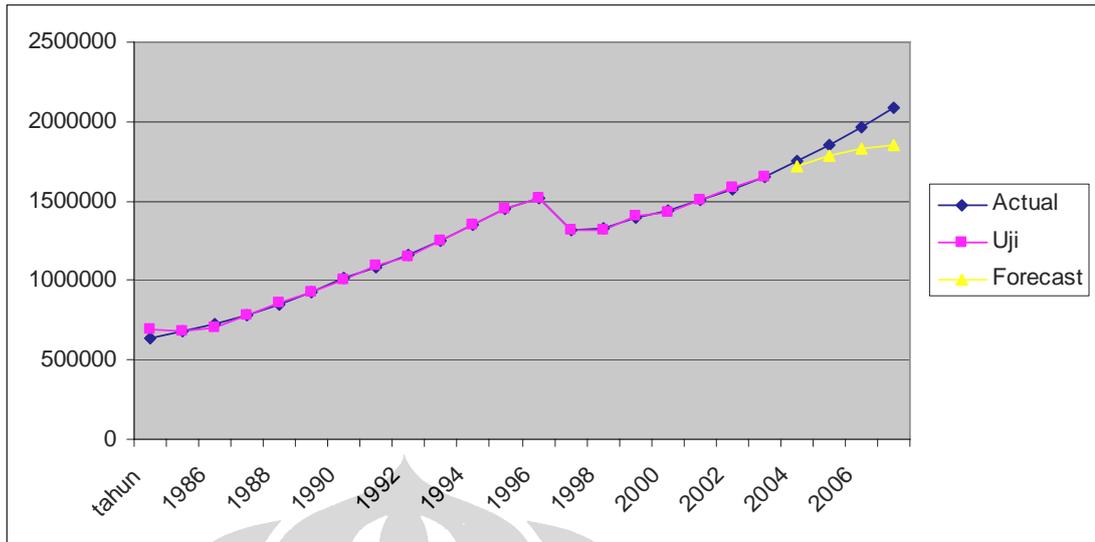
Gambar 4.9 Grafik peramalan pertumbuhan ekonomi menggunakan model GMDH, dengan data pelatihan dari tahun 1985-2004.

Dari gambar 4.8 dan 4.9 dapat di analisa, model GMDH dapat digunakan untuk melakukan peramalan *multivariate*. Hasil peramalan lebih baik bila dibandingkan dengan peramalan *multivariate* menggunakan model GMDH menggunakan data pelatihan tahun 1985-1996. Bisa diambil kesimpulan model GMDH dapat digunakan untuk peramalan apabila data pelatihan yang digunakan cukup banyak. Hal ini disebabkan model telah dapat mempelajari dengan baik hubungan antara input dan output. Sehingga hasil peramalan menunjukkan hasil yang memuaskan.

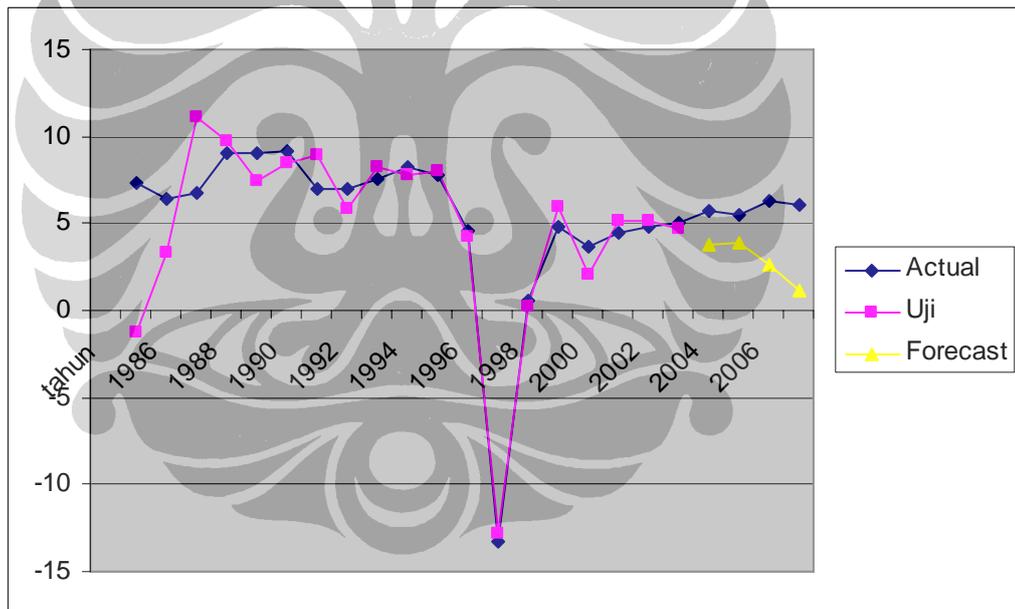
Hasil peramalan *multivariate* menggunakan model *Feedforward backpropagation*, dengan data pelatihan dari tahun 1985-2004 dapat dilihat pada tabel 4.7

Tabel 4.7 Nilai hasil peramalan model *Feedforward Backpropagation*, dengan data pelatihan dari tahun 1985-2004.

Tahun	Actual	Forecast
2005	1750815,2	1716813
2006	1847126,7	1782884
2007	1963091,8	1829880
2008	2082128,7	1849986



Gambar 4.10 Grafik peramalan model *Feedforward backpropagation*, dengan data pelatihan dari tahun 1985-2004.



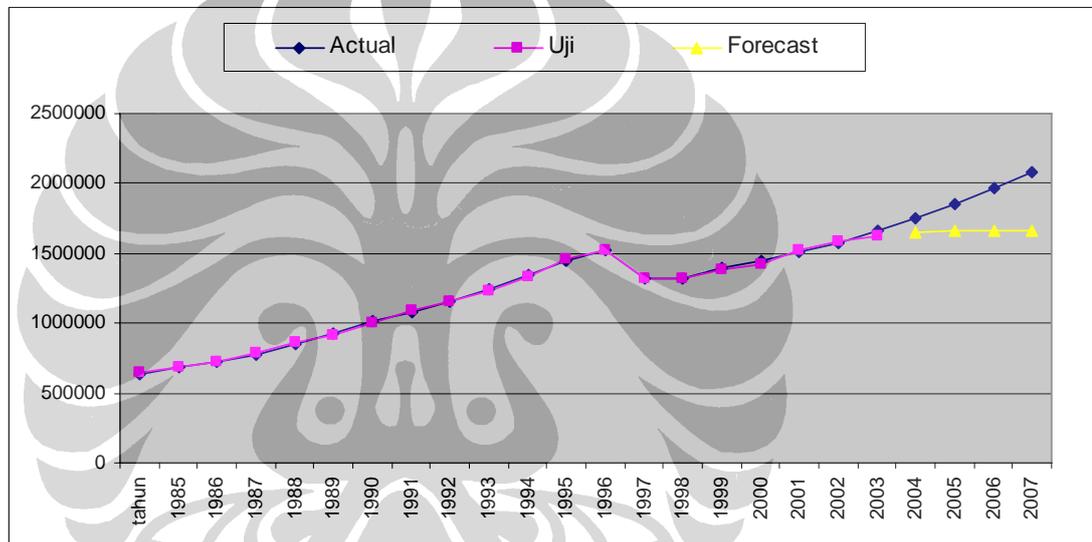
Gambar 4.11 Grafik peramalan pertumbuhan ekonomi menggunakan model *Feedforward backpropagation*, dengan data pelatihan dari tahun 1985-2004.

Dari gambar 4.10 dan 4.11 dapat di analisa. Hasil peramalan *Feedforward backpropagation* dengan data pelatihan tahun 1985-2004, lebih buruk dibandingkan hasil peramalan menggunakan model *GMDH* dengan data pelatihan tahun 1985-2004.

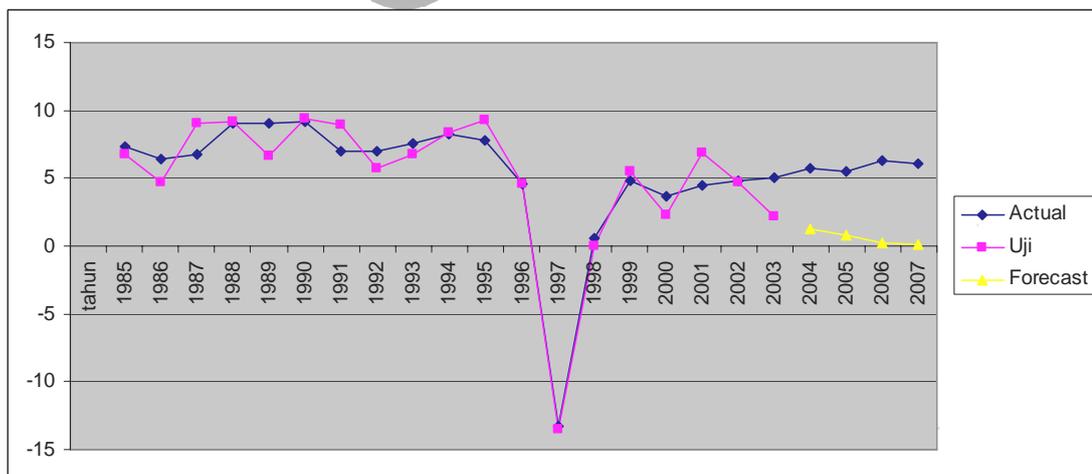
Hasil peramalan multivariate menggunakan model Elman RNN, menggunakan data pelatihan dari tahun 1985-2004 dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Nilai hasil peramalan multivariate menggunakan model Elman, dengan data pelatihan dari tahun 1985-2004.

tahun	Actual	Forecast
2005	1750815	1645429
2006	1847127	1659511
2007	1963092	1664196
2008	2082129	1666344



Gambar 4.12 Grafik peramalan multivariate GDP menggunakan model Elman, dengan data pelatihan tahun 1985-2004.

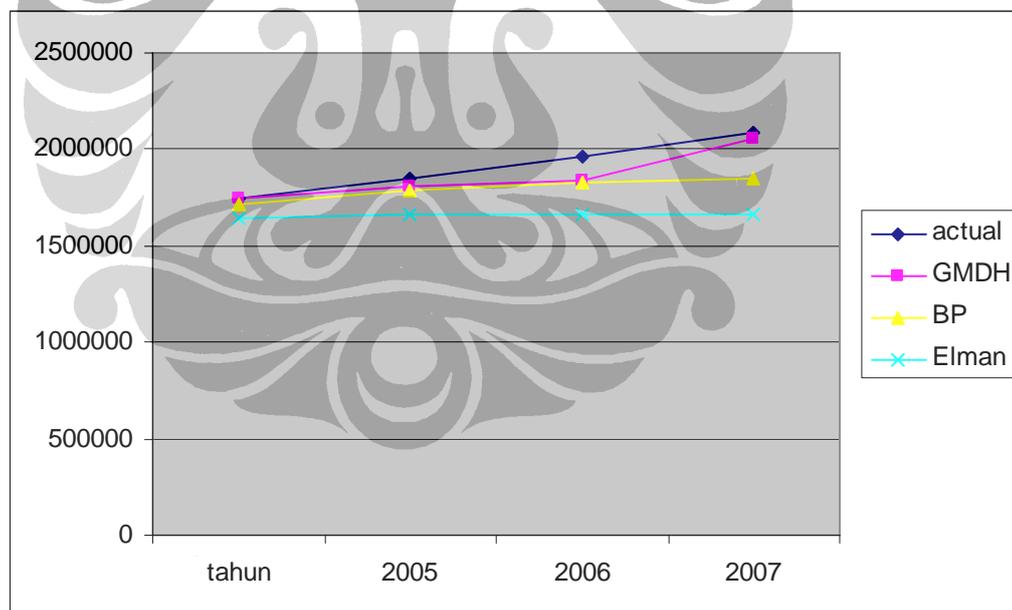


Gambar 4.13 Grafik peramalan pertumbuhan ekonomi Indonesia menggunakan model Elman, dengan data pelatihan 1985-2004.

Dari gambar 4.12 dan 4.13 dapat di analisa, hasil peramalan model Elman dengan data pelatihan tahun 1985-2004 lebih buruk daripada menggunakan model Feedforward backpropagation dan GMDH. Untuk lebih jelas dalam menentukan model yang paling akurat untuk peramalan multivariate menggunakan data pelatihan dari tahun 1985 hingga tahun 2004 dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Tabel uji keakuratan hasil peramalan multivariate antar model ANN menggunakan data pelatihan dari tahun 1986-2004.

	GMDH	BP	Elman
Correlation Coefficient	0,932752291	0,963244782	0,906467341
RMSE	68606,35307	138671,0552	277723,4155
MAPE	2,67277803	5,838786464	12,84284585



Gambar 4.14 Grafik perbandingan hasil peramalan antara tiga neural network.

Dari tabel 4.9 dan Gambar 4.14 dapat di ambil kesimpulan model GMDH lebih akurat dibandingkan model Feedforward Backpropagation dan Elman RNN.

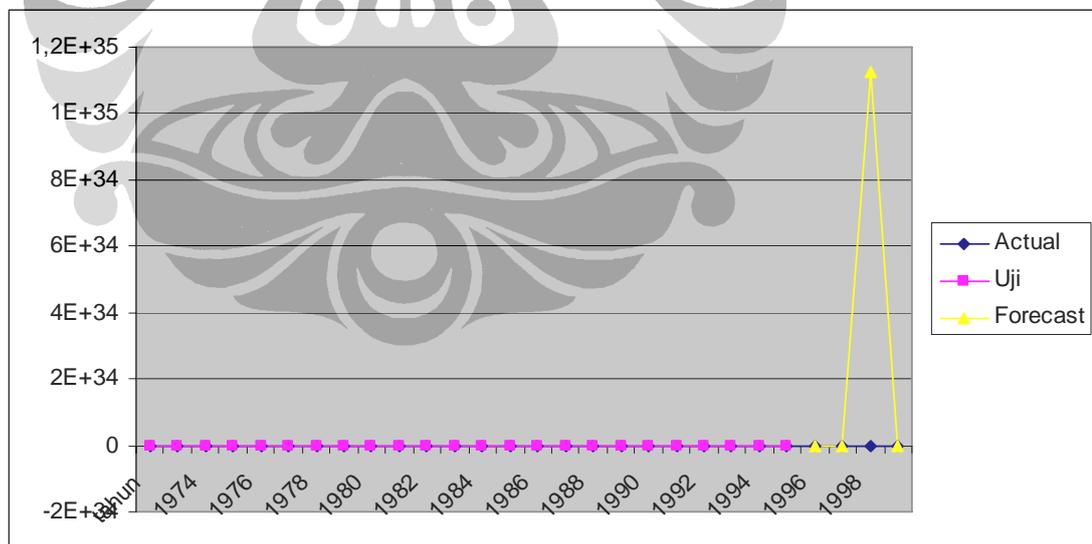
4.2. Analisa peramalan *univariate / time series*

Analisa di mulai dari peramalan *time series* data pelatihan dari tahun 1970-1996 kemudian dilanjutkan dengan peramalan *time series* data pelatihan dari tahun 1970-2004.

