



PENJADWALAN PREVENTIVE MAINTANANCE AIR CONDITIONING (AC) DENGAN MENGGUNAKAN METODE BACKPROPAGATION

Jaoju Maulana¹, Dian Budhi Santoso²

^{1,2}Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Singaperbangsa Karawang
Email: jaoju.maulana19123@student.unsika.ac.id

ABSTRACT

The use of new air conditioning (AC) systems will run smoothly and efficiently with the inclusion of regular maintenance programs and periodic preventive maintenance schedules. Meanwhile, unscheduled preventive maintenance for the AC will also be conducted in case of any malfunctions. In carrying out such unscheduled maintenance, specific criteria are derived from various field reports on AC malfunctions. These criteria serve as data for the unscheduled maintenance scheduling. The scheduling of both preventive maintenance (scheduled) and unscheduled maintenance is used as a target, where one of them will be the final result used to determine the next scheduling. To determine the scheduled and unscheduled maintenance for the AC, the backpropagation method is employed to analyze and test the data from the reports and malfunction criteria.

Keywords: *Scheduled Maintenance Data, Backpropagation Algorithm*

ABSTRAK

Penggunaan AC yang baru akan berjalan dengan efisien dan tanpa kendala dengan adanya program pemeliharaan rutin dan pemeliharaan berkala yang telah direncanakan sebelumnya. Selain itu, pemeliharaan secara tidak terjadwal juga akan dilakukan jika terdapat kerusakan yang perlu diperbaiki. Dalam melakukan pemeliharaan tidak terjadwal, kriteria kerusakan yang ditemukan dalam lapangan digunakan sebagai acuan untuk menentukan jadwal pemeliharaan tersebut. Penjadwalan pemeliharaan AC yang terencana dan tidak terencana digunakan sebagai target, dimana salah satunya akan menjadi hasil akhir yang digunakan untuk menentukan penjadwalan selanjutnya. Untuk menentukan pemeliharaan AC secara berkala dan tidak berkala, metode backpropagation digunakan untuk menganalisis dan menguji data laporan serta kriteria kerusakan yang ada.

Kata Kunci: *Data penjadwalan pemeliharaan berkala, Algoritma Backpropagation*

I. PENDAHULUAN

Untuk memastikan penggunaan AC yang baru berjalan dengan efisien dan lancar, sangat penting untuk menjalankan program pemeliharaan rutin dan berkala. Melakukan pemeliharaan AC secara teratur dan sesuai jadwal akan membantu menjaga kinerja optimal AC dan mengurangi biaya kerusakan serta pemborosan energi. Menggunakan AC dengan cara yang tidak tepat atau mengabaikan pemeliharaan yang benar dapat mengakibatkan biaya perbaikan yang lebih tinggi. Dengan menerapkan tindakan pencegahan dalam pemeliharaan AC, kita dapat mencegah kerusakan dan menjaga kenyamanan optimal bagi penghuni rumah. Selain itu, melakukan pemeliharaan AC secara tepat juga dapat mencegah kerusakan dan penggantian suku cadang yang tidak perlu. Dari pemahaman terhadap permasalahan tersebut, dapat disimpulkan bahwa ada dua jenis pemeliharaan AC, yaitu pemeliharaan secara berkala dan tidak berkala, yang ditentukan berdasarkan kriteria penjadwalan pemeliharaan. Metode backpropagation sangat tepat digunakan untuk memperoleh hasil berdasarkan target dan kriteria kerusakan yang diperoleh dalam pelaksanaan di lapangan. Berdasarkan latar belakang tersebut, terdapat beberapa rumusan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana hubungan antara penjadwalan AC secara berkala dan tidak berkala dalam menentukan penjadwalan?
2. Bagaimana mendapatkan hasil (output) dan target yang menentukan penjadwalan secara berkala atau pemeliharaan secara tidak berkala?
3. Bagaimana membangun model jaringan syaraf tiruan untuk mencapai target akhir dari data kerusakan dan pemeliharaan secara berkala?

