

The image displays three sequential screenshots of a journal submission system interface. The top screenshot shows the 'Production' stage of a submission titled 'Model Jaringan Syaraf Tiruan untuk Variabel tidak Pasti pada Kontrol Putaran Kincir Angin' by Zulfian Azmi and Ishak Ishak. It includes a 'Submission Files' section with a document named '5480-1\_zulfianazmi, Author; Revisi. Analisis Jaringan Syaraf Tiruan untuk Mengontrol Kincir Angin.docx' and a 'Pre-Review Discussions' section. The middle screenshot shows the 'Round 2' status, indicating 'Submission accepted.' and a list of notifications from the editor dated 2021-11-05, 2021-11-23, and 2021-11-27. The bottom screenshot is identical to the middle one, showing the 'Round 2 Status' and notifications.

## Analisis Jaringan Syaraf Tiruan untuk Mengontrol Kincir Angin

Zulfian Azmi,  
 STMIK Triguna Dharma, Indonesia  
 e-mail : Zulfian.Azmi@Gmail.Com

### ABSTRAK

Pemanfaatan sumber energi angin memberikan keuntungan dalam hal ramah lingkungan, dan dapat menjadi sumber energi yang bisa diandalkan. Analisa untuk kontrol kincir angin ini menggunakan model Jaringan Saraf Tiruan untuk Variabel Tidak Pasti atau disingkat dengan model VTP diharapkan dapat memberikan solusi dalam menyelesaikan kasus kontrol kincir angin. Dan model Jaringan Saraf Tiruan untuk Variabel Tidak Pasti ini menggunakan teknik probabilitas, derajat keanggotaan, fungsi logika OR, linear programming dan jarak euclidean untuk mengurangi proses pembelajaran. Pada penelitian kontrol kincir angin ini menggunakan variabel tekanan udara dan tekanan penyinaran matahari untuk menentukan apakah kincir angin bergerak atau

tidak. Akhirnya penelitian ini mencoba untuk mengalisa kontrol kincir angin, yang kedepan diharapkan dapat menghasilkan sistem kontrol kincir angin cerdas.

**Kata Kunci:** *Kontrol, Kincir\_Angin, JST, Variabel\_Tidak\_Pasti, Tekanan\_Udara, Penyinaran\_Air*

## ABSTRACT

Utilization of wind energy sources provides advantages in terms of being environmentally friendly, and it can be energy source is realible. The analysis of windmill control using Neural Network model for Uncertain Variables or abbreviated as the VTP model is expected to provide a solution in solving the windmill control case. And the Neural Network model for Uncertain Variables uses probability techniques, degree of membership, logical OR function, linear programming and euclidean distance to reduce the learning process. In this research, windmill control uses variable air pressure and duration of sunshine to determine whether the windmill is moving or not. Finally, this research tries to analyze windmill control, which in the future is expected to produce a smart windmill control system.

**Keywords:** *Control, Windmill, Uncertain\_Variable*

## 1. PENDAHULUAN

Meningkatnya kebutuhan energi secara global bersamaan dengan emisi gas berbahaya disebabkan oleh sumber bahan bakar fosil konvensional, seperti batu bara dan minyak, mencari energi baru yang bersih dan terbarukan telah menjadi masalah penting perkembangan masyarakat manusia. telah membuat kebutuhan untuk meningkatkan penggunaan sumber energi terbarukan menjadi sangat penting. Karena itu, pengembangannya terbarukan energi adalah tren umum di dunia saat ini. [1]. Sumber energi fosil yang selama ini digunakan diperkirakan akan habis, karena eksploitasi besar besaran untuk mengimbangi keperluan akan energi untuk kebutuhan. Untuk itu perlu dikembangkan sumber energi listrik yang bisa diperbaharui, sumber energi alam yang dapat digunakan secara bebas, tidak terbatas. salah satunya energi dari tenaga angin. Pemanfaatan sumber energi angin memberikan keuntungan dalam hal ramah lingkungan, tidak mengakibatkan polusi yang bisa merusak lingkungan. Dan tenaga angin bisa menjadi sumber energi yang bisa diandalkan, dapat dieksploitasi memenuhi secara langsung baik permintaan global untuk energi terbarukan. Menurut peta jalan energi Eropa 2050 [2], pangsa energi terbarukan meningkat secara substansial di semua skenario, mencapai setidaknya 55 % di final bruto konsumsi energi pada tahun 2050, meningkat 45 point persentase dari tingkat saat ini sekitar 10%. Tenaga angin merupakan sumber energi terbarukan yang digunakan terutama untuk produksi tenaga listrik. Sumber daya angin global (darat dan dekat pantai) diperkirakan 72 TW yang berarti tujuh kali kebutuhan listrik dunia dan lima kali lipat permintaan energi dunia.