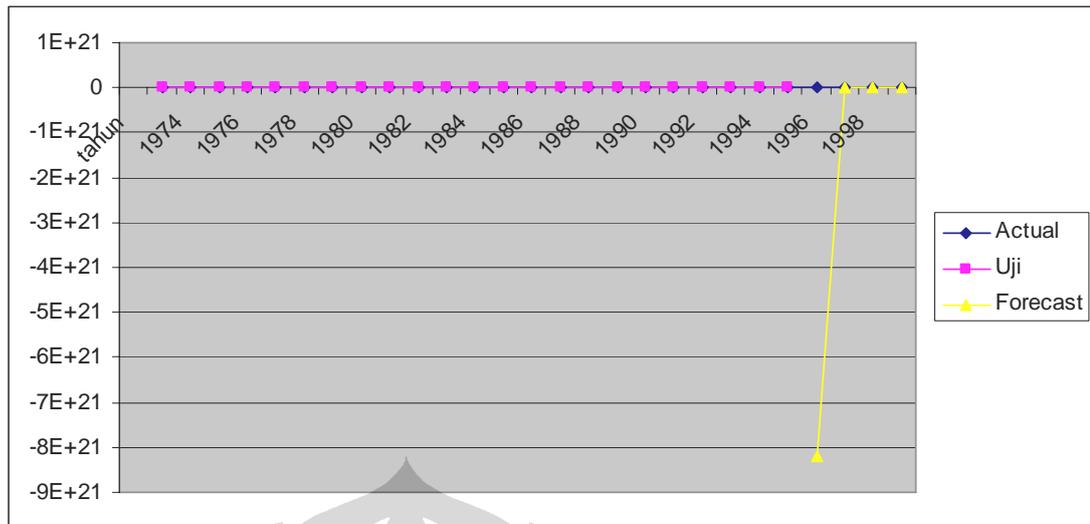
Hasil peramalan dengan series 3-year menggunakan model GMDH dengan data pelatihan 1970-2004 dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10 Nilai peramalan series 3-year menggunakan model GMDH, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

Tahun	Actual	Forecast
1997	1518293	-1,19174E+26
1998	1317281	2,24374E+30
1999	1325352	1,1233E+35
2000	1389770	59370333,11



Gambar 4.15 Grafik peramalan series 3-tahun menggunakan model GMDH, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.



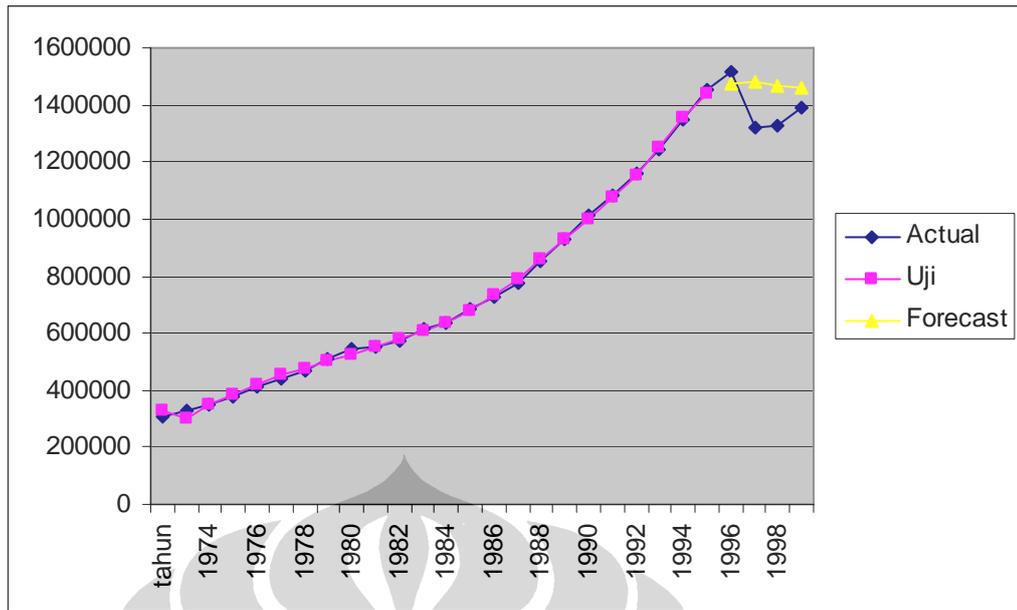
Gambar 4.16 Grafik peramalan series 3-tahun pertumbuhan ekonomi Indonesia menggunakan model GMDH, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

Dari tabel 4.10, gambar 4.15 dan 4.16 model GMDH tidak dapat digunakan untuk peramalan series 3-tahun, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

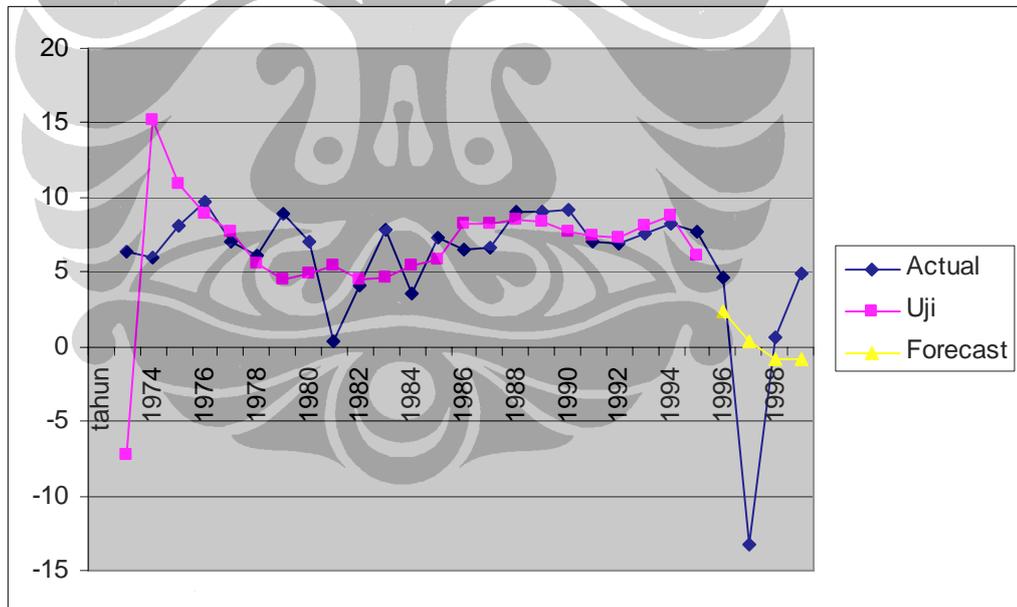
Hasil peramalan series 3-tahun menggunakan model Feedforward backpropagation, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996 dapat dilihat pada tabel 4.11 di bawah ini.

Tabel 4.11 Nilai hasil peramalan model *Feedforward backpropation*, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

Tahun	Actual	Forecast
1997	1518293,004	1475024
1998	1317280,51	1481012
1999	1325351,89	1469373
2000	1389769,9	1457728



Gambar 4.17 Grafik peramalan series 3-tahun menggunakan model *Feedforward backpropagation*, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.



Gambar 4.18 Grafik peramalan series 3-tahun pertumbuhan ekonomi Indonesia menggunakan model *Feedforward backpropagation*, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

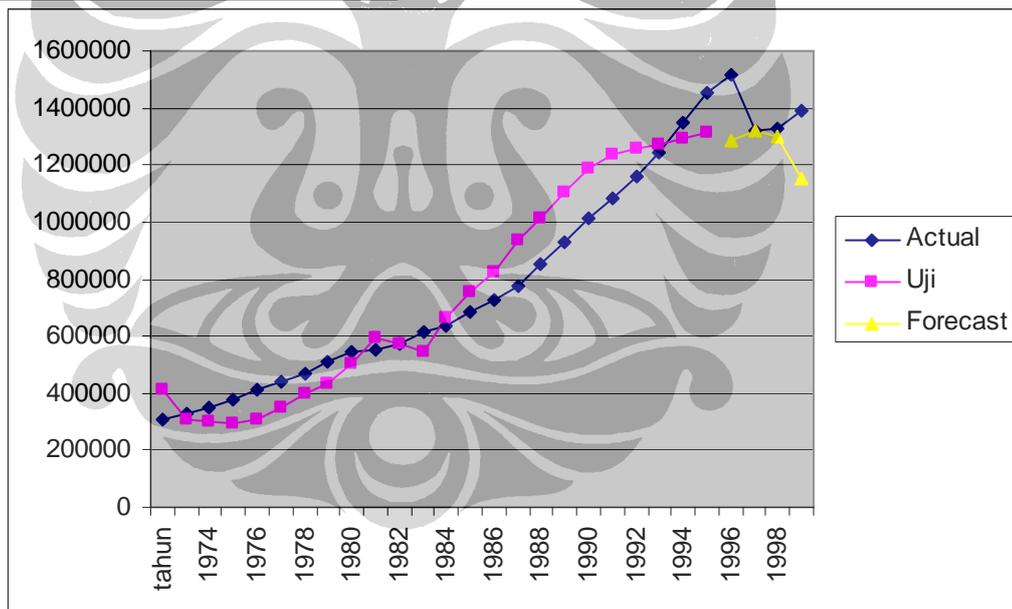
Dari gambar 4.17 dan 4.18 terlihat grafik hasil peramalan model *Feedforward backpropagation* tidak dapat mengikuti grafik GDP Indonesia yang menurun

tajam pada tahun 1996. Dapat dikatakan peramalan series 3-tahun menggunakan Feedforward backpropagation tidak dapat digunakan untuk peramalan series 3-tahun dengan data pelatih.

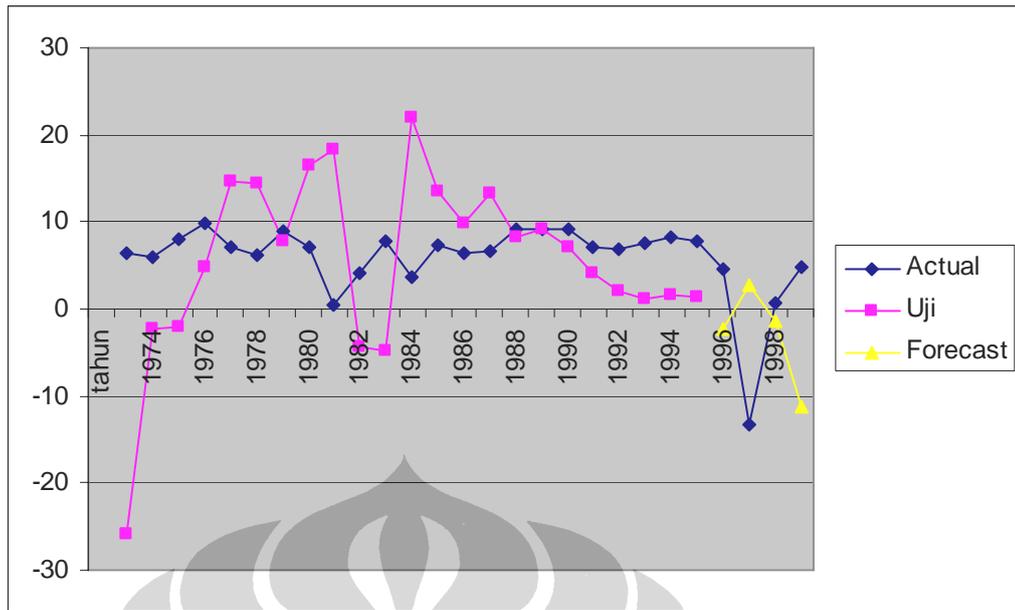
Hasil peramalan series 3-tahun menggunakan model Elman RNN dapat dilihat pada tabel 4.12 dibawah ini.

Tabel 4.12 Nilai hasil peramalan series 3-tahun menggunakan model Elman, dengan data pelatihan tahun 1970-1996.

Tahun	Actual	Forecast
1997	1518293	1283432
1998	1317281	1317561
1999	1325352	1299148
2000	1389770	1152785



Gambar 4.19 Grafik peramalan series 3-tahun menggunakan model Elman RNN, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.



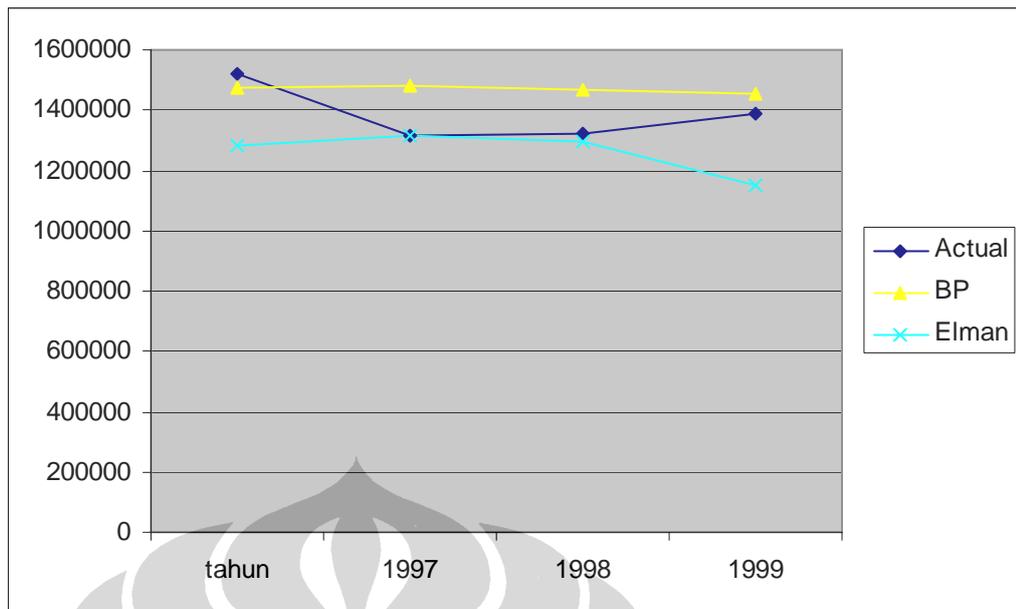
Gambar 4.20 Grafik peramalan series 3-tahun pertumbuhan ekonomi Indonesia menggunakan model Elman, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2006.

Dari gambar 4.19 dan 4.20 terlihat bahwa hasil peramalan menggunakan model Elman RNN, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996 sangat jauh hasilnya dengan data GDP aktual.

Nilai uji dari masing-masing model ANN, untuk peramalan series 3-tahun dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996 dapat dilihat pada tabel 4.13 dibawah.

Tabel 4.13 Tabel uji keakuratan hasil peramalan series 3-tahun antar model ANN menggunakan data pelatihan dari tahun 1986-1996.