Program pelaksanaan pemeliharaan AC secara berkala telah dilakukan oleh Pihak Manajemen CPI setiap 3 bulan. Setiap 3 bulan, pemeliharaan dilakukan secara rutin, sedangkan pemeliharaan tidak berkala dilakukan hanya jika terjadi kerusakan. Jadwal ini dilakukan setiap tahun tanpa perubahan. Permasalahan yang ditinjau berdasarkan laporan yang diperoleh dari:

1. Pemeliharaan AC berdasarkan laporan kerusakan AC dari penghuni rumah.
2. Pemeliharaan AC berdasarkan temuan yang sering terjadi dari pengawas teknisi di lapangan.
3. Pemeliharaan AC ini dilakukan pada perumahan.

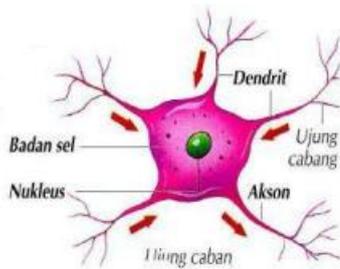
Tujuan dari penelitian ini dapat diringkas sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan dan pemeliharaan AC.
2. Menganalisis jadwal pemeliharaan AC yang telah dilakukan untuk menentukan apakah jadwal tersebut dilakukan secara berkala (preventive schedule) atau tidak terjadwal secara berkala (preventive unscheduled).
3. Membangun jaringan syaraf tiruan menggunakan metode Backpropagation untuk mencapai target yang ditetapkan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

1. Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan saraf tiruan (JST) atau Artificial Neural Network (ANN) disebut juga Simulated Neural Network (SNN), atau biasanya hanya disebut Neural Network (NN), adalah jaringan dari sekelompok unit pemroses kecil yang dimodelkan berdasarkan jaringan saraf manusia. JST merupakan sistem adaptif yang dapat merubah strukturnya untuk memecahkan masalah berdasarkan informasi eksternal maupun internal yang mengalir melalui jaringan tersebut. Secara sederhana, JST adalah sebuah alat pemodelan data statistik non-linier. JST dapat digunakan untuk memodelkan hubungan yang kompleks antara input dan output untuk menemukan pola-pola pada data. Terdapat beberapa jenis komponen dalam Jaringan Syaraf yang memiliki kesamaan. Mirip dengan otak manusia, jaringan syaraf terdiri dari neuron-neuron dan terdapat hubungan antara mereka. Neuron-neuron ini berfungsi untuk mentransformasikan informasi yang diterima melalui sambungan keluarannya ke neuron-neuron lainnya. Hubungan ini dikenal sebagai bobot dalam jaringan saraf, di mana informasi tersebut disimpan dalam nilai tertentu pada bobot tersebut.



Gambar 1. Komponen neuron

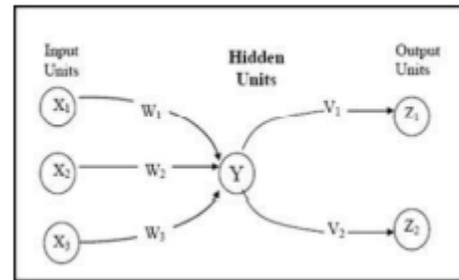
2. Arsitektur jaringan saraf tiruan (JST) adalah representasi matematika dari jaringan saraf yang didasarkan pada asumsi berikut:
 - a) Sinyal dilewatkan antar neuron yang membentuk jaringan neuron.
 - b) Setiap elemen pada jaringan neuron memiliki 1 (satu) pembobot. bahasa manusia yang
 - c) menekankan pada makna atau arti (significance).
 - d) Sinyal yang dikirimkan ke lapisan neuron berikutnya adalah info dikalikan dengan pembobot yang bersesuaian.
 - e) Setiap neuron mengerjakan fungsi aktivasi untuk mendapatkan nilai outputnya.

