

# Meta-Analisis: Tingkat Akurasi Peramalan Menggunakan Metode Neuro-Fuzzy

Baiq Windi Diska Putri<sup>1</sup>, Syaharuddin<sup>2</sup>, Kiki Riska Ayu Kurniawati<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Tadris Matematika, Universitas Islam Negeri Mataram, [200103038.mhs@uinmataram.ac.id](mailto:200103038.mhs@uinmataram.ac.id)

<sup>2</sup>Pendidikan Matematika, Universitas Muhammadiyah Mataram, [syaharuddin.ntb@gmail.com](mailto:syaharuddin.ntb@gmail.com)

---

## Keywords:

Forecasting,  
Neuro-fuzzy method,  
Meta-analysis.

**Abstract:** Forecasting is one of the most important elements in decision making. One of the methods used in forecasting is the Neuro-Fuzzy Method, which is a component with different frequencies or an analytical tool commonly used to present data. The purpose of this meta-analysis is to reanalyze the results of research related to forecasting using the neuro-fuzzy method. The data is collected through indexing databases such as Google Scholar. The filtered data is the result of research that contains the value of the amount of data (N), correlation test (r) and classification. Then analyzed using meta-analysis through effect size and standard error to see the summary effect size. The results of data analysis using JASP software show that the Estimate value at the level of forecasting accuracy using the neuro-fuzzy method is 0.974. Which belongs to the high category, there is a classification section called modification and non-modification. The estimate value of the modification is 0.945 and the p-Rank-test value is 0.563, while for non-modification the estimate value is 0.988 and the p-Rank-test value is 0.649, so it is in the high category.

## Kata Kunci:

Peramalan,  
Metode neuro-fuzzy,  
Meta-analisis.

**Abstrak:** Peramalan adalah salah satu unsur yang sangat penting dalam pengambilan keputusan. Salah satu metode yang digunakan dalam peramalan adalah Metode Neuro-Fuzzy merupakan komponen yang frekuensi yang berbeda atau alat analisis yang biasa digunakan untuk menyajikan data. Tujuan dalam meta-analisis ini untuk menganalisis kembali hasil-hasil penelitian yang berkaitan dengan peramalan menggunakan metode neuro-fuzzy. Datanya dikumpulkan melalui database pengindeks seperti google scholar. Data yang difilter adalah hasil penelitian yang memuat nilai dari Jumlah data (N), uji korelasi (r) Dan klasifikasi. Kemudian yang dianalisis menggunakan meta-analisis melalui effect size dan standar error untuk melihat summary effect size. Hasil analisis data menggunakan software JASP menunjukkan bahwa nilai Estimate pada tingkat akurasi peramalan menggunakan metode neuro-fuzzy sebesar 0.974. Yang termasuk kategori tinggi, bagian klasifikasi ada yang namanya modifikasi dan non-modifikasi. Nilai estimate dari modifikasi adalah 0.945 dan nilai p-Rank-testnya 0.563, sedangkan untuk non-modifikasi nilai estimatannya adalah 0.988 dan nilai p-Rank-testnya 0.649 maka dia termasuk kategori tinggi.

---

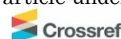
## Article History:

Received: 13-06-2022

Online : 13-07-2022



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



## **A. LATAR BELAKANG**

Bencana adalah peristiwa yang mengganggu kehidupan masyarakat yang disebabkan oleh faktor alam maupun faktor nonalam sehingga menimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah yang dapat berupa kematian, jiwa terancam, dan gangguan kegiatan masyarakat. Frekuensi kejadian paling besar dan banyak menimbulkan kerugian dari suatu bencana karena iklim adalah banjir. Banjir didefinisikan sebagai tergenangnya suatu tempat akibat meluapnya air yang melebihi kapasitas pembuangan air di suatu wilayah yang dapat menimbulkan kerugian fisik, sosial dan ekonomi. Oleh karena itu, perlu memprediksi tingkat akurasi peramalan yang akurat untuk mendapatkan perencanaan peramalan yang lebih akurat (Alexandrana et al., 2019). Sehingga memerlukan metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) dimana ANFIS itu sendiri adalah penggabungan mekanisme fuzzy inference system yang digambarkan dalam arsitektur jaringan saraf. Keunggulan fuzzy inference system adalah dapat menerjemahkan pengetahuan dari pakar dalam bentuk aturan-aturan, namun biasanya dibutuhkan waktu yang lama untuk menentukan fungsi keanggotaannya. Oleh sebab itu, dibutuhkan teknik pembelajaran dari jaringan saraf tiruan untuk mengotomatisasi proses tersebut sehingga dapat mengurangi waktu pencarian, hal tersebut menyebabkan metode ANFIS sangat baik diterapkan dalam berbagai bidang (Elektro et al., 2013). Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) atau bisa dikenal dengan neuro-fuzzy juga merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk prediksi atau diagnosis, dengan tingkat akurasi cukup bagus (Syaharuddin et al., 2019). ANFIS merupakan gabungan antar konsep Backpropagation Neural Network dengan konsep logika fuzzy. Sistem berbasis fuzzy bisa dinyatakan dengan pengetahuan berbentuk "if then" yang memberikan keuntungan tidak memerlukan analisis matematik untuk pemodelan, selain itu sistem fuzzy juga bisa memproses penalaran dan pengetahuan manusia yang berorientasi pada aspek kualitatif (Dewi & Muslikh, 2013). Dimana ANFIS berhasil memperkirakan monthly return ISE National 100 Index dengan tingkat akurasi 98,3%. ANFIS juga telah digunakan untuk peramalan beban listrik jangka pendek di Bali. Penelitian-penelitian yang telah dilakukan membuktikan bahwa metode ANFIS dapat digunakan sebagai metode prediksi (Syahputra, 2012).