	GMDH	BP	Elman
Correlation Coefficient	-0,447127257	-0,03817609	-0,174988
RMSE	5,6165E+34	116232,9574	167338,2108
MAPE	2,11891E+30	7,758959157	8,629812769



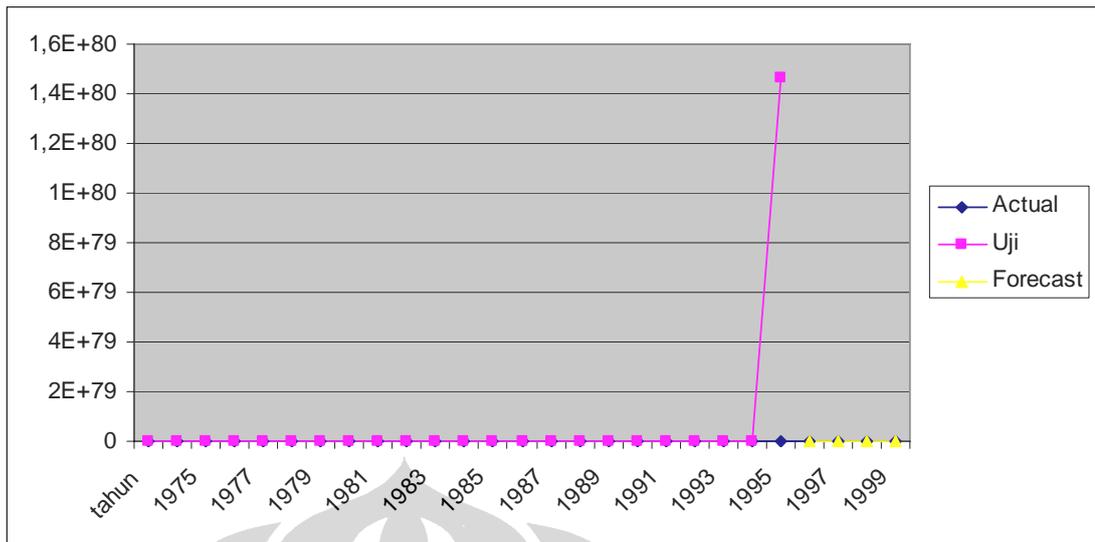
Gambar 4.21 Grafik perbandingan antara model ANN, untuk peramalan series 3-tahun, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

Dari tabel 4.13 terlihat nilai RMSE dan MAPE dari model Feedforward backpropation adalah yang terkecil. Kemudian dari gambar 4.21 (grafik GMDH tidak dimasukkan karena nilainya sangat jauh) terlihat model Feedforward lebih baik dari model Elman untuk peramalan time series 3-tahun, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

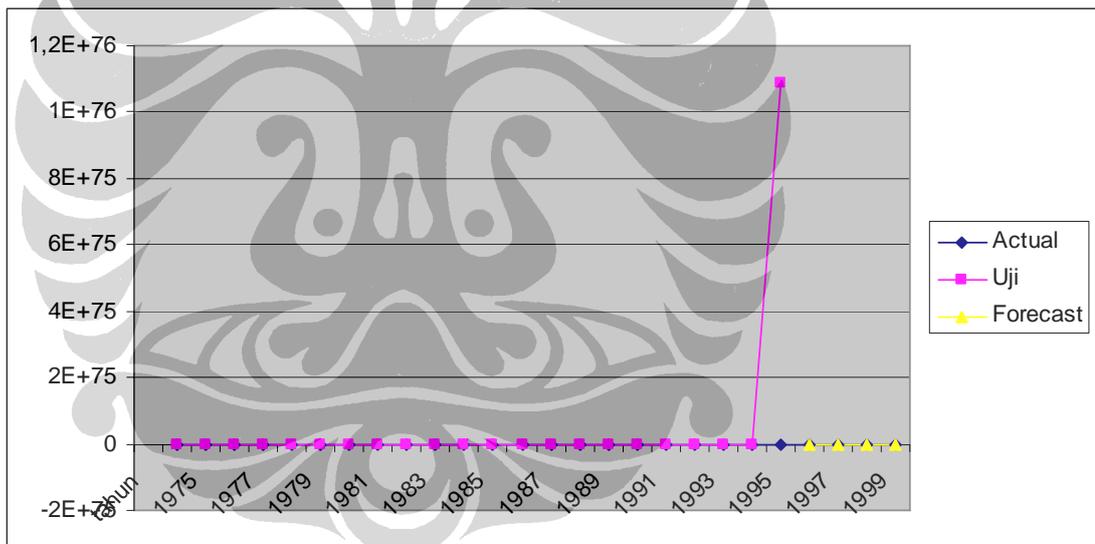
Hasil peramalan series 4-tahun menggunakan model GMDH, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996 dapat dilihat dari tabel 4.14 dibawah ini.

Tabel 4.14 Nilai hasil peramalan series 4-tahun menggunakan model GMDH, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

Tahun	Actual	Forecast
1997	1518293,004	6,07244E+47
1998	1317280,51	1,42274E+51
1999	1325351,89	8,3292E+53
2000	1389769,9	9,59336E+49



Gambar 4.22 Grafik peramalan series 4-tahun menggunakan model GMDH, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.



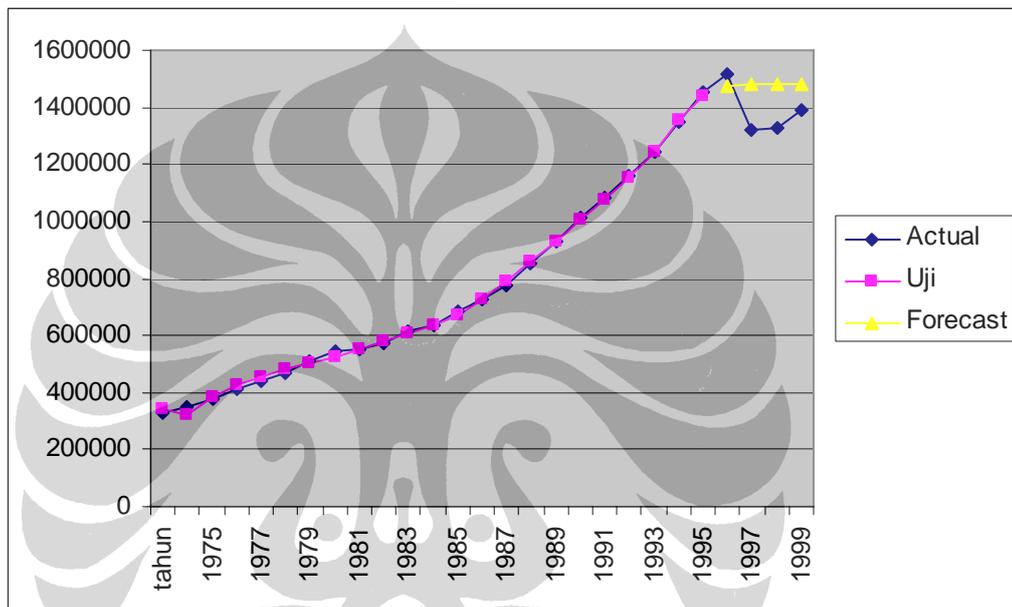
Gambar 4.23 Grafik peramalan series 4-tahun pertumbuhan ekonomi Indonesia menggunakan model GMDH, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

Dari gambar 4.22 dan gambar 4.23 terlihat model GMDH hasil peramalannya sangat buruk, atau model GMDH tidak dapat digunakan untuk peramalan series 4-tahun dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

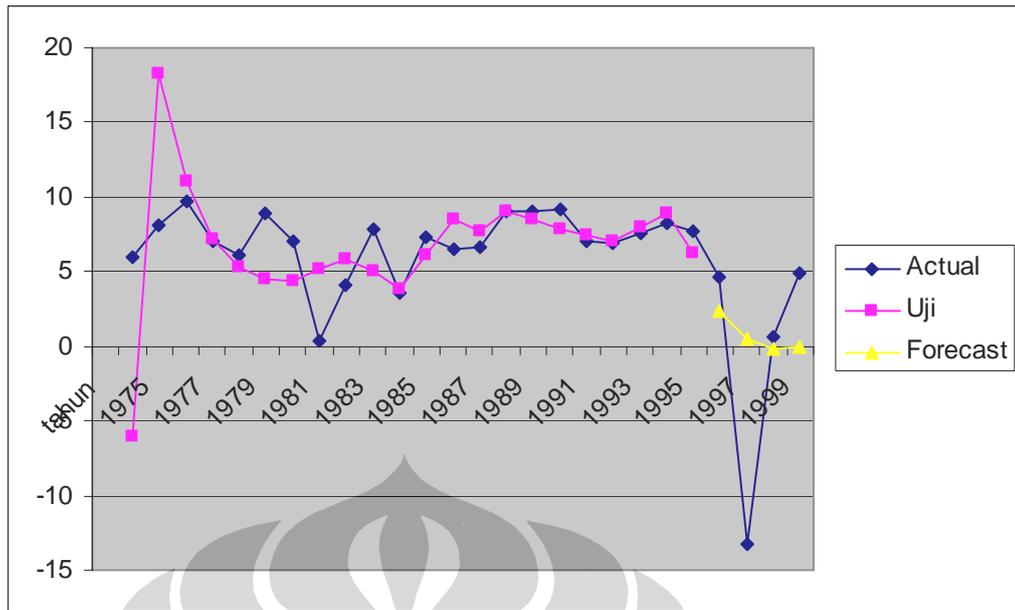
Hasil peramalan series 4-tahun menggunakan model Feedforward backpropagation, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

Tabel 4.15 Nilai hasil peramalan series 4-tahun menggunakan model Feedforward backpropagation dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

Tahun	Actual	Forecast
1997	1518293,004	1475125
1998	1317280,51	1481723
1999	1325351,89	1478279
2000	1389769,9	1477906



Gambar 4.24 Grafik peramalan series 4-tahun menggunakan model Feedforward backpropagation, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.



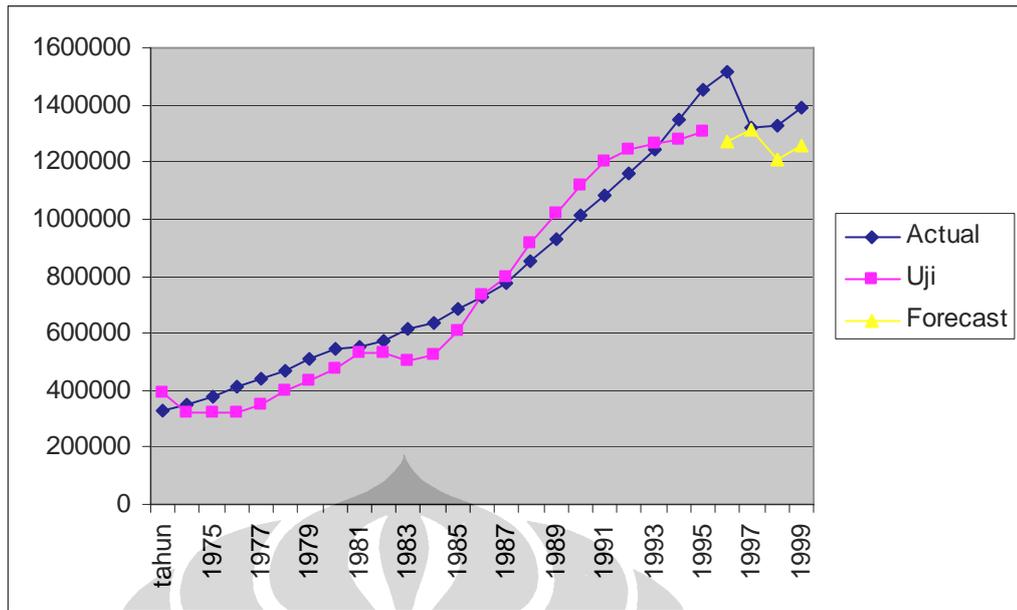
Gambar 4.25 Grafik peramalan series 4-tahun pertumbuhan ekonomi Indonesia menggunakan model Feedforward backpropagation, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

Dari gambar 4.24 dan 4.25 terlihat model feed forward tidak dapat mengikuti grafik GDP Indonesia yang menurun tajam pada tahun 1998, namun hasil model Feedforward backpropagation lebih baik dari hasil model GMDH untuk peramalan series 4-tahun dengan data pelatihan dari tahun 1970 hingga tahun 1996.

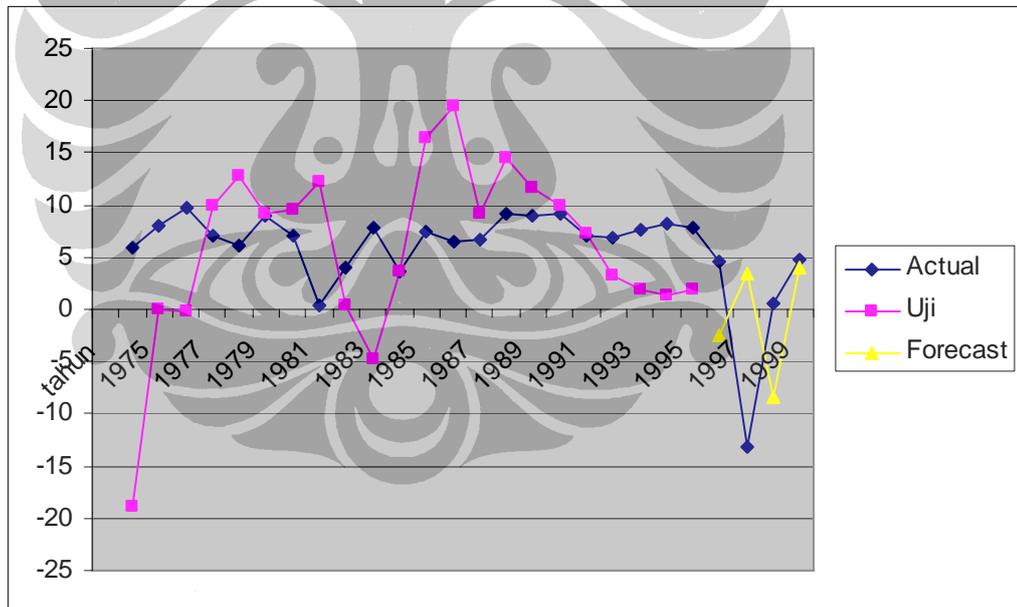
Hasil peramalan series 4-tahun menggunakan model Elman RNN, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996 dapat dilihat pada tabel 4.16 dibawah ini.

Tabel 4.16 Nilai hasil peramalan series 4-tahun menggunakan model Elman RNN, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

Tahun	Actual	Forecast
1997	1518293	1272126
1998	1317281	1316865
1999	1325352	1207478
2000	1389770	1254902



Gambar 4.26 Grafik peramalan series 4-tahun menggunakan model Elman RNN, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

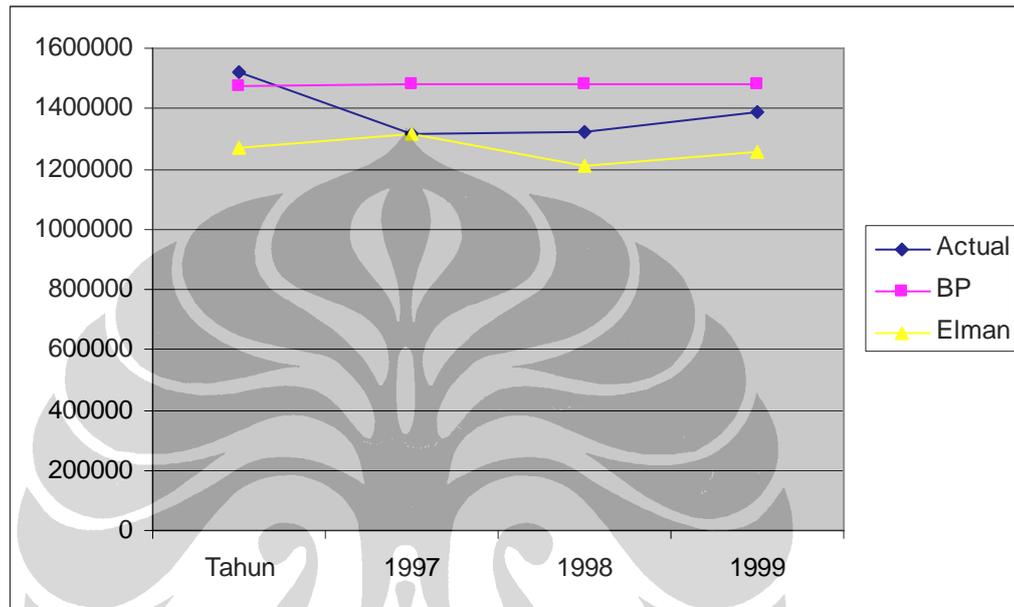


Gambar 4.27 Grafik peramalan series 4-tahun pertumbuhan ekonomi Indonesia menggunakan model Elman RNN, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

Dari gambar 4.26 dan 4.27, terlihat hasil peramalan model Elman lebih buruk dari model Feedforward backpropagation, namun masih lebih baik dari model GMDH.