Saat ini energi yang terbarukan sangat di butuhkan, karena kebutuhan energi listrik di Indonesia semakin meningkat tiap tahunnya. Kebutuhan energi meningkat secara bertahap, baik ditinjau dari kapasitasnya, kualitasnya maupun dari tuntutan distribusinya. Meningkatnya kebutuhan energi listrik di Indonesia setiap tahunnya ini sejalan dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi nasional. Karena begitu besarnya, maka hal ini akan menjadi masalah bila dalam penyediaannya tidak sejalan dengan kebutuhan. Untuk mengatasi pemenuhan kebutuhan listrik ini, maka diperlukan sebuah sumber energi baru yang mampu memenuhi kebutuhan listrik nasional yang semakin besar. Angin sebagai sumber yang sangat banyak tersedia di alam dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber energi listrik. Angin merupakan sumber energi yang tidak ada habisnya sehingga pemanfaatan energi ini sebagai salah satu sumber energi yang akan berdampak positif terhadap kebutuhan listrik nasional.

Faktor yang menentukan pergerakan angin adalah akibat adanya perbedaan tekanan di permukaan bumi. Angin akan bergerak dari suatu daerah yang memiliki tekanan tinggi ke daerah yang memiliki tekanan yang lebih rendah. Angin yang bertiup di permukaan bumi ini terjadi akibat adanya perbedaan penerimaan radiasi surya, sehingga mengakibatkan perbedaan suhu udara. Adanya perbedaan suhu tersebut menyebabkan perbedaan tekanan, akhirnya menimbulkan gerakan udara. Menurut seorang ahli meteorologi, asal Belanda, Buys Ballot, mengemukakan hukumnya yang berbunyi udara bergerak dari daerah yang mempunyai tekanan yang lebih tinggi ke daerah yang memiliki tekanan lebih rendah. Udara yang bergerak akan semakin kencang bila perbedaan tekanan daerah tersebut semakin besar. Angin akan selalu bertiup di semua daerah di permukaan bumi, sehingga di setiap tempat mempunyai potensi untuk memanfaatkan energi angin. Secara umum daerah datar lebih menguntungkan dibandingkan daerah bertopografi. Dan angin terbentuk dari perbedaan tekanan udara akibat proses pemanasan permukaan bumi oleh matahari yang tidak merata. Beberapa daerah yang memiliki kecepatan angin yang cukup tinggi antara lain seperti daerah pantai, lepas pantai, padang pasir, padang rumput dan sebagainya. Namun terdapat juga tempat-tempat yang bisa meningkatkan kecepatan angin seperti dipuncak bukit, atau di celah antara pegunungan. Pergerakan semu matahari setiap tiga bulan menyebabkan perpindahan lokasi pemanasan permukaan bumi. Dampak dari fenomena ini menyebabkan perbedaan tekanan udara pada Belahan Bumi Utara (BBU) dan Belahan Bumi Selatan (BBS). Potensi angin yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkit energi angin adalah potensi angin dengan kecepatan minimum 4,16 m/s. Dan khusus untuk Indonesia kapasitas total pembangkit listrik yang berasal dari tenaga angin dengan estimasi kecepatan angin rata-rata sekitar 2,5 m/s yang setara dengan 9 km/jam atau 5.0 knot/jam cocok untuk turbin skala kecil khususnya di daerah pesisir, pegunungan, dan dataran terbuka. Selain untuk pembangkitan listrik, turbin angin sangat cocok untuk mendukung kegiatan pertanian dan perikanan, seperti untuk keperluan irigasi, tambak ikan pembuatan garam, dan sebagainya.

Dekade terakhir instalasi ladang angin di seluruh dunia menyebar dengan cepat dan energi angin telah menjadi faktor penting untuk mendorong pembangunan berkelanjutan. Tetapi konsekuensi negatif seperti kecelakaan, efek lingkungan dan lain-lain disorot. Terutama dampak visual terhadap lanskap dan polusi suara adalah beberapa faktor itu memprovokasi reaksi sosial. Selain itu proses das angin yang diizin dan panjang pembangkit tenaga listrik, biaya modal yang tinggi dari investasi dan ketidak stabilan jaringan karena sifat angin yang terputus-putus, juga merupakan hambatan signifikan dalam perkembangan angin produksi energi [3].