JST memiliki beberapa karakteristik umum, yaitu:

- a) Arsitektur: Merujuk pada pola koneksi antara neuron dalam jaringan. Ada berbagai arsitektur JST yang dapat digunakan, seperti jaringan feedforward, jaringan rekurensi, atau jaringan konvolusi, yang memiliki pola koneksi yang berbeda-beda.
- b) Pelatihan/Pembelajaran: JST dapat dipelajari atau dilatih menggunakan algoritma khusus. Melalui pelatihan, JST dapat mengubah pembobotnya sehingga dapat mempelajari pola atau hubungan yang ada dalam data yang diberikan.
- c) Fungsi aktivasi: Setiap neuron dalam JST menggunakan fungsi aktivasi untuk mengubah sinyal masukan menjadi sinyal keluaran. Fungsi ini dapat berupa fungsi sigmoid, tangen hiperbolik, ReLU, atau fungsi aktivasi lainnya.

Suatu jaringan neuron sederhana dapat digambarkan sebagai berikut: [di sini, perlu

gambar atau deskripsi yang lebih spesifik untuk menggambarkan jaringan neuron sederhana tersebut.



Gambar 2. Neural Network yang sederhana

Pada Gambar 2 terdapat sebuah model jaringan saraf yang sangat sederhana. Model ini terdiri dari unit-unit input dan output, serta satu unit tersembunyi yang terletak di lapisan tersembunyi (hidden layer). Susunan neuron-neuron di dalam lapisan dan hubungan antara lapisan-lapisan tersebut disebut arsitektur jaringan (net architecture). Jaringan saraf umumnya diklasifikasikan berdasarkan jumlah lapisan (unit input tidak dihitung sebagai lapisan, karena tidak berfungsi sebagai aktivasi). Jumlah layer dalam jaringan dapat didefinisikan sebagai jumlah layer yang terdiri dari koneksi bobot antara neuron-neuron, karena informasi yang terkandung dalam bobot jaringan sangat penting. Jika sebuah jaringan memiliki satu layer yang terdiri dari koneksi bobot antara unit-unit X_1 , X_2 , dan X_3 dengan W_1 , W_2 , dan W_3 , maka bobot tersebut merupakan koneksi antara X_1 , X_2 , X_3 dengan neuron Y . Jaringan input y_{in} pada neuron Y dihasilkan dari penjumlahan perkalian neuron input dengan bobot yang sesuai. Sedangkan jaringan dengan satu atau lebih hidden layer antara unit-unit input dan unit-unit output dikenal sebagai jaringan saraf multilayer. Dalam beberapa kasus, menggunakan beberapa layer dapat memberikan keuntungan, tetapi secara umum, satu layer saja sudah cukup untuk menyelesaikan berbagai masalah. upload, kecepatan download, jitter, latency, streaming test, dan browsing test.

III. METODOLOGI

Metode penelitian yang dilakukan untuk penelitian ini adalah:

- a. Identifikasi Masalah
- b. Studi Literatur
- c. Pengumpulan Data

d. Pengolahan Data

e. Pengujian (Evaluasi)

Dalam tahap ini dilakukan pengujian dengan aplikasi software Matlab untuk menganalisa tingkat kesalahan yang dihasilkan dalam pengujian ini.

Mekanisme pengujian dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu:

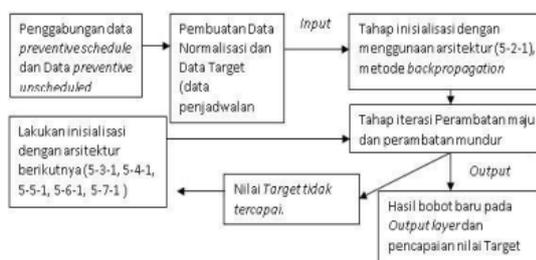
- Tahap penentuan Kriteria Konsentrasi
- Tahap penentuan lapisan input, lapisan tersembunyi dan lapisan output.
- Tahap pelatihan data (training) dan pengujian data (testing)
- Tahap dokumentasi

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data

Dalam analisis data ini, ada beberapa jenis perumahan yang memiliki data pemeliharaan. Data ini mencakup informasi mengenai pemeliharaan AC dan digunakan sebagai input. Terdapat dua jenis data yang diambil: pertama, data pemeliharaan berdasarkan jadwal berkala (*preventive schedule*), dan kedua, data pemeliharaan dilakukan tanpa jadwal tertentu (*preventive unscheduled*).