Penelitian tentang tingkat akurasi peramalan menggunakan metode neuro-fuzzy dalam pembelajaran matematika telah banyak dilakukan seperti upaya meningkatkan river streamflow time series (Mohammadi et al., 2020), radiation prediction in Nigeria (Olatomiwa et al., 2015), robustness of recursive consequent parameters learner (Lughofer, 2021), land subsidence susceptibility mapping (Ghorbanzadeh et al., 2018), hepatitis disease diagnosis (Nilashi et al., 2019), air quality dispersion delhi, india (Mishra & Goyal, 2016), prediction of Biochar (Aziz et al., 2017), prediction of discharge coefficient of triangular labyrinth weirs (Haghiabi et al., 2018), shear strength of reinforced concrete beams (Amani & Moeini, 2012), determine the blood glucose level of diabetic (Nata'ala et al., 2019). (Rozi & Sukmana, 2016) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa hasil peramalan dapat ditingkat menggunakan Metode neuro-fuzzy, hal ini dilihat dari nilai laju pembelajaran 0.3 yang menghasilkan tingkat akurasi mencapai 76.67 %

yang berarti cukup tinggi. Hal serupa juga dilakukan oleh (Rahmadi, 2015), dari 70 data latih nilai learning rate 0,6 memberikan hasil paling optimal yaitu memberikan nilai RMSE 1,274 dan akurasi prediksi adalah sebesar 93,33%. (Muhajirah et al., 2019) Dan dalam penelitiannya menyebutkan hasil peramalan terbaik didapatkan pada tipe Gauss2mf karena menghasilkan prediksi sebesar 69.5 dengan error sebesar 0.95947 dan MAD sebesar 0.530354, MSE sebesar 1.570035, MAPE sebesar 0.049273. Hasil penelitian ketepatan 60% (Patmawati & Santika, n.d.), akurasi sebesar 60% (Akhirson & Heruseto, 2016), MAPE sebesar 8,70% (Prakoso., n.d.), RMSE sebesar 0,081109 (Rokhtiti, 2017), RMSE sebesar 1.328 (N. R. Sari et al., 2017).

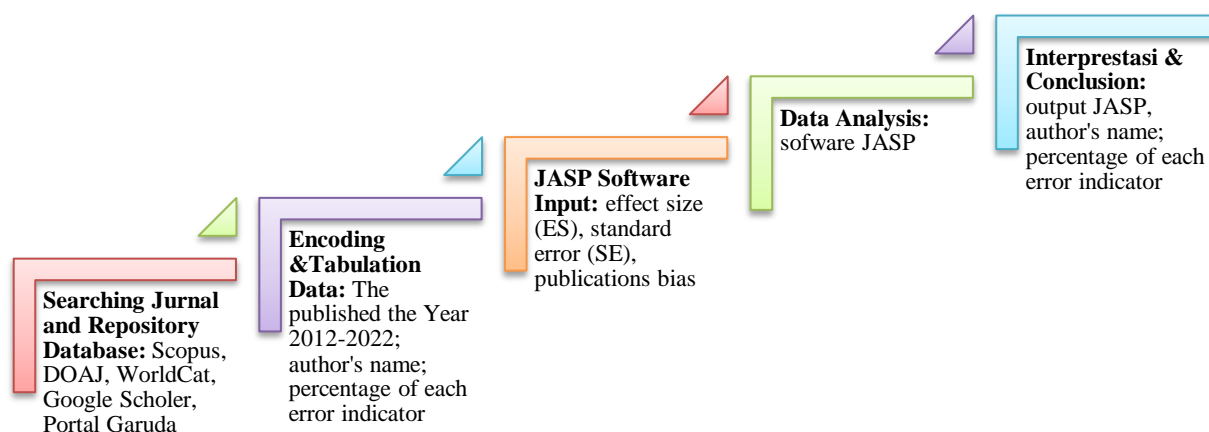
Penggunaan Metode neuro-fuzzy sebagai media pembelajaran matematika telah banyak diprediksi di pembangkit listrik jenis PLTU seperti Noor (2015), membandingkan Metode neuro-fuzzy dan ANN dalam meningkatkan hasil peramalan lebih akurat. Hasilnya, Metode neuro-fuzzy lebih berpengaruh daripada ANN dalam meningkatkan hasil peramalan dimana dengan menggunakan Metode neuro-fuzzy mengalami peningkatan sebesar 6,9% pertahun. (Walid & Darmawan, 2018), juga memprediksi salinitas air laut yang bisa dijadikan sebagai bahan refrensi untuk produksi garam. Salinitas adalah kadar garam terlarut dalam air, dengan salinitas yang sesuai standart dalam industri garam akan berdampak pada kualitas garam yang dihasilkan. (Kalaksita & Irhamah, 2016), juga memprediksi peramalan curah hujan harian di kota Semarang diterapkan di BMKG seperti, menggabungkan model ARIMA dan ANFIS, hal ini dikarenakan dalam dunia nyata jarang ditemukan kejadian time series yang murni linier ataupun murni non linier. Hasilnya, ANFIS dapat diperoleh model yang mampu menghasilkan akurasi nilai ramalan curah hujan yang lebih tinggi dibanding metode peramalan yang linier. (Wahyudi & Kalandro, 2020), juga memprediksi peramalan beban listrik yang tersambung pada penyulang PT PLN (PERSERO) ULP yang diterapkan di PLN (PERSERO) seperti, menggunakan data beban bulanan 5 tahun kebelakang yaitu tahun 2015-2019 menggunakan metode ANFIS. Hasilnya, Testing peramalan tahun 2018 menghasilkan nilai MAPE sebesar 0,0000103988%, sedangkan testing peramalan tahun 2019 menghasilkan nilai MAPE sebesar 0,0000158672%. Dari nilai MAPE hasil testing tahun 2018 dan tahun 2019 dapat diketahui bahwa nilai MAPE kurang dari 10% sehingga dapat dikatakan kemampuan prediksi sangat baik dan (Satriawan et al., 2020) juga memprediksi beban listrik di Nusa dua Bali menggunakan metode ANFIS. Hasilnya, beban listrik di Nusa dua Bali mengalami peningkatan dari tahun 2013-2017 rata-rata sebesar 11,83%.