Tabel 4.17 Uji keakuratan antara model ANN untuk peramalan series 4-tahun, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

	GMDH	BP	Elman
Correlation Coefficient	-0,448246418	-0,868938363	0,06693109
RMSE	4,16461E+53	122535,1027	152218,3211
MAPE	1,574E+49	8,301765373	8,710755292



Gambar 4.28 Grafik perbandingan antar model ANN untuk peramalan series 4-tahun dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

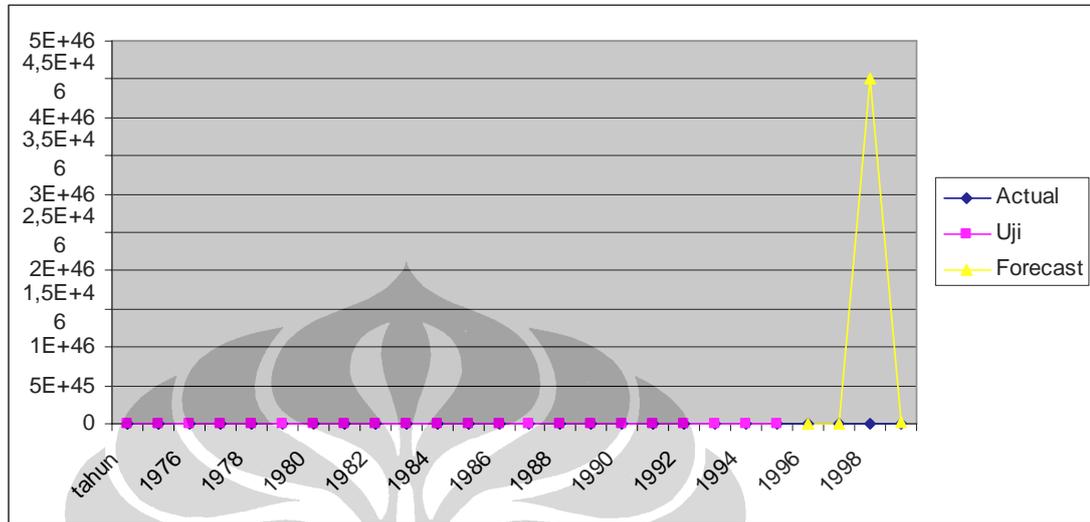
Dari tabel 4.17 terlihat model Feedforward backpropagation memiliki nilai RMSE dan MAPE yang terkecil sehingga dapat dikatakan peramalan series 4-tahun menggunakan Feedforward backpropagation lebih baik dari pada model GMDH dan Elman RNN untuk data pelatihan dari tahun 1970 hingga tahun 1996.

Hasil peramalan series 5-tahun menggunakan model GMDH, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996 dapat dilihat pada tabel 4.18 dibawah ini.

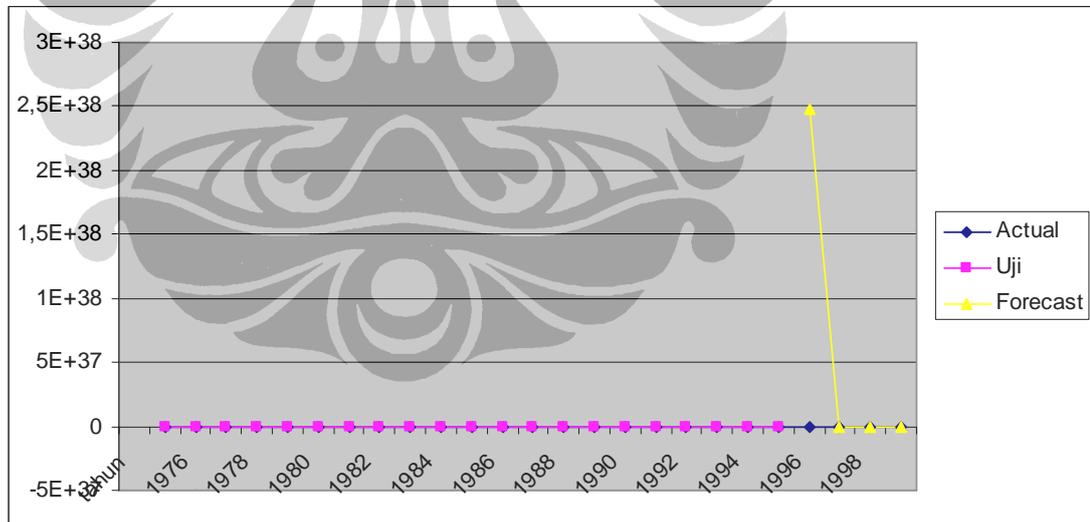
Tabel 4.18 Nilai hasil peramalan series 5-tahun menggunakan model GMDH, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

Tahun	Actual	Forecast
1997	1518293,004	3,60995E+42

1998	1317280,51	1,58329E+40
1999	1325351,89	4,50932E+46
2000	1389769,9	2,96381E+44



Gambar 4.29 Grafik peramalan series 5-tahun menggunakan model GMDH, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.



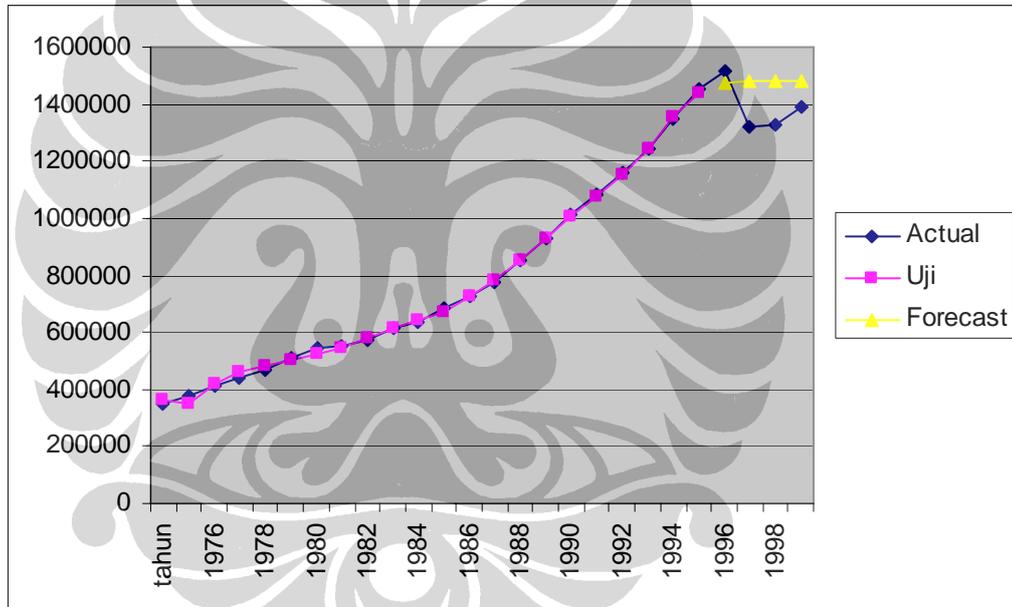
Gambar 4.30 Grafik peramalan series 5-tahun pertumbuhan ekonomi Indonesia menggunakan model GMDH, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

Dari gambar 4.29 dan 4.30 terlihat hasil peramalan menggunakan model GMDH sangat buruk untuk peramalan series 5-tahun dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

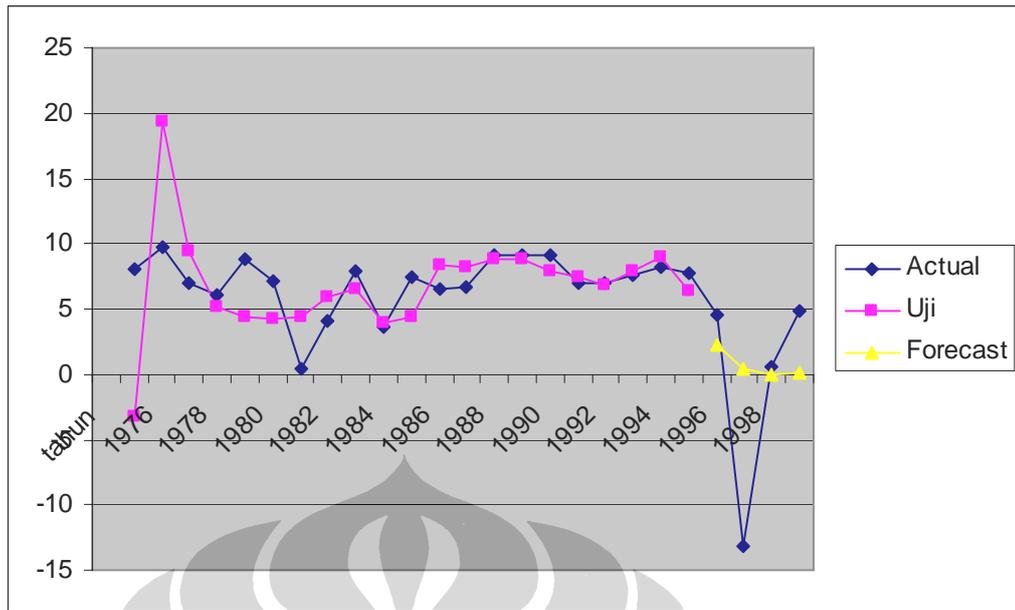
Hasil peramalan series 5-tahun menggunakan model Feedforward backpropagation, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996 dapat di lihat pada tabel 4.19 dibawah ini.

Tabel 4.19 Nilai peramalan series 5-tahun menggunakan model Feedforward backpropagation, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

Tahun	Actual	Forecast
1997	1518293	1475155
1998	1317281	1482392
1999	1325352	1481318
2000	1389770	1484088



Gambar 4.31 Grafik peramalan series 5-tahun menggunakan model Feedforward backpropagation, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.



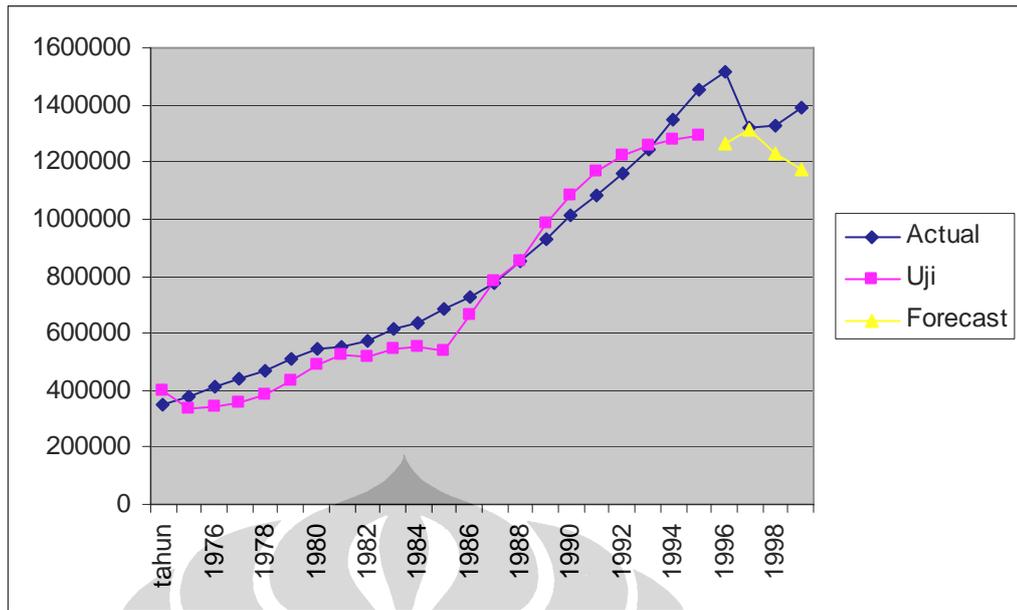
Gambar 4.32 Grafik peramalan series 5-tahun pertumbuhan ekonomi Indonesia menggunakan model Feed forward backpropagation, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

Dari gambar 4.31 dan 4.32 terlihat grafik peramalan Feedforward backpropagation tetap tidak dapat mengikuti grafik GDP Indonesia yang menurun tajam pada tahun 1998, artinya model feedforward tidak cukup baik untuk peramalan series 5-tahun dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

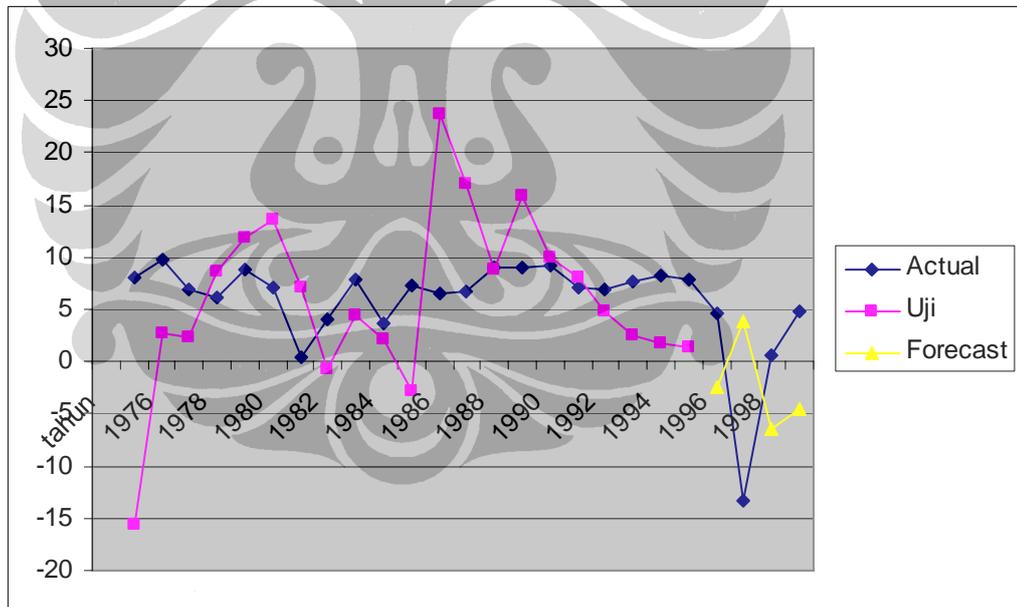
Hasil peramalan series 5-tahun, menggunakan model Elman RNN dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996 dapat dilihat dari tabel 4.20 dibawah ini.

Tabel 4.20 Nilai hasil peramalan series 4-tahun menggunakan model Elman RNN, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

Tahun	Actual	Forecast
1997	1518293	1263894
1998	1317281	1313527
1999	1325352	1229589
2000	1389770	1174609



Gambar 4.33 Grafik peramalan series 5-tahun menggunakan model Elman RNN, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

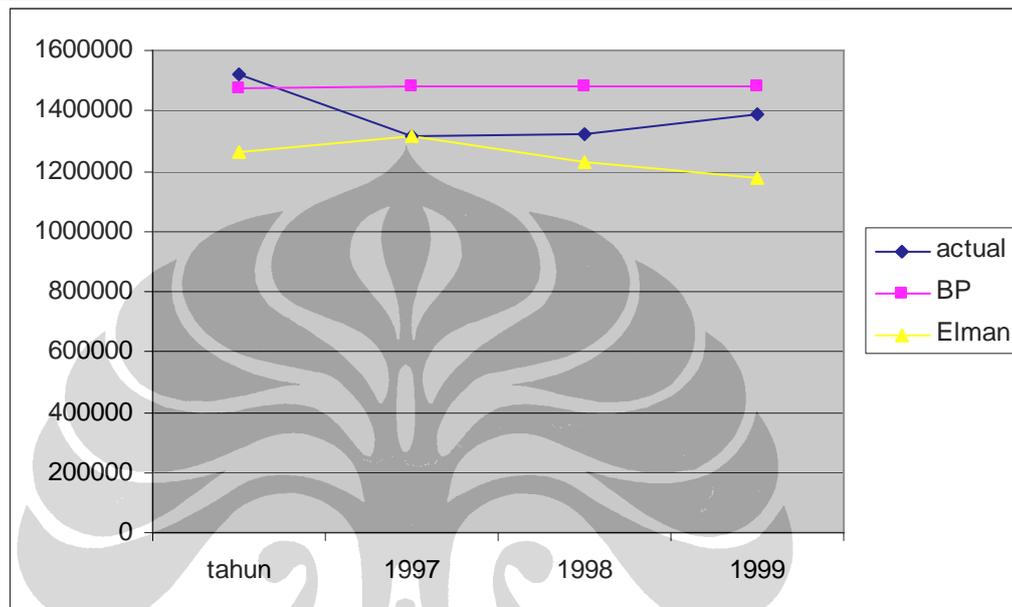


Gambar 4.34 Grafik peramalan series 5-tahun menggunakan model Elman RNN, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

Dari gambar 4.33 dan 4.34, terlihat hasil peramalan model Elman lebih baik dari model Feedforward backpropagation dan model GMDH.