Kemudian, data tersebut dinormalisasi dengan memberikan target akhir nilai 1 untuk penjadwalan *preventive schedule* dan nilai 0 untuk penjadwalan *preventive unscheduled*. Metode yang digunakan untuk mencapai target akhir ini adalah *backpropagation*, yang melibatkan lapisan input, lapisan tersembunyi (*hidden layer*), dan lapisan output. Dengan menggunakan metode ini, nilai target akhir 1 atau 0 dapat diperoleh.



Gambar 3. Diagram data penjadwalan

Berikut adalah beberapa masalah yang sering dijumpai dalam penjadwalan AC secara tidak berkala dan solusi yang dapat dilakukan untuk setiap masalah:

1. Masalah: Udara tidak dingin (NC) Penanganan:

- Mengganti bearing dan kapasitor indoor/outdoor.
- Mengganti modul outdoor.
- Menambahkan gas Freon dan mengecek ampere.
- Memperbaiki sensor remote indoor.
- Memperbaiki kabel power dan membersihkan es pada unit indoor.
- Mengganti motor kipas indoor dan kapasitor kipas indoor.
- Mengganti kapasitor sistem A, B, dan C.

2. Masalah: Bunyi berisik (N) Penanganan:

- Memperbaiki dan membersihkan saluran pembuangan indoor.
- Mengganti bearing modul indoor.
- Mengganti kapasitor indoor/outdoor.
- Memeriksa kebocoran.
- Memperbaiki posisi pada unit indoor.

3. Masalah: tidak berfungsi (NW) Penanganan:

- Melakukan penyemenan pada lubang indoor.
- Mengganti sensor remote.
- Memperbaiki modul indoor/outdoor.
- Mengulang flaring pada tubing di kondensor.
- Mengganti bearing dan kapasitor indoor/outdoor.

1. Masalah: Bocor air (WL) Penanganan:

- Memperbaiki saluran pembuangan indoor/outdoor.
- Membersihkan filter indoor.
- Melakukan flashing pada saluran pembuangan indoor.
- Mengganti bearing dan kapasitor indoor.

Dalam penjadwalan AC secara tidak berkala, permasalahan-permasalahan di atas dapat diatasi dengan melakukan tindakan yang telah disebutkan. Penting untuk memperhatikan pemeliharaan dan perawatan yang rutin pada AC agar dapat berfungsi dengan baik dan menghindari masalah yang sering terjadi.

No	Description	Perumahan				
		Leuser	Merapi	Seulawah	Sibayak	Talang
1	Jumlah rumah	18	58	51	47	27
2	Jumlah Service rutin setahun	58	133	131	125	17
3	Laporan Service pada kerusakan setahun	62	167	161	127	17

Table 1 Data penjadwalan AC secara Berkala (preventive scedule)dalam setahun

No	Nama	Perumahan				
		Leuser	Merapi	Seulawah	Sibayak	Talang
1	Januari 2012	6	15	21	14	0
2	Pebruari 2012	17	29	22	12	3
3	Maret 2012	7	15	28	27	3
4	April 2012	9	17	19	22	3
5	Mei 2012	12	25	34	18	5
6	Juni 2012	18	30	22	26	0
7	Juli 2012	10	31	36	33	17
8	Agustus 2012	3	19	19	9	0
9	Septem-ber 2012	13	29	28	28	2
10	Oktober 2012	10	31	32	31	1
11	Nopemb-er 2012	8	27	16	11	0
12	Desembe-r 2012	7	32	15	21	0

Table 2 Data Gabungan Pemeliharaan AC secara berkala (preventive schedule) dan bukan secara berkala (preventive unchedule)