Banyaknya penelitian yang telah dilakukan, membuktikan bahwa Metode neuro-fuzzy dapat meningkatkan hasil peramalan yang akurat. Namun, hasil-hasil penelitian tersebut belum mampu menjelaskan besar tingkat pengaruh tersebut secara menyeluruh berdasarkan hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan selama ini, perbandingan tingkat pengaruh berdasarkan *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) dan *Artificial Neural Network* ANN. Oleh sebab itu, penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi lebih mendalam terkait tingkat pengaruh Metode neuro-fuzzy dalam meningkatkan hasil peramalan yang lebih akurat.

## B. METODE

Penelitian ini merupakan Meta-Analisis. Meta-analisis merupakan suatu teknik statistika yang menggabungkan dua atau lebih penelitian sejenis sehingga diperoleh paduan data secara kuantitatif. Dilihat dari prosesnya, meta-analisis merupakan suatu studi observasional retrospektif, dalam artian peneliti membuat rekapitulasi data tanpa melakukan manipulasi eksperimental.

Meta-analisis lebih tidak bersifat subjektif dibandingkan dengan metode tinjauan lain. Meta-analisis tidak fokus pada kesimpulan yang didapat pada berbagai studi, melainkan fokus pada data, seperti melakukan operasi pada variabel-variabel, besarnya ukuran efek, dan ukuran sampel. Untuk mensintesis literatur riset, meta-analisis statistikal menggunakan hasil akhir dari studi-studi yang serupa seperti ukuran efek, atau besarnya efek. Fokus pada ukuran efek dari penemuan empiris ini merupakan keunggulan meta-analisis dibandingkan dengan metode tinjauan literatur lain. Dengan kata lain, meta-analisis adalah suatu bentuk penelitian kuantitatif yang menggunakan angka-angka dan metode statistik dari beberapa hasil penelitian untuk mengorganisasikan dan menggali informasi sebanyak mungkin dari data yang diperoleh, sehingga mendekati kekomprehensifan dengan maksud-maksud lainnya. Salah satu syarat yang diperlukan dalam melakukan meta-analisis adalah pengkajian terhadap hasil-hasil penelitian yang sejenis.



**Gambar 1.** Research Flow Diagram

Penelitian ini dikumpulkan dari berbagai sumber, dengan cara (1) mereview artikel-artikel yang terdapat dari jurnal nasional dan internasional secara online (2) Hasil dari jurnal-jurnal agar mengetahui nilai akurasi.

**Table 1.** Database Pengeindeks sebagai Sumber Data

Indexer	Url
Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
ScienceDirect	<a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>
DOAJ	<a href="https://doaj.org/">https://doaj.org/</a>
WorldCat	<a href="https://www.worldcat.org/">https://www.worldcat.org/</a>
Google Scholar	<a href="https://scholar.google.co.id/">https://scholar.google.co.id/</a>
Portal Garuda	<a href="https://garuda.kemdikbud.go.id/">https://garuda.kemdikbud.go.id/</a>

Kata kunci yang digunakan peneliti saat melakukan menelusuri artikel yaitu (1) Tingkat akurasi peramalan Metode neuro-fuzzy (2) Nilai akhir dari sebuah peramalan (Nilai Akurasi). Selanjutnya, melakukan menganalisis data berupa: (1) Melakukan Pelabelan atau penomoran pada artikel tersebut (2) Menulis nilai uji korelasi ( $r$ ), dan jumlah subjek penelitian ( $N$ ), (3) menghitung nilai effect size (ES) dan standart error (SE), (4) melakukan analisis data berbantuan software JASP (5) menganalisis hasil-hasil yang ditemukan dari artikel-artikel yang menjadi rujukan data (6) Mengambil kesimpulan dan Saran. Untuk menghitung nilai ES setiap data yang diperoleh berupa nilai koefisien korelasi ( $R$ ) harus diubah menjadi nilai ES terlebih dahulu dengan rumus sebagai berikut:

$$ES_i = 0,5 \times LN \frac{1+r}{1-r} \quad (1)$$

Setelah menemukan nilai ES, maka untuk menghitung summary effect (SE) dihitung dengan menggunakan rumus:

$$SE_i = \sqrt{\frac{1}{N-3}} \quad (2)$$

Kategori tingkat pengaruh ditentukan dengan nilai Effect Size (ES) dan Standart Error (SE). Kategori nilai ES sesuai Tabel 2 berikut.