Tabel 4.21 Uji keakuratan antara model ANN, untuk peramalan series 5-tahun dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

	GMDH	BP	Elman
Correlation Coefficient	-0,447925352	-0,80608695	-0,09472015
RMSE	2,25471E+46	124844,1321	173347,7593
MAPE	8,5598E+41	8,482511137	9,936945943



Gambar 4.35 Grafik perbandingan peramalan series 5-tahun antara model ANN, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

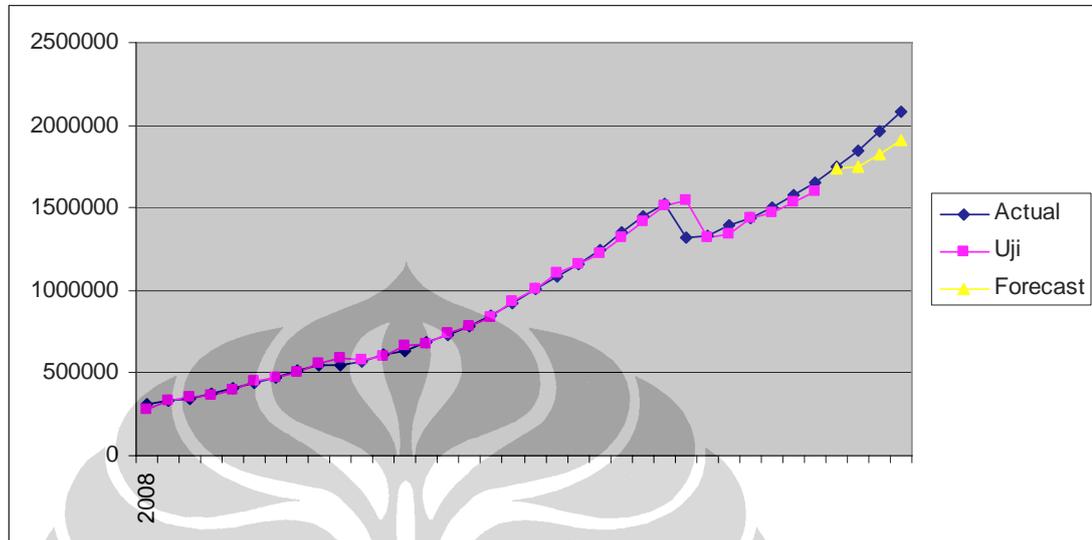
Dari tabel 4.21 terlihat nilai Correlation Coefficient paling tinggi dan nilai MAPE paling kecil di antara model ANN. Dan pada gambar 4.35 terlihat model Elman lebih mendekati dengan aktual. Walaupun pada tahun terakhir peramalan menjauh dari pada nilai aktual.

Hasil peramalan series 3-tahun untuk model GMDH, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

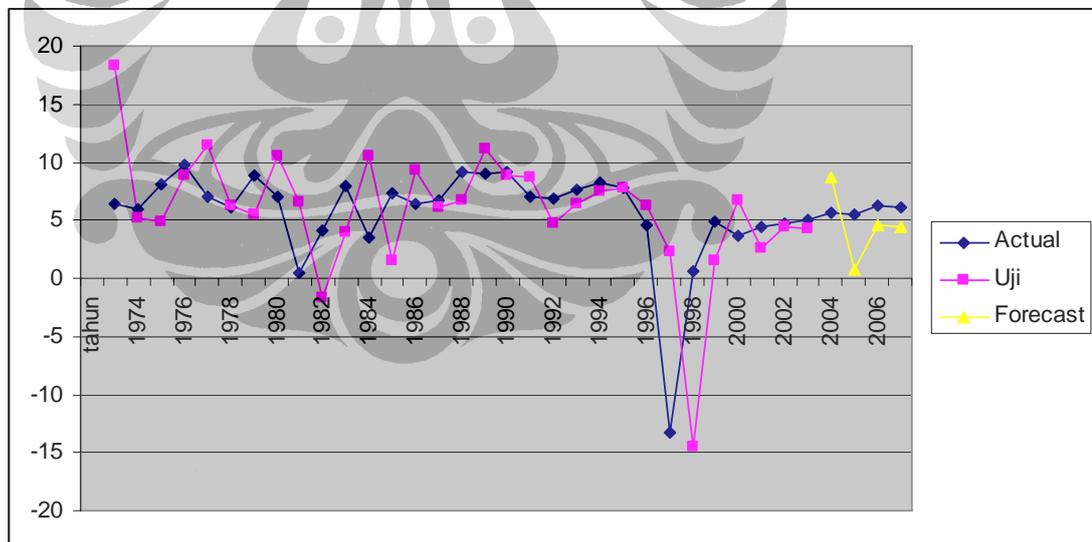
Tabel 4.22 Nilai hasil peramalan series 3-tahun menggunakan model GMDH, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

Tahun	Actual	Forecast
2005	1750815,2	1738099

2006	1847126,7	1750353
2007	1963091,8	1829316
2008	2082128,7	1911695



Gambar 4.36 Grafik peramalan series 3-tahun menggunakan model GMDH, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.



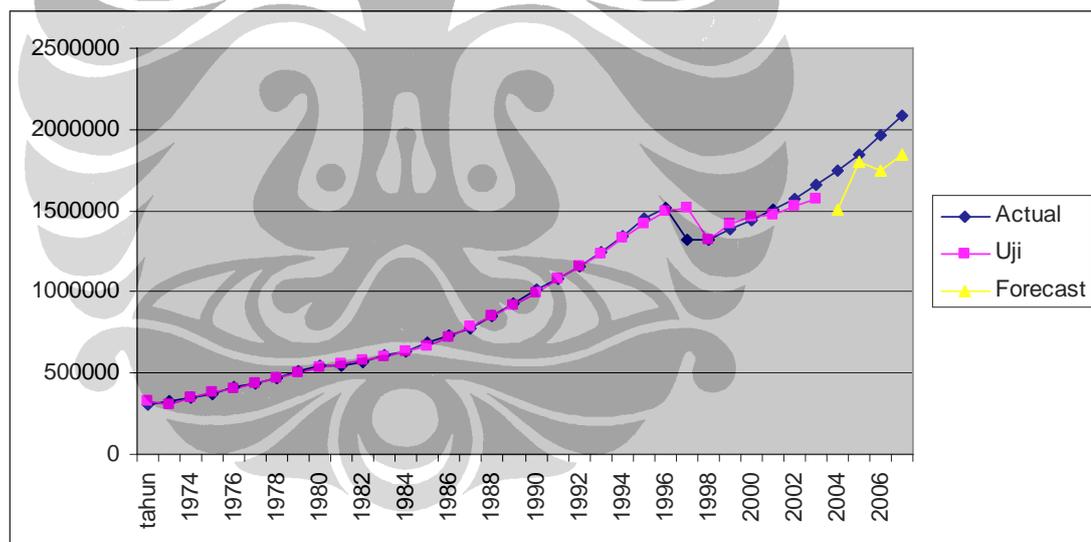
Gambar 4.37 Grafik peramalan series 3-tahun pertumbuhan ekonomi Indonesia menggunakan model GMDH, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

Dari gambar 4.36 dan 4.37 terlihat grafik peramalan menggunakan model GMDH dapat mengikuti grafik GDP Indonesia dengan baik.

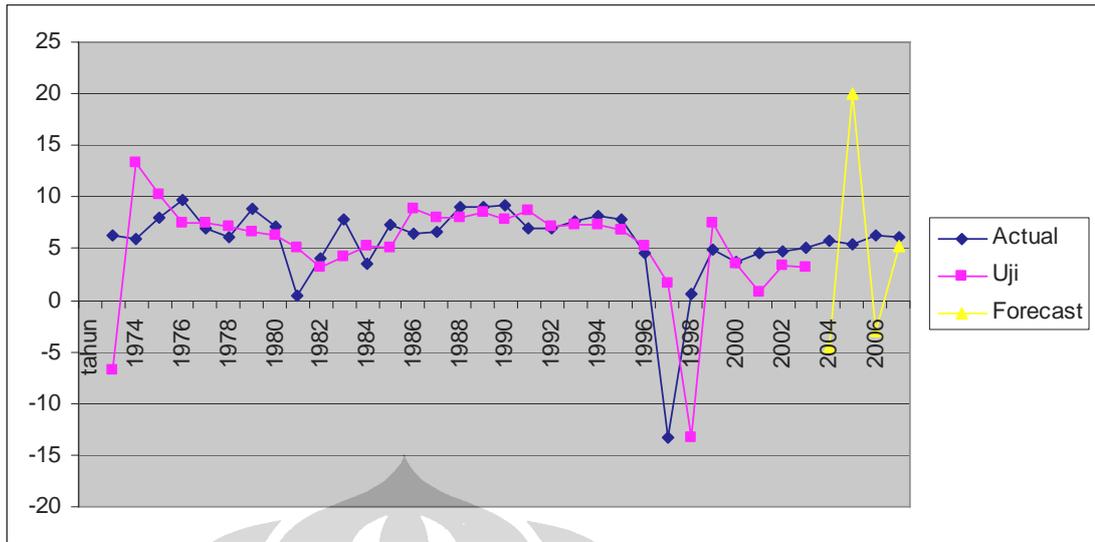
Hasil peramalan series 3-tahun menggunakan model Feedforward backpropagation dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004 dapat dilihat dari tabel 4.23 dibawah ini.

Tabel 4.23 Nilai hasil peramalan series 3-tahun menggunakan model Feedforward backpropagation dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

Tahun	Actual	Forecast
2005	1750815	1502666,915
2006	1847127	1802821,637
2007	1963092	1749029,444
2008	2082129	1839973,865



Gambar 4.38 Grafik peramalan series 3-tahun menggunakan model Feedforward backpropagation, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.



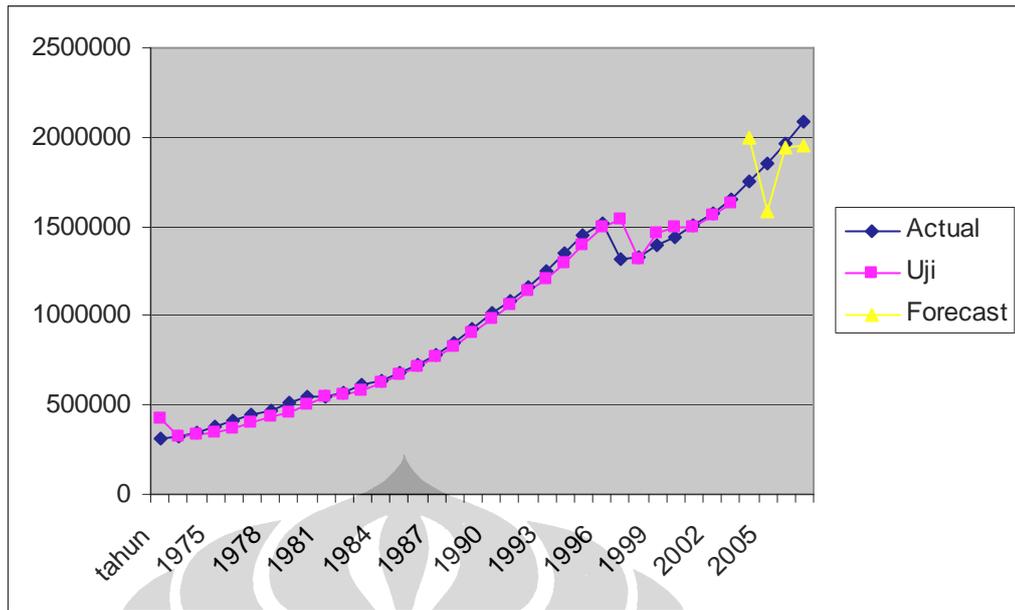
Gambar 4.39 Grafik peramalan series 3-tahun menggunakan model Feedforward backpropagation, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

Dari gambar 4.38 dan 4.39 terlihat grafik Feedforward backpropagation sudah cukup baik untuk peramalan, namun masih kalah dibandingkan grafik model GMDH.

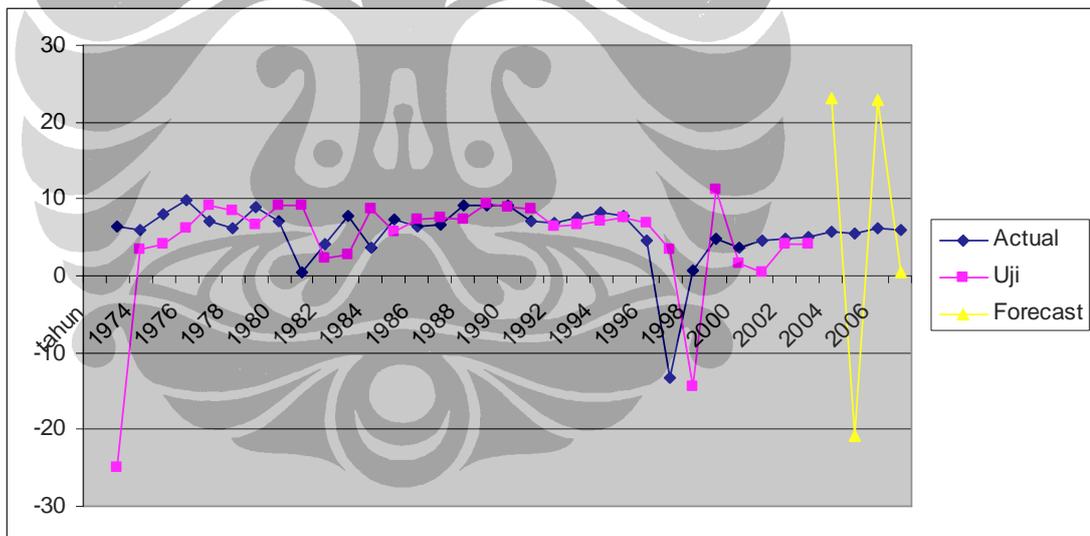
Hasil peramalan series 3-tahun menggunakan model Elman RNN, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004 dapat dilihat dari tabel 4.24 di bawah ini.

Tabel 4.24 Nilai hasil peramalan series 3-tahun menggunakan model Elman RNN, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

Tahun	Actual	Forecast
2005	1750815,2	1998937
2006	1847126,7	1580636
2007	1963091,8	1941755
2008	2082128,7	1950617



Gambar 4.40 Grafik peramalan series 3-tahun menggunakan model Elman RNN, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

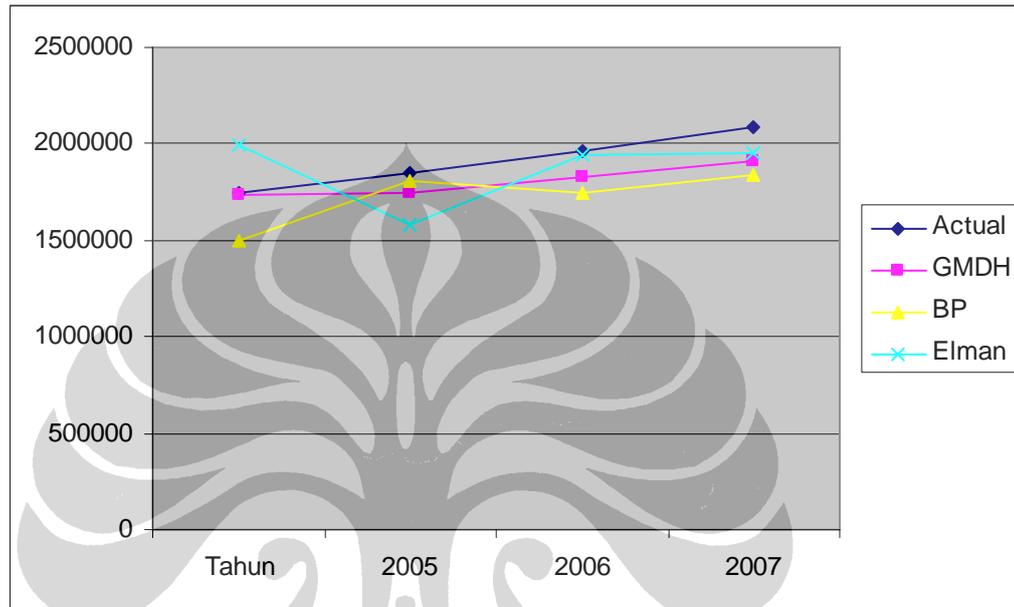


Gambar 4.41 Grafik peramalan series 3-tahun pertumbuhan ekonomi Indonesia menggunakan model Elman RNN, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

Dari gambar 4.40 dan 4.41 terlihat hasil peramalan model Elman lebih jelek di bandingkan dengan model Feedforward backpropagation dan jauh lebih jelek di bandingkan model GMDH.