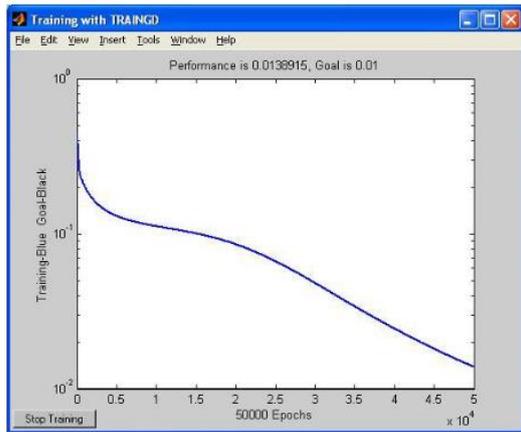
No	Nama	Perumahan				
		Leuser	Merapi	Seulawah	Sibayak	Talang
1	Januari 2012	0,26	0,1	0,33	0,27	0,1
2	Pebruari 2012	0,85	0,76	0,37	0,2	0,24
3	Maret 2012	0,31	0,1	0,6	0,71	0,24
4	April 2012	0,42	0,19	0,25	0,53	0,24
5	Mei 2012	0,58	0,57	0,82	0,41	0,34
6	Juni 2012	0,9	0,81	0,37	0,67	0,1
7	Juli 2012	0,47	0,85	0,9	0,9	0,9
8	Agustus 2012	0,1	0,29	0,25	0,1	0,1
9	Septemb-er 2012	0,63	0,76	0,6	0,7	0,19
10	Oktober 2012	0,47	0,85	0,75	0,83	0,15
11	Nopemb-er 2012	0,37	0,66	0,14	0,17	0,1
12	Desembe-r 2012	0,31	0,9	0,1	0,5	0,1

Table 3 Data Normalisasi

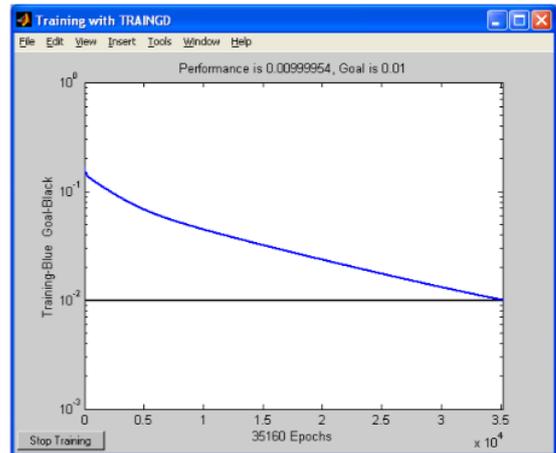
Data target adalah 1 menunjukkan konsentrasi pemeliharaan secara berkala (Preventive schedule) sedangkan 0 menunjukkan konsentrasi pemeliharaan bukan secara berkala (Preventive uncheduled)

Pengujian dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak aplikasi Matlab 6.1. Terdapat lima model Jaringan Syaraf Tiruan yang digunakan, yaitu model 5-3-1, model 5-4-1, model 5-5-1, model 5-6-1, dan model 5-7-1. Informasi lebih rinci mengenai hasil pengujian dapat ditemukan pada Tabel 8.

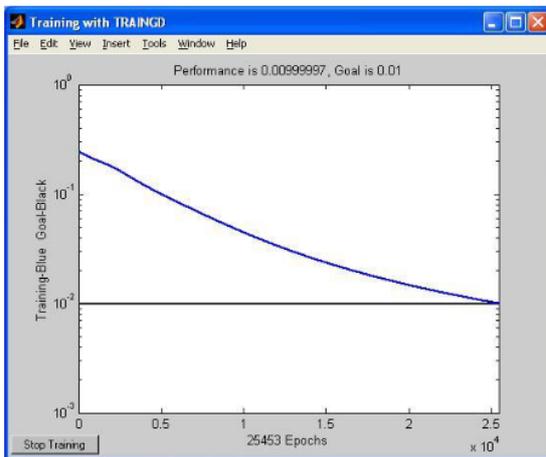
Dalam proses pengujian sistem Jaringan Syaraf Tiruan dengan algoritma backpropagation menggunakan Matlab 6.1, penulis menggunakan kelima model tersebut dengan sampel data sebanyak 12 data dalam periode 12 bulan. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, penulis menyimpulkan bahwa model terbaik adalah model 5-7-1. Model ini dicapai dengan menggunakan proses perulangan (epoch) saat pelatihan sebanyak 35160 kali, dan mencapai tingkat kesalahan kuadrat terkecil (MSE) sebesar 0.00999954 saat pengujian. Informasi perbandingan data dari masing-masing model dapat ditemukan pada Tabel 4