**Tabel 2.** Classification of Glass's effect sizes

Effect Size (ES)	Category
$ES \leq 0.15$	Efek yang dapat diabaikan
$0.15 < ES \leq 0.40$	Efek kecil
$0.40 < ES \leq 0.75$	Efek sedang
$0.75 < ES \leq 1.10$	Efek tinggi
$1.10 < ES \leq 1.45$	Efek yang sangat tinggi
$1.45 < ES$	Pengaruh tinggi

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil Seleksi Data

Dari hasil penelusuran diperoleh data publikasi sebanyak 71 publikasi, data publikasi yang memenuhi sebanyak 53 yang terdiri dari modifikasi dan non-modifikasi, dan data yang tidak memenuhi sebanyak 18 publikasi. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah jumlah subjek penelitian (N), klasifikasi, dan r-Coef Cor (r). Sedangkan metode yang dapat digunakan pada proses pembahasan atau analisis data lanjutan dengan ketentuan tambahan tertentu. Berdasarkan data lengkap sesuai kriteria kelayakan yang telah ditentukan diperoleh sebanyak 53 data lengkap dari jumlah data keseluruhan sebanyak 71 data. Adapun hasil perhitungan nilai ES dan SE sesuai persamaan (1) dan persamaan (2) sesuai Tabel 3.

**Table 3.** Results of Data Selection and *ES* and *SE* Values

No	Studies	N	r-Coef Cor	ES	SE
1	Study 1 (Techniques et al., 2013)	199	0,916	1,56358908	0,0714
2	Study 2 (Dewi & Muslikh, 2013)	14	0,9366	1,709612638	0,3015
3	Study 3 (Elektro et al., 2013)	540	0,2933	0,302145709	0,0432
4	Study 4 (Palani et al., 2013)	81	0,689	0,84605	0,1132
5	Study 5 (Hipni et al., 2013)	10	0,893	1,436545	0,378
6	Study 6 (Do & Chen, 2013)	653	0,728	0,924459	0,0392
7	Study 7 (Dewi et al., 2014)	1800	0,9457	1,789426431	0,0236
8	Study 8 (Maiti & Tiwari, 2014)	36	0,75	0,972955	0,1741
9	Study 9 (Ghosh et al., 2014)	961	0,9530	1,863487165	0,0323
10	Study 10 (Ramasso & Gouriveau, 2014)	26	0,744	0,95938	0,2085
11	Study 11 (Chang et al., 2014)	8333	0,69	0,847956	0,011
12	Study 12 (hasbi yasin, alan prahutama, n.d.)	455	0,9247	1,620522628	0,047
13	Study 13 (Du et al., 2015)	192	0,2	0,202732554	0,0727
14	Study 14 (Lee et al., 2015)	355	0,7557	0,986112969	0,0533
15	Study 15	11208	0,538	0,601336629	0,0094

	(Industri, 2015)				
16	Study 16 (Allyna Virrayyani, 2015)	20	0,057	0,057061852	0,2425
17	Study 17 (Ayuningtyas et al., 2016)	113	0,7142	0,895704756	0,0953
18	Study 18 (Hapsari et al., 2016)	35	0,62675	0,736045501	0,1768
19	Study 19 (Rozi & Sukmana, 2016)	1800	0,7667	0,948272554	0,0236
20	Study 20 (Akhirson & Heruseto, 2016)	9	0,6031	0,698005087	0,4082
21	Study 21 (Holle, 2016)	297	0,6566	0,78681332	0,0583
22	Study 22 (Bakyani et al., 2016)	1842	0,695	0,857563	0,0233
23	Study 23 (N. R. Sari et al., 2017)	99	0,6	0,693147181	0,1021
24	Study 24 (Fattahi, 2017)	67	0,8	1,098612289	0,125
25	Study 25 (Suhartoyo & Wijaya, 2017)	90	0,95	1,831780823	0,1072
26	Study 26 (Yunita, 2017)	14	0,7297	0,928085404	0,3015
27	Study 27 (Suhartoyo & Wijaya, 2017)	81	0,1263	0,126978068	0,1132
28	Study 28 (Gupita, 2017)	504	0,8838	1,392866724	0,0447
29	Study 29 s.sari(S. Sari et al., 2017)	108	0,45	0,484700279	0,0976
30	Study 30 (Rokhtiti, 2017)	180	0,7360	0,941694896	0,0752
31	Study 31 (Abdurrahman, 2017)	6	0,9309	1,665093382	0,5774
32	Study 32 (Pratama et al., 2018)	170	0,8055	1,114080339	0,0774
33	Study 33 (Guimarães et al., 2018)	90	0,8333	1,198838555	0,1072
34	Study 34 (Dixit et al., 2018)	6	0,9	1,472219	0,5774
35	Study 35 Rahman(Rahman et al., 2018)	210	0,9521	1,853772745	0,0695
36	Study 36 (Dixit et al., 2018)	503	0,92	1,589026915	0,0447
37	Study 37 (Studi et al., 2018)	64	0,8833	1,390587148	0,128