Tabel 4.25 Uji keakuratan antara model ANN, untuk peramalan series 3-tahun, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

	GMDH	BP	Elman
Correlation Coefficient	0,974386274	0,788541889	0,184740128
RMSE	118817,5708	204940,3367	193863,3838
MAPE	5,241387187	9,776599477	9,000539977



Gambar 4.42 Grafik perbandingan peramalan antara model ANN, untuk peramalan series 3-tahun dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

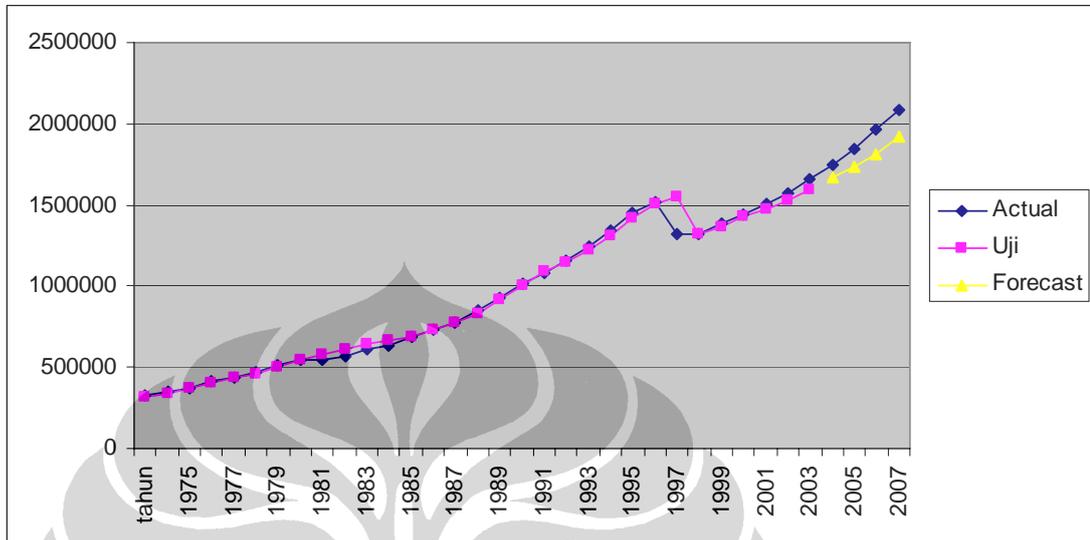
Dari tabel 4.25 terlihat model GMDH memiliki nilai *Correlation coefficient* yang paling besar dan MAPE yang paling kecil dibandingkan model Feedforward backpropagation dan Elman RNN. Dari gambar 4.42 terlihat model GMDH konsisten dalam mengikuti nilai GDP Indonesia.

Hasil peramalan series 4-tahun menggunakan model GMDH, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

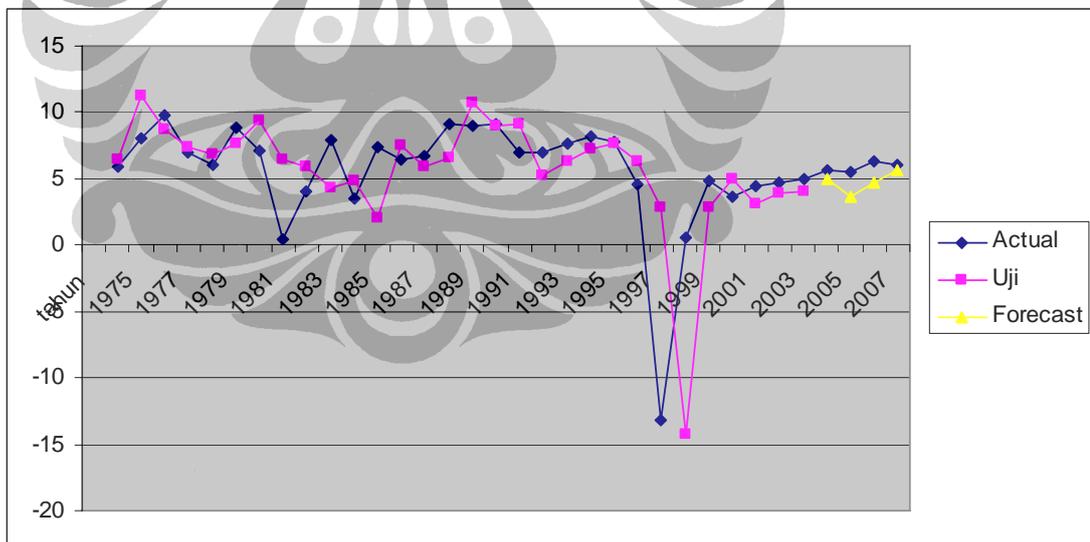
Tabel 4.26 Nilai hasil peramalan series 4-tahun menggunakan model GMDH, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

Tahun	Actual	Forecast
2005	1750815	1674122

2006	1847127	1735318
2007	1963092	1816117
2008	2082129	1918191



Gambar 4.43 Grafik peramalan series 4-tahun menggunakan model GMDH, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.



Gambar 4.44 Grafik peramalan series 4-tahun pertumbuhan ekonomi Indonesia menggunakan model GMDH, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

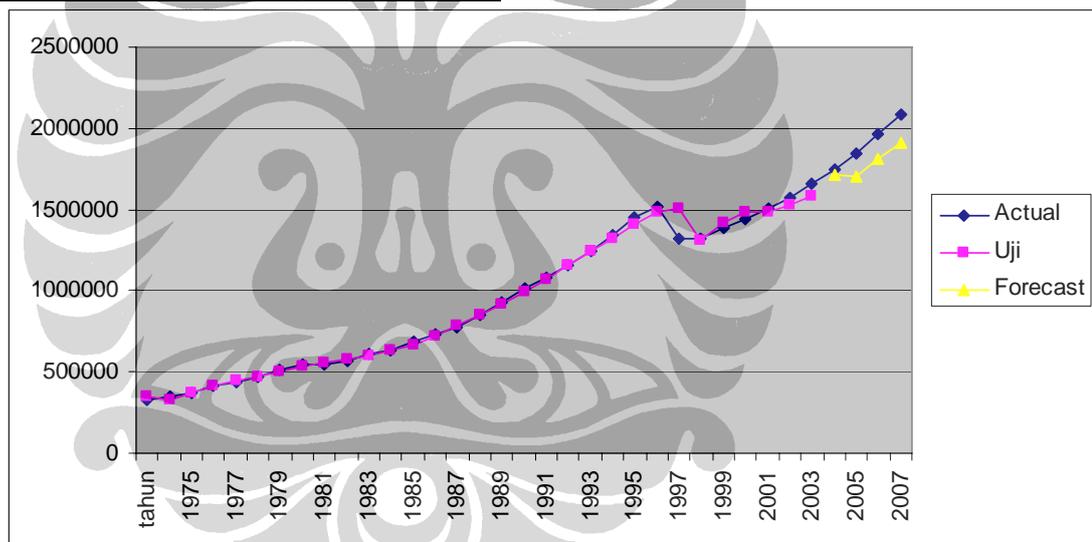
Dari gambar 4.43 dan 4.44 terlihat hasil peramalan model GMDH mengikuti nilai GDP aktual secara konsisten. Sehingga dapat dikatakan model GMDH dapat

digunakan untuk peramalan series 4-tahun dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

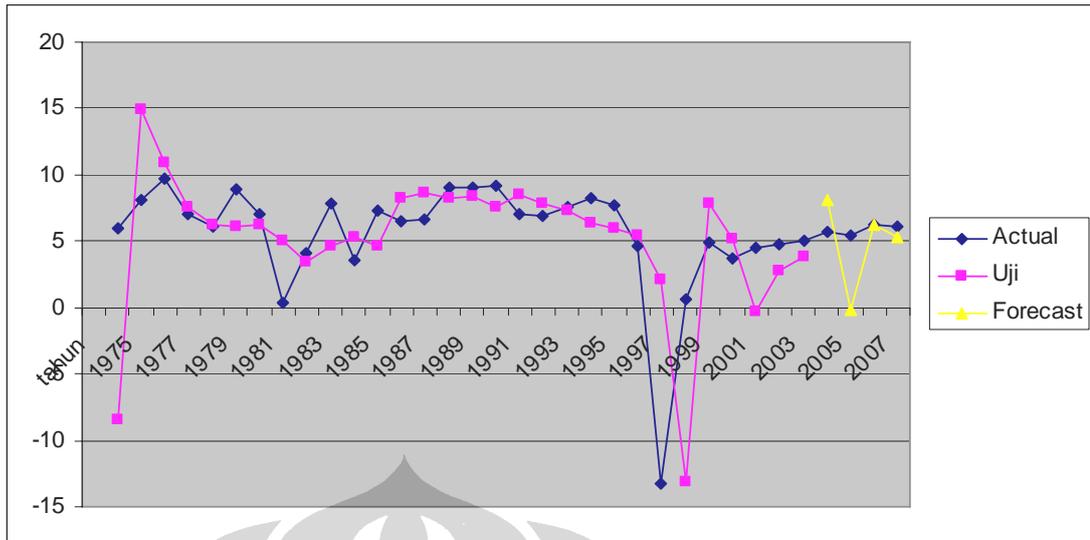
Hasil peramalan series 4-tahun, menggunakan model Feedforward backpropagation, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

Tabel 4.27 Nilai hasil peramalan series 4-tahun, menggunakan model Feedforward backpropagation dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

Tahun	Actual	Forecast
2005	1750815,2	1711308,612
2006	1847126,7	1707229,535
2007	1963091,8	1813814,27
2008	2082128,7	1908937,238



Gambar 4.45 Grafik peramalan series 4-tahun menggunakan model Feedforward backpropagation, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.



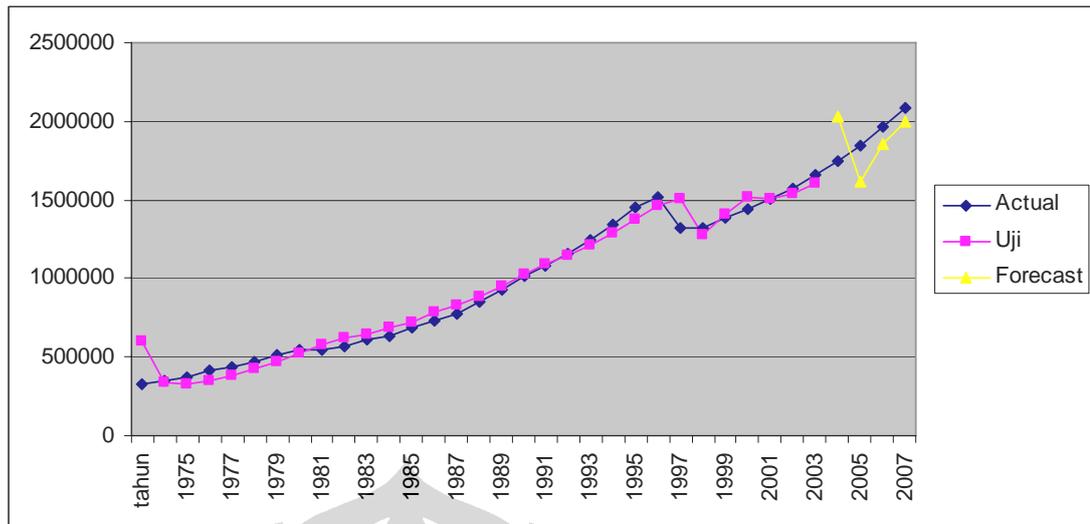
Gambar 4.46 Grafik peramalan series 4-tahun pertumbuhan ekonomi Indonesia menggunakan model Feedforward backpropagation, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

Dari gambar 4.45 dan 4.46 terlihat hasil peramalan model Feedforward backpropagation mengikuti nilai GDP aktual namun tidak konsisten dan pada akhir peramalan nilai nya menjauh dari aktual GDP. Sehingga dapat dikatakan model GMDH lebih baik dari model Feedforward backpropagation untuk peramalan series 4-tahun dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

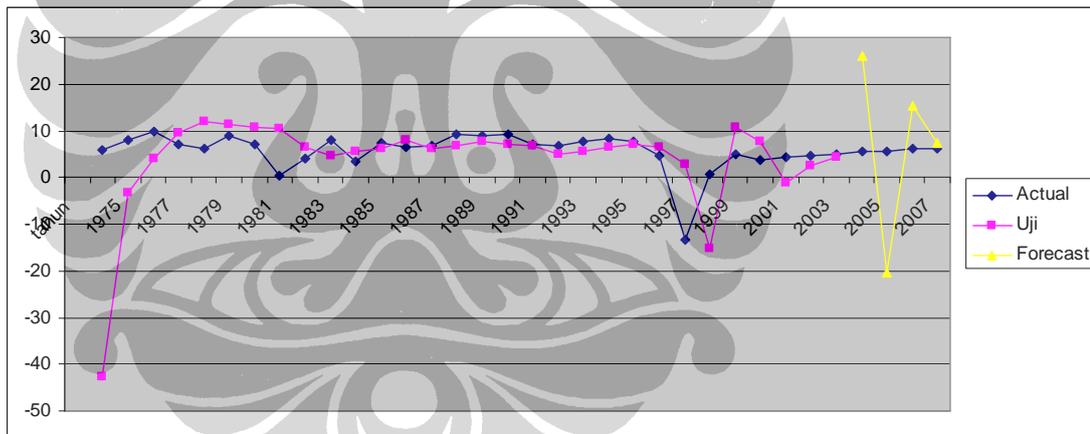
Hasil peramalan series 4-tahun menggunakan model Elman RNN, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004 dapat dilihat dari tabel 4.28 di bawah ini.