Gambar 4. Pelatihan Pola 5-3-1 Tidak Mencapai Goal



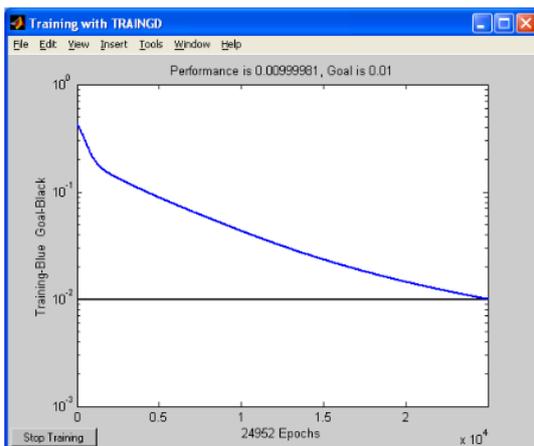
Gambar 7. Pelatihan Pola 5-7-1 Mencapai Goal (Dengan menggunakan Matlab)



Gambar 5. Pelatihan Pola 5-4-1 Mencapai Goal

	5-3-1	5-4-1	5-5-1	5-6-1	5-7-1
<i>Epoch</i>					
Pelatihan	50000	24523	29393	24952	35160
<i>MSE</i>					
Pengujian	0.00138 915	0.00999 997	0.00999 992	0.00999 981	0.00999 954
<i>Akurasi</i>					
(100- <i>MSE</i>)	99,9986 1085	99,9900 0003	99,9900 0008	99,9900 0019	99,9900 0046

Table 4 Perbandingan Epoch dan MSE dari kelima pola yang di uji



Gambar 6. Pelatihan Pola 5-6-1 Mencapai Goal

No	Bulan	Perumahan					JST Pola 5-7-1		
		Leuser	Merapi	Seulawah	Sibayak	Talang	Target	Actual	Error
1	Januari 2012	0,26	0,1	0,33	0,27	0,1	1	0,5875	0,4125
2	Pebruari 2012	0,85	0,76	0,37	0,2	0,24	0	0,2750	0,2750
3	Maret 2012	0,31	0,1	0,6	0,71	0,24	0	0,7160	0,7160
4	April 2012	0,42	0,19	0,25	0,53	0,24	1	0,6244	0,3756
5	Mei 2012	0,58	0,57	0,82	0,41	0,34	0	0,1391	0,1391
6	Juni 2012	0,9	0,81	0,37	0,67	0,1	0	0,4991	0,4991
7	Juli 2012	0,47	0,85	0,9	0,9	0,9	1	0,9173	0,0827
8	Agustus 2012	0,1	0,29	0,25	0,1	0,1	0	0,3943	0,3943

Table 5 Hasil dan Error Data Input (8 buah Data) Pelatihan Data dengan Model 5 – 7 – 1 (Pengujian Dengan Matlab)

No	Bulan	Perumahan						JST Pola 5-7-1	
		Leuser	Merapi	Seulawah	Sibayak	Talang	Target	Act	Error
9	September 2012	0,63	0,76	0,6	0,7	0,19	0	0,0210	-0,0210
10	Oktober 2012	0,47	0,85	0,75	0,83	0,15	1	0,0093	0,9907
11	Nopember 2012	0,37	0,66	0,14	0,17	0,1	0	0,0294	-0,0294
12	Desember 2012	0,31	0,9	0,1	0,5	0,1	0	0,0514	-0,0514