38	Study 38 (Kaesmetan, 2018)	255	0,9	1,472219	0,063
39	Study 39 Nikentari(Nikentari et al., 2018)	70	0,9333	1,683389357	0,1222
40	Study 40 (Dixit et al., 2018)	600	0,9133	1,547065448	0,0409
41	Study 41 (Kumar Chandar, 2019)	1414	0,9	1,472219	0,0266
42	Study 42 (Ge & Zeng, 2019)	5500	0,1287	0,129417729	0,0135
43	Study 43 (Samanta et al., 2019)	1400	0,95	1,831780823	0,0268
44	Study 44 (Suwanto et al., 2019)	185	0,436	0,467281249	0,0741
45	Study 45 (Alexsandrana et al., 2019)	40	0,925	1,622596567	0,1644
46	Study 46 (Suwanto et al., 2019)	1000	0,8069	1,11807988	0,0317
47	Study 47 (Prakoso, 2019)	20	0,57	0,647522845	0,2425
48	Study 48 (Muhajirah et al., 2019)	8340	0,69	0,847956	0,011
49	Study 49 (Stefenon et al., 2020)	500	0,9	1,472219	0,0449
50	Study 50 (Ramadhan et al., 2020)	35	0,85	1,256153	0,1768
51	Study 51 (Fauzan, 2020)	135	0,9	1,472219	0,087
52	Study 52 (Bodyanskiy & Chala, 2021)	590	0,7	0,867301	0,0413
53	Study 53 (Ryabko et al., 2022)	5000	0,95	1,831780823	0,0141
			0,7014	0,976268	0,121994

### Uji Heterogenitas

Berikut ini adalah hasil uji heterogenitas pada metode neuro-fuzzy dengan menggunakan softwear JASP.

**Tabel 4.** Hasil Uji Heterogenitas

Metode	N	Q-Heterogen	p-value	I <sup>2</sup> (%)
Neuro-fuzzy	53	8526.884	<.001	99.351

Berdasarkan data yang diperoleh dari software JASP, hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa data yang dianalisis adalah heterogen sebesar Q= 8526.884; p-value= <.001; dan I<sup>2</sup>(%)= 99.351.



### Uji Hipotesis

Analisis variabel moderator diperlukan untuk melihat hasil dari data yang sudah di running. Adapun hasil analisis seberapa besar tingkat akurasi pada metode neuro-fuzzy dengan menggunakan software JASP sesuai Tabel 5 berikut:

**Tabel 5.** Untuk Coefficient

<b>Coefficients</b>			
	<b>Estimate</b>	<b>Standard Error</b>	<b>z p</b>
intercept	0.974	0.059	16.627 < .001

*Note.* Wald test.

Pada Tabel tentang coefficient diatas, terlihat bahwa nilai sebesar 16.627 dan nilai p-value sebesar <.001 yang berarti lebih kecil dari nilai signifikan 5% yang berarti nilai effect size tidak sama dengan 0. Berdasarkan hasil forest plot diperoleh summary effect dari RE model peramalan menggunakan metode neuro-fuzzy sebesar 97% yang menunjukkan bahwa pengaruh peramalan menggunakan metode tersebut sebesar 97% sedangkan 3% dipengaruhi faktor lainnya.

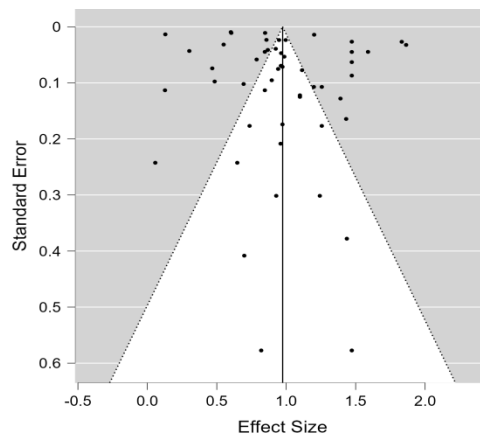
### Uji publikasi bias

Uji ini dilakukan untuk melihat apakah data yang sudah terkumpul dapat dijadikan sample yang representatif dari populasinya. Uji ini dapat dilihat menggunakan nilai pada output rank correlation dan regrestion test. Berdasarkan hasil simulasi menggunakan software JASP diperoleh ouput sesuai Tabel 6 berikut:

**Tabel 6.** Rank test

Metode	N	Kendall's	p-Rank Test	z	P-value
Neuro-fuzzy	53	-0.181	0.062	0.042	0.966

Nilai Kendall's pada tabel tersebut sebesar -0.181 yang menunjukkan besar koefisien korelasi antara effect size dengan farian, selanjutnya nilai z yang merupakan besar koefisien regresi sebesar 0.042 dan nilai p-value 0.966 lebih besar dari 0.05 yang menunjukkan bahwa tidak terindikasi publikasi bias. Selain itu, untuk melihat pengujian publikasi bias bisa menggunakan forest plot seperti dibawah ini:



**Gambar 2.** Forest plot keseluruhan data

Berdasarkan hasil plotting publikasi pada gambar tersebut, dapat diketahui bahwa tidak ada penelitian yang hilang yang ditandai dengan lingkaran terbuka, seluruh lingkaran tertutup dan sembaran data tidak membentuk pola tertentu. Hasil ini menunjukkan sample yang digunakan dalam penelitian ini terindikasi tidak adanya publikasi bias.