Tabel 4.28 Nilai hasil peramalan series 4-tahun menggunakan model Elman RNN, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

Tahun	Actual	Forecast
2005	1750815,2	2025331,773
2006	1847126,7	1610520,229
2007	1963091,8	1859719,128
2008	2082128,7	1998486,191



Gambar 4.47 Grafik peramalan series 4-tahun menggunakan model Elman, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

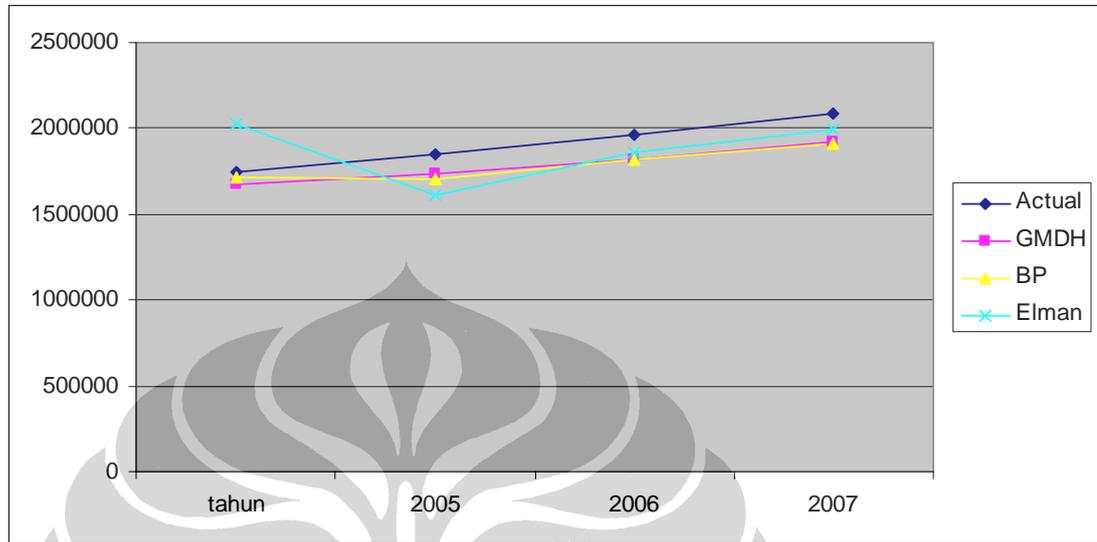


Gambar 4.48 Grafik peramalan series 4-tahun pertumbuhan ekonomi Indonesia menggunakan model GMDH, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

Dari gambar 4.47 dan 4.48 terlihat hasil peramalan model Elman tidak mengikuti nilai GDP aktual. Sehingga dapat dikatakan model Elman kurang dapat digunakan untuk peramalan series 4-tahun dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

Tabel 4.29 Uji keakuratan antara model ANN, untuk peramalan series 4-tahun dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

	GMDH	BP	Elman
Correlation Coefficient	0,997665498	0,955279787	0,160989907
RMSE	129286,5056	135472,3686	193018,1014
MAPE	6,448495716	6,438111324	9,442940962



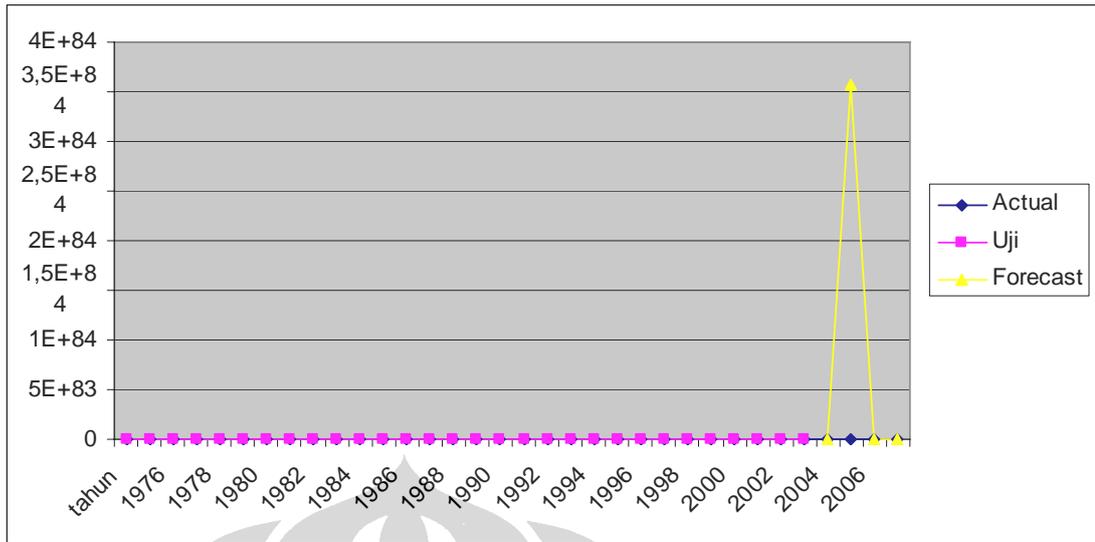
Gambar 4.49 Grafik perbandingan antara model ANN, untuk peramalan series 4-tahun dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

Dari tabel 4.29 terlihat nilai Correlation Coefficient dari model GMDH paling tinggi dibanding model lainnya. Dan nilai RMSE dan MAPE model GMDH paling rendah dibandingkan model lainnya. Sehingga dapat dikatakan model GMDH merupakan model ANN paling baik diantara model ANN yang di uji untuk peramalan series 4-tahun dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

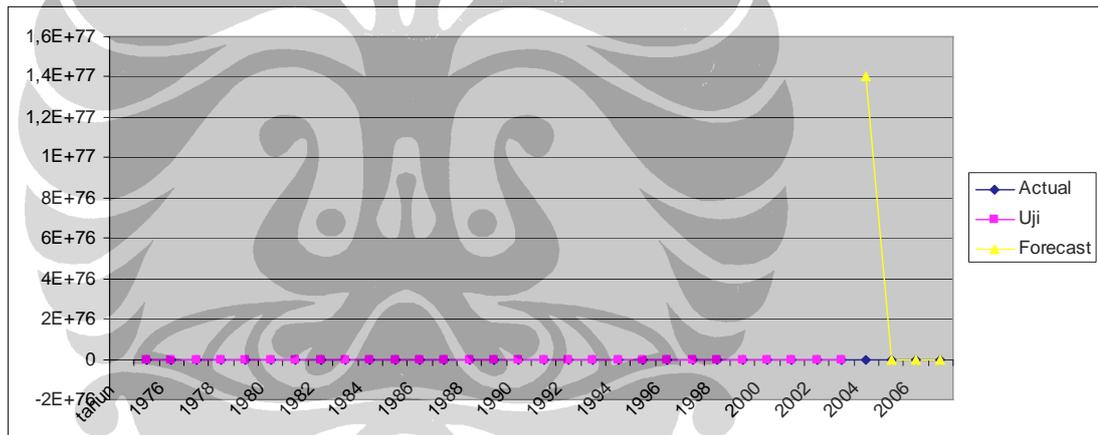
Hasil peramalan series 5-tahun menggunakan model GMDH, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004 dapat dilihat pada tabel 4.30 dibawah ini.

Tabel 4.30 Nilai hasil peramalan series 5-tahun menggunakan model GMDH, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

Tahun	Actual	Forecast
2005	1750815	2,25662E+81
2006	1847127	3,57284E+84
2007	1963092	1,10695E+79



Gambar 4.50 Grafik peramalan series 5-tahun menggunakan model GMDH, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.



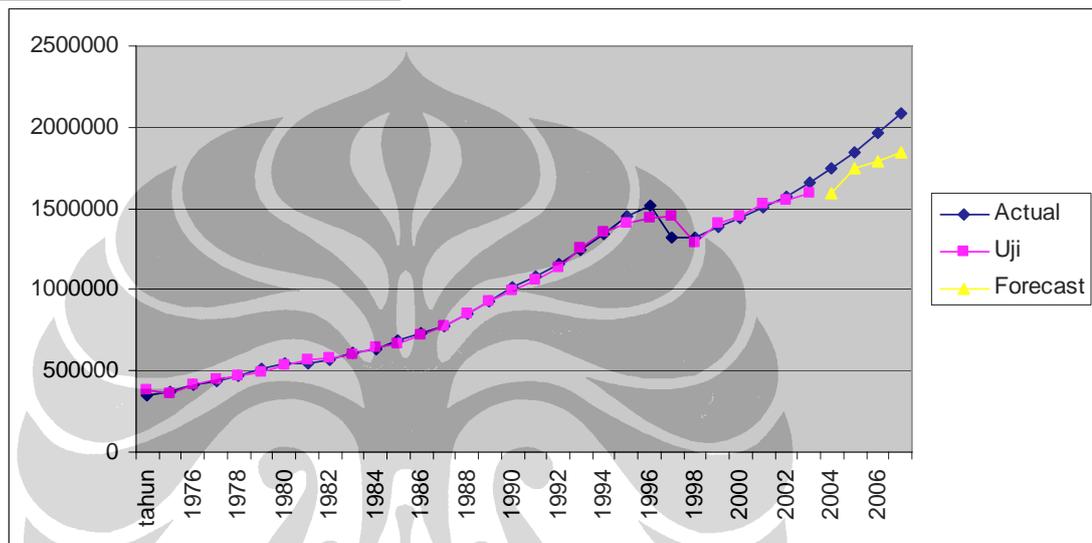
Gambar 4.51 Grafik peramalan series 5-tahun pertumbuhan ekonomi Indonesia menggunakan model GMDH, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

Dari gambar 4.50 dan 4.51 terlihat hasil peramalan GMDH untuk peramalan series 5-tahun dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004 sangat buruk. Atau dapat digunakan model GMDH tidak dapat digunakan untuk peramalan.

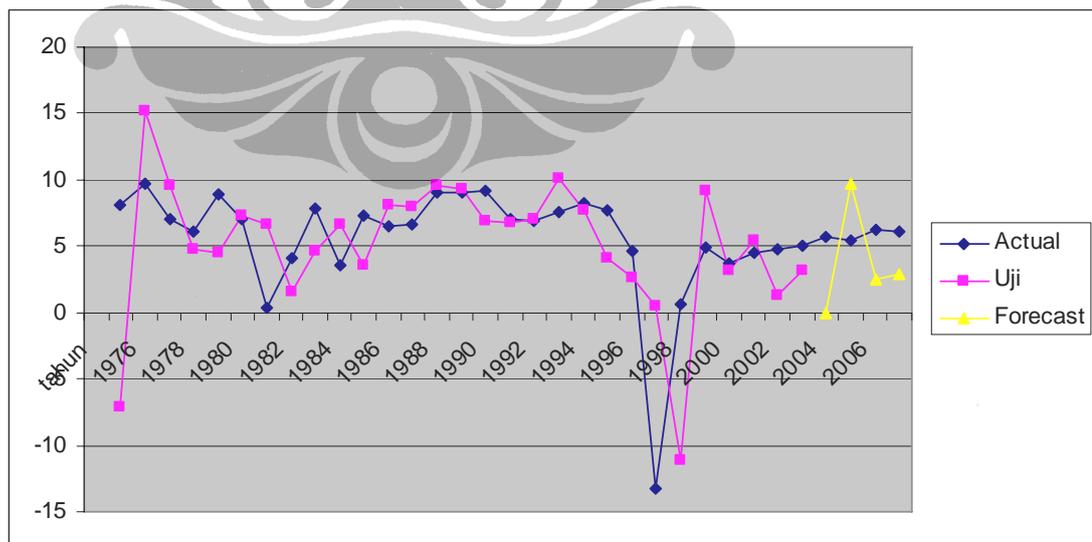
Hasil peramalan series 5-tahun menggunakan model Feedforward backpropagation, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004, dapat dilihat pada tabel 4.31 dibawah ini.

Tabel 4.31 Nilai hasil peramalan series 5-tahun menggunakan model Feedforward backpropagation, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

Tahun	Actual	Forecast
2005	1750815	1595701
2006	1847127	1750858
2007	1963092	1795035
2008	2082129	1847818



Gambar 4.52 Grafik peramalan series 5-tahun menggunakan model Feedforward backpropagation, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.



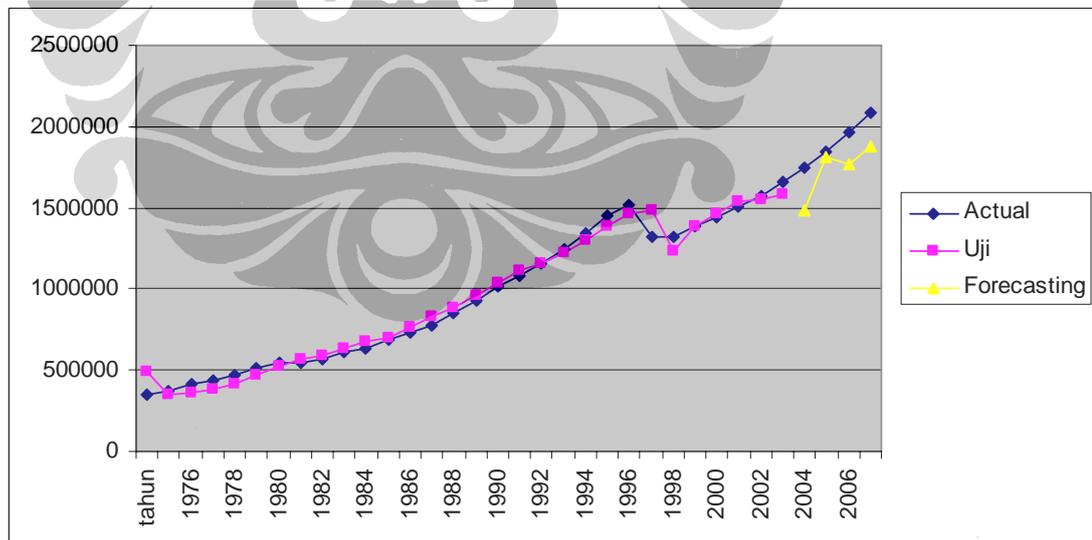
Gambar 4.53 Grafik peramalan series 5-tahun pertumbuhan ekonomi Indonesia menggunakan model Feed forward backpropagation, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

Dari gambar 4.52 dan 4.53 terlihat hasil peramalan model Feedforward backpropagation mengikuti nilai GDP aktual namun tidak konsisten, pada awal dan pada akhir peramalan nilai nya menjauh dari aktual GDP. Dapat dikatakan model Feedforward backpropagation dapat digunakan untuk peramalan series 5-tahun dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

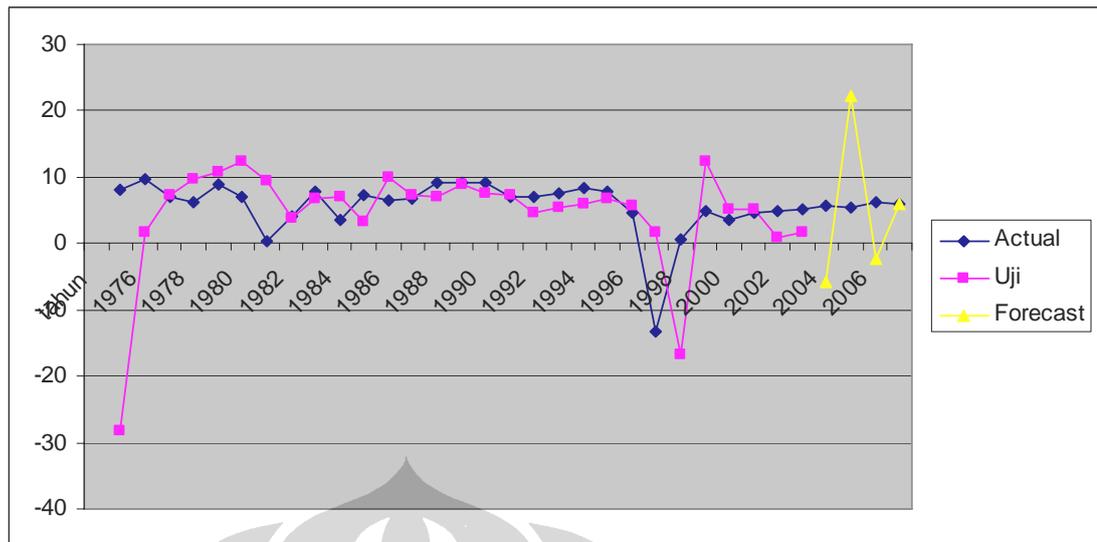
Hasil peramalan series 5-tahun, menggunakan model Elman RNN, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004, dapat dilihat dari tabel 4.32 di bawah ini.