Table 6 Hasil dan Error Data Input (4 Buah Data) Pengujian dengan Model 5-7-1

NO	Pengujian Dengan Matlab Model 5-3-1			Pengujian Dengan Matlab Model 5-4-1			Pengujian Dengan Matlab Model 5-5-1			Pengujian Dengan Matlab Model 5-6-1			Pengujian Dengan Matlab Model 5-7-1		
	Target	Output	Error	Target	Output	Error	Target	Output	Error	Target	Output	Error	Target	Output	Error
1	0	0,0092	0,0092	0	0,0683	-0,0683	0	0,0006	0,0006	0	0,0243	-0,0243	0	0,021	0,021
2	1	0,0061	0,0039	1	0,0498	0,9502	1	0,0001	0,9999	1	0,0904	0,9096	1	0,0093	0,9907
3	0	0,1728	0,1728	0	0,0073	-0,0073	0	0,0121	0,0121	0	0,0212	-0,0212	0	0,0294	0,0294
4	0	0,659	0,659	0	0,0012	0,0012	0	0,0025	0,0025	0	0,0607	-0,0607	0	0,0514	0,0514

Table 7 Hasil Pengujian Sistem

Dari tabel 7 yang merupakan pengujian dengan Matlab dengan menggunakan model 5-3-1, 5-4-1, 5-5-1, 5-6-1 dan 5-7-1 menghasilkan target yang sesuai dengan yang diharapkan yaitu, Target = Output + Error. Untuk pencapaian target 1 yaitu preventive schedule dapat diketahui pada data pengujian dengan menjumlahkan nilai output dengan nilai error. Sedangkan pada pencapaian target 0 yaitu preventive unscheduled dapat diketahui pada data pengujian dengan menjumlahkan nilai output dengan nilai error yang menghasilkan nilai 0. Untuk pencapaian target 1 pada preventive schedule menggunakan pola pelaksanaan dalam 3 bulan dapat terpenuhi berdasarkan dari data pengujian yang dihasilkan pada metode back propagation.

a. Pada pengujian model 5-4-1 dimana Target (1) = 0,0498 (output) + 0,9502 (error).

b. Pada pengujian model 5-5-1 dimana Target (1) = 0,0001 (output) + 0,9999 (error).

c. Pada pengujian model 5-6-1 dimana Target(1) = 0,0904 (output) + 0,9096 (error).

d. Pada pengujian model 5-7-1 dimana Target(1) = 0,0093 (output) + 0,9907 (error).

Perancangan arsitektur sistem jumlah hidden layer ditentukan dengan cara trial dan error, dalam arti hasil pembelajaran yang tercepat dan terbaik itulah yang menentukan jumlah hidden layer tersebut. Mengenai jumlah banyaknya hidden layer yang dibutuhkan tidak ada

ketentuan khusus karena tidak ada teori yang dengan pasti dapat dipakai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Thiang, "Sistem Kontrol Dispenser Air Dengan Menggunakan Perintah Suara Berbasis Voice Recognition Module," *TEKNIKA*, vol. 11 (1), pp. 14-19, 2022.
- [2] Trivusi, "Penjelasan Lengkap Mengenai Logika Fuzzy (Fuzzy Logic)," Trivusi, 09 Oktober 2022. [Online]. Available: <https://www.trivusi.web.id/2022/05/pengertianfuzzy-logic.html>.
- [3] A. D. Raharja, "Kenali MATLAB, platform pemrograman yang dapat membantu Software Engineer," *EKRUT*, 29 September 2022. [Online]. Available: <https://www.ekrut.com/media/matlabadalah>.
- [4] R. Ramadani, "DISPENSER CERDAS BERBASIS FUZZY LOGIC MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC," 2019. [Online]. Available: <http://repository.upnjatim.ac.id/8616/1/Cover.pdf>.
- [5] Willi, "PENGENDALI SUHU AIR DISPENSER," 2008. [Online].