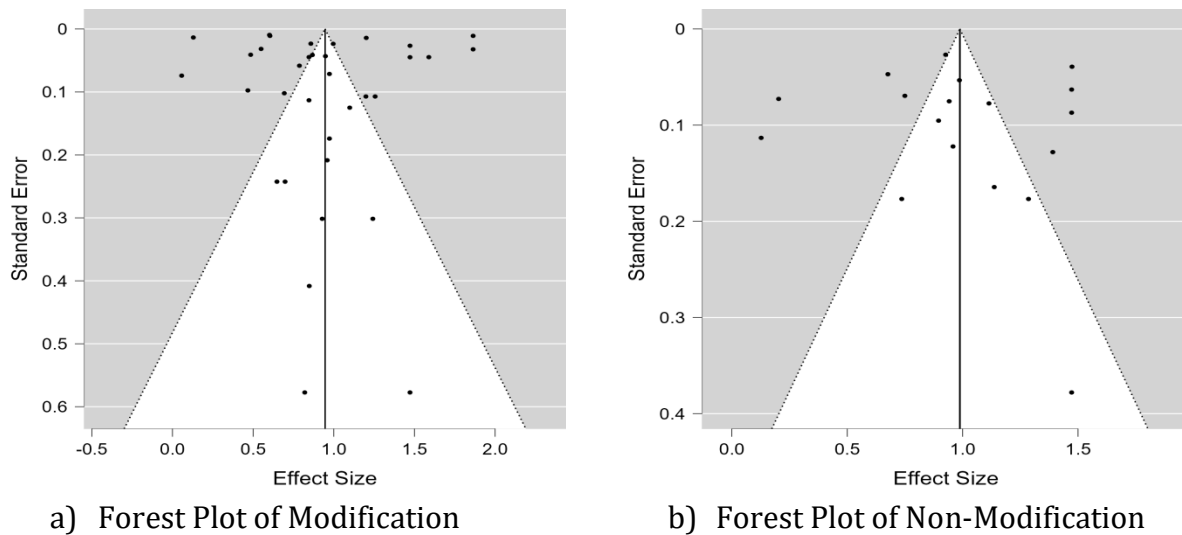
### Pengujian Variabel Moderator

Analisis variabel moderator diperlukan untuk melihat klasifikasi, publication years dan sample size. Adapun hasil analisis data menggunakan JASP sesuai tabel berikut:

**Tabel 7.** Hasil Analisis Data Variabel Moderator

Kategori	N	Q-Heterogen	Estimate	I <sup>2</sup> (%)	p-Rank Test
Modifikasi	34	15342.250	0.945	99.584	0.563
Non-Modifikasi	18	499.632	0.988	97.095	0.649

Dari Tabel 7 di atas terlihat bahwa interval dari klasifikasi dibagi menjadi dua yaitu modifikasi dan non-modifikasi. Nilai dari estimate dari modifikasi sebesar 0.945; p-rank test 0.563 dan RE model sebesar 0.95 [0.79, 1.10] sehingga kategori dikatakan tinggi. Sedangkan, untuk nilai estimate non-modifikasi sebesar 0.988; p-rank test 0.649 dan RE model sebesar 0.99 [0.80, 1.18] sehingga kategorinya dikatakan tinggi.



**Gambar 3.** Forest Plot of Modification and Non-Modification

Berdasarkan hasil plotting publikasi pada gambar 4 tersebut, dapat diketahui bahwa tidak ada penelitian yang hilang yang ditandai dengan lingkaran terbuka, seluruh lingkaran tertutup dan sembaran data tidak membentuk pola tertentu. Hasil ini menunjukkan sample yang digunakan dalam penelitian ini terindikasi tidak adanya publikasi bias. Untuk hasil moderator variable analisis menggunakan software JASP dapat dilihat seperti pada tabel berikut:

**Table 7.** Moderator Variable Analysis

Variable	Interval	N	Coefficient	p-Rank Test	Category
Publication years	2012-2016	25	0.697	0.299	Sedang
	2017-2022	26	0.625	0.345	Sedang
Sample Size	≤ 50	7	0.659	0.761	Sedang
	51 – 100	5	0.304	0.405	Rendah
	≥ 100	32	0.927	0.361	Tinggi

Pada publication years (tahun terbit) intervalnya dibagi dua yaitu tahun 2012-2016, dan 2017-2022. Pada tahun 2012-2016 nilai coefficientnya sebesar 0.697, nilai p-rank test sebesar 0.299 dan forest plot sebesar 0.70 [0.40, 0.99], jadi kategorinya bisa dikatakan sedang. Pada tahun 2017-2022 nilai coefficientnya sebesar 0.625, nilai p-rank test sebesar 0.345 dan forest plot sebesar 0.65 [0.42, 0.89].

#### D. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil uji heterogen, uji hipotesis, uji bias dan uji variable moderator yang sudah dilakukan terhadap artikel dengan kata kunci Peramalan Menggunakan Metode neuro-fuzzy didapatkan kesimpulan yaitu pada uji heterogen  $Q = 8526.884$ ; nilai p-value sebesar  $< .001$  yang lebih kecil dari nilai signifikan 5% (0.05) karena effect size

tidak sama dengan 0. Pada uji publikasi bias, metode peramalan yang dilakukan tidak teridentifikasi publikasi bias karena nilai p-value lebih besar dari nilai signifikan 5%. Hasil analisis data menggunakan software JASP menunjukkan bahwa nilai Estimate pada tingkat akurasi peramalan menggunakan metode neuro-fuzzy sebesar 0.974 dan nilai RE Model peramalan sebesar 0.97 yang termasuk kategori sedang. Yang termasuk kategori sedang, bagian klasifikasi ada dua macam yaitu modifikasi dan non modifikasi. Nilai estimate dari modifikasi adalah 0.945 dan nilai p-Rank-testnya 0.563, sedangkan yang non modifikasi nilai estimatonya adalah 0.988 dan nilai p-Rank-testnya 0.649 dan peramalan menggunakan metode neuro-fuzzy sebesar 97% yang menunjukkan bahwa pengaruh peramalan menggunakan metode tersebut sebesar 97% sedangkan 3% dipengaruhi faktor lainnya.