Tabel 4.32 Nilai hasil peramalan series 5-tahun menggunakan model Elman RNN, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

Tahun	Actual	Forecasting
2005	1750815,2	1485617,07
2006	1847126,7	1814967,74
2007	1963091,8	1770490,96
2008	2082128,7	1877169,01



Gambar 4.54 Grafik peramalan series 5-tahun menggunakan model Elman RNN, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

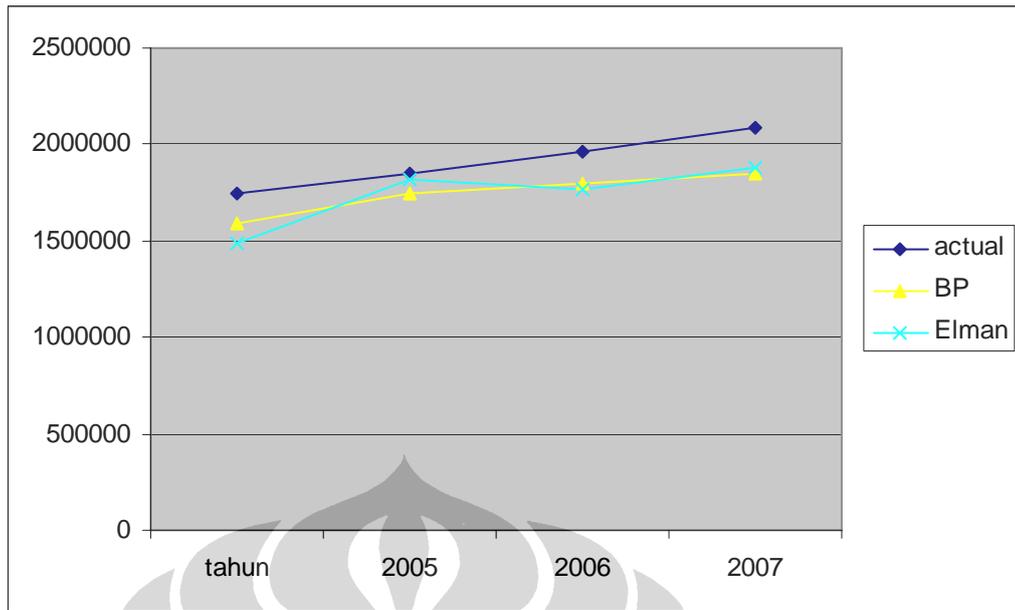


Gambar 4.55 Grafik peramalan series 5-tahun pertumbuhan ekonomi Indonesia menggunakan model Elman RNN, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

Dari gambar 4.54 dan 4.55 terlihat hasil peramalan model Elman RNN mengikuti nilai GDP aktual namun tidak konsisten, pada awal dan pada akhir peramalan nilai nya menjauh dari aktual GDP. Dapat dikatakan model Elman RNN dapat digunakan untuk peramalan series 5-tahun dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

Tabel 4.33 Uji keakuratan antara model ANN, untuk peramalan series 5-tahun dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

	GMDH	BP	Elman
Correlation Coefficient	-0,296359759	0,93602794	0,818411871
RMSE	1,78642E+84	170640,4956	193950,8975
MAPE	4,83911E+79	8,471396761	9,135750704



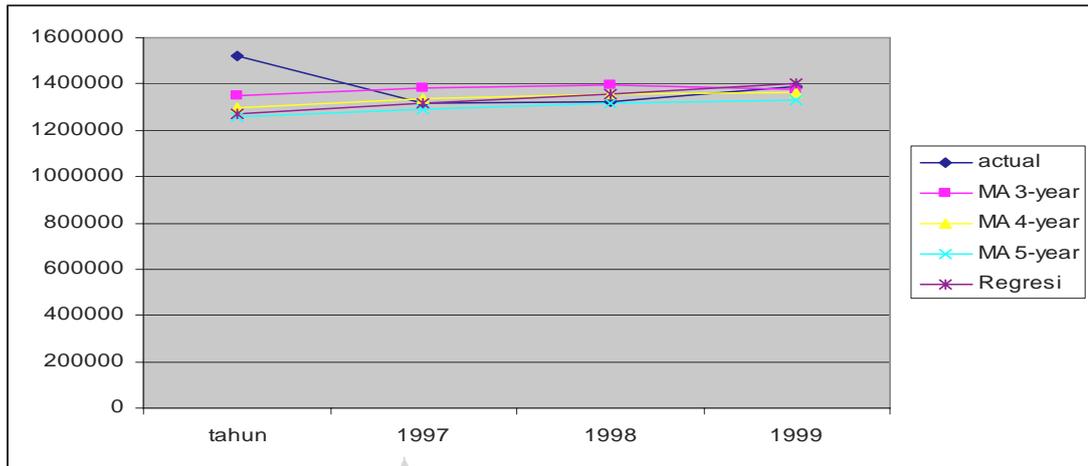
Gambar 4.56 Grafik perbandingan antara model ANN, untuk peramalan series 5-tahun, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

Dari tabel 4.33 terlihat nilai RMSE dan nilai MAPE dari model Feedforward backpropagation paling rendah dibandingkan dengan model ANN lainnya. Dari gambar 4.56 terlihat grafik model Feedforward backpropagation lebih baik dari pada grafik model Elman RNN. Untuk grafik model GMDH tidak dimasukkan karena nilainya sangat jauh dari nilai aktual.

Hasil peramalan time series menggunakan metode moving average dan metode regresi linear dengan data pelatihan dari 1970-1996 dapat dilihat pada tabel 4.34 dibawah ini.

Tabel 4.34 Nilai hasil peramalan time series antara metode moving average dengan metode regresi, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

<i>tahun</i>	<i>actual</i>	<i>MA 3-year</i>	<i>MA 4-year</i>	<i>MA 5-year</i>	<i>regresi</i>
1997	1518293,004	1347745,451	1299933,391	1256224,293	1271015,281
1998	1317280,51	1382171,567	1335792,436	1291191,572	1313817,272
1999	1325351,89	1393881,565	1358623,769	1318130,443	1356619,264
2000	1389769,9	1374599,528	1361519,319	1332863,111	1399421,256



Gambar 4.57 Grafik peramalan time series antara metode moving average dengan regresi linear, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

Tabel 4.35 Uji keakuratan antara metode moving average dan regresi linear, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

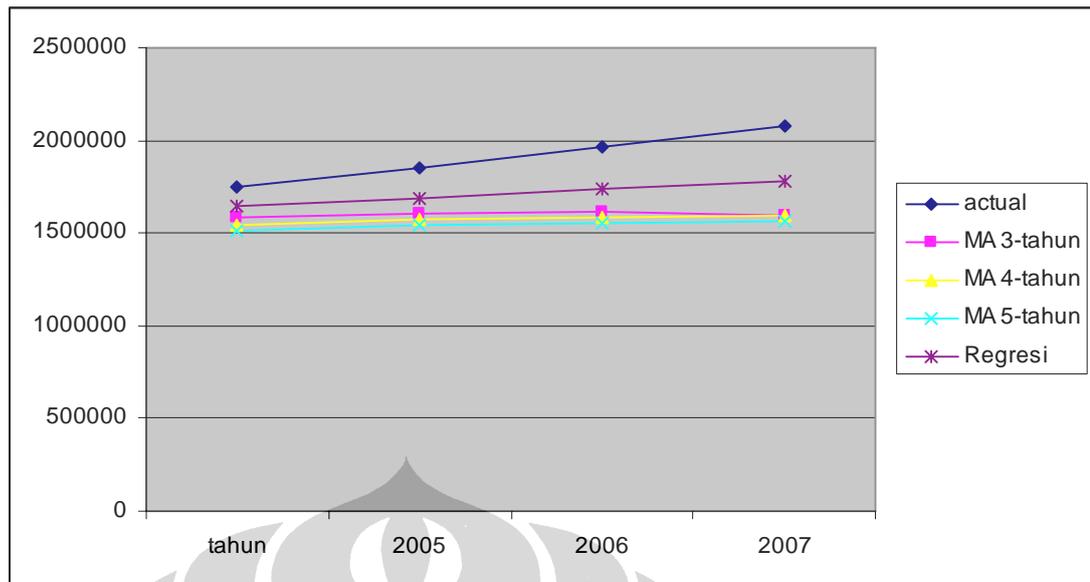
	<i>MA 3-tahun</i>	<i>MA 4-tahun</i>	<i>MA 5-tahun</i>	<i>Regresi</i>
Correlation Coefficient	-0,960362789	-0,763099582	-0,656067757	-0,524454399
RMSE	97754,50598	111723,6829	134769,4088	124728,7697
MAPE	5,605309677	5,08260001	5,970205851	4,900775489

Dari tabel 4.35 terlihat model Regresi mengalahkan metode moving average untuk peramalan time series dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996. Nilai Correlation dari Regresi paling tinggi dan nilai MAPE paling rendah. Dan dari gambar 4.57 terlihat grafik metode Regresi lebih mendekati nilai aktual dibandingkan metode moving average.

Hasil peramalan time series antara metode moving average dan regresi linear, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004, dapat dilihat pada tabel 4.36 dibawah ini.

Tabel 4.36 Nilai peramalan time series antara metode moving average dan regresi linear, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

<i>tahun</i>	<i>actual</i>	<i>MA 3-tahun</i>	<i>MA 4-tahun</i>	<i>MA 5-tahun</i>	<i>Regresi</i>
2005	1750815,2	1579634,833	1544827,55	1513816,02	1646691,558
2006	1847126,7	1604440,978	1570933,013	1538625,244	1690764,478
2007	1963091,8	1613530,87	1587362,166	1558269,153	1734837,397
2008	2082128,7	1599202,227	1589909,882	1568879,703	1778910,317



Gambar 4.58 Grafik peramalan time series antara metode moving average dan regresi dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

Tabel 4.37 Uji keakuratan antara metode moving average dan regresi, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

	<i>MA 3-year</i>	<i>MA 4-year</i>	<i>MA 5-year</i>	<i>Regresi</i>
Correlation Coefficient	0,57520824	0,928627405	0,976783371	0,998842342
RMSE	333020,2319	354318,3554	380344,4715	211738,2452
MAPE	15,97906701	17,37442855	18,87752279	10,1506265

Dari tabel 4.37 terlihat nilai Correlation coefficient dari Regresi paling tinggi, dan nilai RMSE dan MAPE nya paling rendah. Sehingga dapat dikatakan metode Regresi lebih akurat di bandingkan menggunakan metode moving average. Dari gambar 4.58 terlihat juga grafik metode regresi lebih mendekati grafik aktual dibandingkan grafik metode moving average.

Tabel 4.38 Uji keakuratan antara model ANN untuk peramalan series 3-tahun, dengan series 4-tahun dan series 5-tahun, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

	<i>Best 3 year (BP)</i>	<i>Best 4 year (BP)</i>	<i>Best 5-year (Elman)</i>
Correlation Coefficient	-0,03817609	-0,868938363	-0,80608695
RMSE	116232,9574	122535,1027	124844,1321
MAPE	7,758959157	8,301765373	8,482511137

Dari tabel 4.38 terlihat untuk peramalan time series, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996, model Elman dengan series 5-tahun paling baik diantara model

ANN lainnya. Terlihat nilai RMSE dan MAPE nya paling rendah dibandingkan model ANN lainnya

Tabel 4.39 Uji keakuratan antara model ANN untuk peramalan series 3-tahun, dengan series 4-tahun dan series 5-tahun, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

	<i>Best 3 year (GMDH)</i>	<i>Best 4 year (GMDH)</i>	<i>Best 5-year (BP)</i>
Correlation Coefficient	0,974386274	0,997665498	0,93602794
RMSE	118817,5708	129286,5056	170640,4956
MAPE	5,241387187	6,448495716	8,471396761

Dari tabel 4.39 terlihat untuk peramalan time series, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004, model GMDH dengan series 3-tahun paling baik diantara model ANN lainnya. Terlihat nilai RMSE dan MAPE nya paling rendah dibandingkan model ANN lainnya.

Tabel 4.40 Uji keakuratan antara model ANN dengan metode moving average dan regresi linear untuk peramalan time series, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996.

	<i>ANN(BP)</i>	<i>Moving Average</i>	<i>Regresi</i>
Correlation Coefficient	-0,03817609	-0,960362789	-0,524454399
RMSE	116232,9574	97754,50598	124728,7697
MAPE	7,758959157	5,605309677	4,900775489

Dari tabel 4.40 terlihat untuk peramalan time series, dengan data pelatihan dari tahun 1970-1996, metode Regresi paling baik diantara model ANN dan metode moving average. Nilai RMSE dan nilai MAPE paling rendah. dibandingkan metode lainnya.

Tabel 4.41 Uji keakuratan antara model ANN dengan metode *moving average* dan *regresi linear* untuk peramalan time series, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

	<i>ANN(GMDH)</i>	<i>Moving Average</i>	<i>Regresi</i>
Correlation Coefficient	0,974386274	0,999739878	0,998842342
RMSE	118817,5708	129805,1662	211738,2452
MAPE	5,241387187	6,56213479	10,1506265

Dari tabel 4.41 terlihat untuk peramalan time series, dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004, model ANN (GMDH) paling baik diantara metode *moving*

average dan regresi linear. Nilai RMSE dan nilai MAPE paling rendah. dibandingkan metode lainnya

4.3. Analisa hasil peramalan multivariate dan time series dengan hasil peramalan (Sodikin, 2006), dengan data pelatihan dari tahun 1970-2004.

Tabel 4.42 Estimasi Tingkat Pertumbuhan PDB menurut Pengeluaran (dalam persen) .

Komponen PDB	Aktual	Estimasi
	2005	2006
PC	3,95	4.71
GC	8,06	10.01
CF	9,93	8.13
EX	8,60	8.21
IM	12,35	5.80
PDB	5,60	5.52
PGDP (GDP Deflator)	13,72	16,02
PPC (PC Deflator)	12,06	16,99

Catatan: *) Series data yang digunakan pada prakiraan ini masih menggunakan data sampai kondisi tahun 2004.

(Sodikin, 2006)

Tabel 4.43 Peramalan pertumbuhan ekonomi Indonesia (dalam persen) .

GDP Components	Estimation Figures						
	Actual	Scenario I			Scenario II		
		2003	2004	2005	2006	2004	2005
PC	3.85	4.28	4.73	5.22	4.36	4.99	5.58
GC	10.03	10.50	10.00	9.50	10.50	10.00	9.50
CF	1.88	6.66	7.66	8.30	6.99	8.25	8.85
EX	6.58	4.78	6.15	7.14	5.50	7.80	8.30
IM	2.80	8.25	7.35	8.74	8.65	8.24	9.47
GDP	4.51	5.03	5.52	6.06	5.31	6.19	6.64

(Sodikin, 2004)

Tabel 4.44 Tabel perbandingan pertumbuhan ekonomi Indonesia antara aktual, hasil peramalan (Sodikin, 2004), hasil peramalan (Sodikin, 2006), hasil peramalan GMDH *multivariate* dan hasil peramalan *time series* GMDH series 4-tahun (dalam persen).

<i>Tahun</i>	<i>Actual</i>	<i>Sodikin (2006)</i>	<i>GMDH(MV)</i>	<i>GMDH (4-tahun)</i>	<i>Sodikin (2004)I</i>	<i>Sodikin (2004)II</i>
2005	5,6		4,207042	4,983895	5.52	6.19
2006	5,5	5,52	3,708783	3,655418	6.06	6.64

Dari tabel 4.44 dapat di analisa, ANN dapat digunakan untuk peramalan ekonomi Indonesia. Hasil peramalan ANN GMDH (*multivariate*) maupun peramalan *time series* hampir sama tingkat keakuratannya. Dan dari tabel 4.44 diatas terlihat hasil peramalan *multivariate* maupun *time series* untuk meramalkan pertumbuhan ekonomi Indonesia menggunakan model ANN tidak lebih baik daripada peramalan (Sodikin, 2004) maupun peramalan (Sodikin, 2006). Hal ini mungkin disebabkan komponen input untuk peramalan hanya menggunakan 7 variabel makro ekonomi lebih sedikit dari pada peramalan (Sodikin, 2004; Sodikin, 2006) atau bisa juga disebabkan peramalan (Sodikin, 2004; Sodikin, 2006) menggunakan data asumsi sedangkan pada peramalan dengan ANN menggunakan data aktual. Dari tabel 4.44 dapat dinyatakan variabel makro ekonomi pada (Sodikin, 2004) dan (Sodikin, 2006) dapat digunakan untuk peramalan pertumbuhan ekonomi Indonesia.