## REFERENSI

- Abdurrahman, I. (2017). *Estimasi Radiasi Matahari Per Jam Pada Permukaan Horizontal Dengan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System ( Anfis ) ( Studi Kasus Di Surabaya ) Horizontal Surface With Adaptive Neuro Fuzzy Inference System ( Anfis ) ( Case Study in Surabaya )*.
- Akhirson, A., & Heruseto, B. (2016). Pendekatan Adaptive Neuro Fuzzy Sebagai Alternatif Bagi Bank Indonesia Dalam Menentukan Tingkat Inflasi Di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*, 19(2), 309. <https://doi.org/10.24914/jeb.v19i2.463>
- Alexsandrana, Sitorus, S. H., & Midyanti, D. M. (2019). Menggunakan Logika Fuzzy Tsukamoto Berbasis Website ( Studi Kasus Kota Pontianak ). *Jurnal Komputer Dan Aplikasi*, 07(02), 61–70.
- Amani, J., & Moeini, R. (2012). Prediction of shear strength of reinforced concrete beams using adaptive neuro-fuzzy inference system and artificial neural network. *Scientia Iranica*, 19(2), 242–248. <https://doi.org/10.1016/j.scient.2012.02.009>
- Ayuningtyas, P., Triyanto, D., & Rismawan, T. (2016). Prediksi Beban Listrik Pada PT.PLN (PERSERO) Menggunakan Regresi Interval Dengan Neural Fuzzy. *Jurnal Coding, Sistem Komputer UNTAN*, 04(1), 1–10.
- Aziz, M. A. El, Hemdan, A. M., Ewees, A. A., Elhoseny, M., Shehab, A., Hassanien, A. E., & Xiong, S. (2017). Prediction of biochar yield using adaptive neuro-fuzzy inference system with particle swarm optimization. *Proceedings - 2017 IEEE PES-IAS PowerAfrica Conference: Harnessing Energy, Information and Communications Technology (ICT) for Affordable Electrification of Africa, PowerAfrica 2017*, 115–120. <https://doi.org/10.1109/PowerAfrica.2017.7991209>
- Bakyani, A. E., Sahebi, H., Ghiasi, M. M., Mirjordavi, N., Esmaeilzadeh, F., Lee, M., & Bahadori, A. (2016). Prediction of CO<sub>2</sub>-oil molecular diffusion using adaptive neuro-fuzzy inference system and particle swarm optimization technique. *Fuel*, 181, 178–187. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2016.04.097>
- Bodyanskiy, Y., & Chala, O. (2021). Generalized neo-fuzzy-neuron with membership functions of special type in medical diagnostics. *CEUR Workshop Proceedings*, 3038, 1–10.
- Chang, F. J., Chiang, Y. M., Tsai, M. J., Shieh, M. C., Hsu, K. L., & Sorooshian, S. (2014). Watershed rainfall forecasting using neuro-fuzzy networks with the assimilation of multi-sensor information. *Journal of Hydrology*, 508, 374–384. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.11.011>

- Dewi, C., Kartikasari, D. P., & Mursityo, Y. T. (2014). Prediksi Cuaca Pada Data Time Series Menggunakan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (Anfis). *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 1(1), 18–24.
- Dewi, C., & Muslikh, M. (2013). Perbandingan Akurasi Backpropagation Neural Network dan ANFIS Untuk Memprediksi Cuaca. *Journal of Scientific Modeling & Computation*, 1(1), 7–13.
- Do, Q. H., & Chen, J. F. (2013). A neuro-fuzzy approach in the classification of students' academic performance. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/179097>
- Du, W. L., Ho, D., & Capretz, L. F. (2015). *Improving Software Effort Estimation Using Neuro-Fuzzy Model with SEER-SEM*. 10(12). <http://arxiv.org/abs/1507.06917>
- Elektro, M. T., Teknik, F., Udayana, U., Pengajar, S., Elektro, T., Teknik, F., Udayana, U., & Jimbaran, K. B. (2013). Peramalan Beban Listrik Jangka Pendek Di Bali Menggunakan Pendekatan Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (Anfis). *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 11(2).
- Fattahi, H. (2017). Prediction of slope stability using adaptive neuro-fuzzy inference system based on clustering methods. *Journal of Mining & Environment*, 8(2), 163–177. <https://doi.org/10.22044/jme.2016.637>
- Fauzan, M. (2020). *ANALISIS PERAMALAN HARGA EMAS DUNIA MENGGUNAKAN FUZZY TIME SERIES MODEL CHENG.pdf*.
- Ge, D., & Zeng, X. J. (2019). A self-evolving fuzzy system which learns dynamic threshold parameter by itself. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 27(8), 1625–1637. <https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2018.2886154>
- Ghorbanzadeh, O., Rostamzadeh, H., Blaschke, T., Gholaminia, K., & Aryal, J. (2018). A new GIS-based data mining technique using an adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) and k-fold cross-validation approach for land subsidence susceptibility mapping. *Natural Hazards*, 94(2), 497–517. <https://doi.org/10.1007/s11069-018-3449-y>
- Ghosh, S., Biswas, S., Sarkar, D., & Sarkar, P. P. (2014). A novel Neuro-fuzzy classification technique for data mining. *Egyptian Informatics Journal*, 15(3), 129–147. <https://doi.org/10.1016/j.eij.2014.08.001>
- Guimarães, A. J., Silva Araujo, V. J., de Campos Souza, P. V., Araujo, V. S., & Rezende, T. S. (2018). Using fuzzy neural networks to the prediction of improvement in expert systems for treatment of immunotherapy. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 11238 LNAI, 229–240. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-03928-8\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-030-03928-8_19)
- Gupita, S. A. N. (2017). *Prediksi Kadar Polutan Menggunakan Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) untuk Pemantauan Kualitas Udara di Kota Surabaya*.
- Haghiabi, A. H., Parsaie, A., & Ememgholizadeh, S. (2018). Prediction of discharge coefficient of triangular labyrinth weirs using Adaptive Neuro Fuzzy Inference System. *Alexandria Engineering Journal*, 57(3), 1773–1782. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2017.05.005>
- Hapsari, K. D., Cholissodin, I., & Santoso, E. (2016). Optimasi Radial Basis Function Neural Network Menggunakan Hybrid Particle Swarm Optimization Dan Genetic Algorithm Untuk Peramalan Curah Hujan. *DORO: Repository Jurnal ..., January*. [https://www.researchgate.net/profile/Imam-Cholissodin/publication/328852566\\_Optimasi\\_Radial\\_Basis\\_Function\\_Neural\\_Netw](https://www.researchgate.net/profile/Imam-Cholissodin/publication/328852566_Optimasi_Radial_Basis_Function_Neural_Netw)

- ork\_Menggunakan\_Hybrid\_Particle\_Swarm\_Optimization\_Dan\_Genetic\_Algorithm\_Untuk\_Peramalan\_Curah\_Hujan/links/5be68a054585150b2bab9dbb/Optim
- Hipni, A., El-shafie, A., Najah, A., Karim, O. A., Hussain, A., & Mukhlisin, M. (2013). Daily Forecasting of Dam Water Levels: Comparing a Support Vector Machine (SVM) Model With Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS). *Water Resources Management*, 27(10), 3803–3823. <https://doi.org/10.1007/s11269-013-0382-4>
- Holle, K. F. H. (2016). Diagnosis Penyakit Jantung Menggunakan Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS). *Matics*, 8(2), 81. <https://doi.org/10.18860/mat.v8i2.3537>
- Industri, F. T. (2015). Menentukan produktivitas panen sayuran kubis putih ( *brassica oleracea var . Capitata* ) di karangploso design of weather prediction system with anfis method to determine the crop harvest productivity of white.
- Kaesmetan, Y. R. (2018). Di Propinsi Nusa Tenggara Timur Dengan Fuzzy Inference System ( FIS ). 10, 42–48.
- Kalaksita, R. S., & Irhamah, I. (2016). Peramalan Curah Hujan Harian di Stasiun Ahmad Yani Kota Semarang Menggunakan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System ( ANFIS ). *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 5(2), 498–503.
- Kumar Chandar, S. (2019). Fusion model of wavelet transform and adaptive neuro fuzzy inference system for stock market prediction. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*. <https://doi.org/10.1007/s12652-019-01224-2>
- Lee, M. J., Park, I., & Lee, S. (2015). Forecasting and validation of landslide susceptibility using an integration of frequency ratio and neuro-fuzzy models: a case study of Seorak mountain area in Korea. *Environmental Earth Sciences*, 74(1), 413–429. <https://doi.org/10.1007/s12665-015-4048-9>
- Lughofer, E. (2021). Improving the robustness of recursive consequent parameters learning in evolving neuro-fuzzy systems. *Information Sciences*, 545, 555–574. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2020.09.026>
- Maiti, S., & Tiwari, R. K. (2014). A comparative study of artificial neural networks, Bayesian neural networks and adaptive neuro-fuzzy inference system in groundwater level prediction. *Environmental Earth Sciences*, 71(7), 3147–3160. <https://doi.org/10.1007/s12665-013-2702-7>
- Mishra, D., & Goyal, P. (2016). Neuro-fuzzy approach to forecast NO2 pollutants addressed to air quality dispersion model over Delhi, India. *Aerosol and Air Quality Research*, 16(1), 166–174. <https://doi.org/10.4209/aaqr.2015.04.0249>
- Mohammadi, B., Linh, N. T. T., Pham, Q. B., Ahmed, A. N., Vojteková, J., Guan, Y., Abba, S. I., & El-Shafie, A. (2020). Adaptive neuro-fuzzy inference system coupled with shuffled frog leaping algorithm for predicting river streamflow time series. *Hydrological Sciences Journal*, 65(10), 1738–1751. <https://doi.org/10.1080/02626667.2020.1758703>
- Muhajirah, A., Safitri, E., Mardiana, T., Hartina, H., & Setiawan, A. (2019). Analisis Tingkat Akurasi Metode Neuro Fuzzy dalam Prediksi Data IPM di NTB. *JTAM | Jurnal Teori Dan Aplikasi Matematika*, 3(1), 58. <https://doi.org/10.31764/jtam.v3i1.769>