Dalam sejarahnya kincir angin pertama kali digunakan untuk membangkitkan listrik dibangun oleh P. La Cour dari Denmark diakhir abad ke-19. Setelah perang dunia I, layar dengan penampang melintang menyerupai sudut propeler pesawat sekarang disebut kincir angin type propeler' atau turbin. Eksperimen kincir angin sudut kembar dilakukan di Amerika Serikat tahun 1940, ukurannya sangat besar yang disebut mesin Smith-Putman, karena dirancang oleh Palmer Putman, kapasitasnya 1,25 MW yang dibuat oleh Morgen Smith Company dari York Pennsylvania [4]. Turbin angin ini pada awalnya dibuat untuk mengakomodasi kebutuhan para petani dalam melakukan penggilingan padi, keperluan irigasi, dll. Turbin angin terdahulu banyak dibangun di Denmark, Belanda, dan negara-negara Eropa lainnya. Kini turbin angin lebih banyak digunakan untuk mengakomodasi kebutuhan listrik masyarakat, dengan menggunakan prinsip konversi energi dan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui yaitu angin. Walaupun sampai saat ini pembangunan turbin angin masih belum dapat menyaingi pembangkit listrik konvensional seperti PLTD, PLTU dan sebagainya. Sehingga hal ini dirasa sangat perlu untuk mengetahui lebih dalam mengenai energi angin dan pembangkit listrik tenaga angin ini.

Kecepatan angin bertiup di pengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah gradien barometris (perbedaan tekanan udara antara dua isobar pada tiap jarak lurus 15 meridian atau 111 km). Gradien barometris, letak tempat, tinggi tempat dan waktu Dan sebagaimana yang dirumuskan dalam hukum Stevenson. Menurut Stevenson kekuatan angin yang bertiup berbanding lurus dengan gradien barometernya. Semakin besar gradien barometernya, semakin kuat angin yang bertiup. Gradien barometer adalah perbedaan tekanan udara antara dua isobar pada tiap jarak lurus 15 meridian atau 111 km [5]. Turbin angin merupakan alat yang digunakan untuk mengkonversi energi kinetik yang tersimpan dalam angin menjadi energi listrik. Sementara kincir angin adalah peralatan yang digunakan untuk mengkonversi energi angin menjadi daya mekanik. Perkembangan turbin angin mengalami kemajuan yang cukup signifikan semenjak akhir 1960an. Beberapa studi dilakukan di dalam dan luar negeri membuat turbin angin dengan diameter 2 cm dan diameter luar 3,2 cm [6].

Dan pemanfaatan kecerdasan buatan menjadi hal yang penting yang kinerjanya mengadopsi keahlian dari seorang pakar dan menyimpan pengetahuannya didalam komputer yang mampu memecahkan ketidakpastian. [7]. Kemudian pemanfaatan Jaringan Saraf Tiruan yang merupakan pengolahan informasi dengan proses pembelajaran, dengan melakukan pelatihan dan pengujian [8]. Jaringan Syaraf Tiruan memiliki kemampuan pemrosesan dan kemampuannya untuk belajar dari contoh sehingga Jaringan Saraf Tiruan menjadi paradigma pemecahan masalah yang efisien. Jaringan Saraf Tiruan yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan saraf biologi. Jaringan ini sebagai dengan asumsi bahwa, informasi terjadi dan ditransmisikan antar neuron. Neuron memiliki bobot yang akan memperkuat sinyal. dan untuk menentukan masukan, setiap neuron menggunakan fungsi aktivasi untuk dikenalkan pada jumlah masukan yang diterima kemudian dibandingkan dengan ambang batas [9]. Jaringan Syaraf Tiruan dapat diimplemetasikan dalam berbagai aplikasi seperti pengenalan pola, cuaca, prediksi, pengenalan tulisan tangan, pengenalan wajah, autopilot, robotika, memprediksi cuaca untuk radiasi matahari dan angin. [10]

Dan penerapan model Jaringan belum saraf tiruan belum memberikan hasil yang optimal pada pembelajaran dengan nilai masukan yang tidak biner, tidak pasti dan bervariasi. Input variabel tidak hanya 1 dan 0 tetapi memungkinkan antara 0 dan 1. dan input dan output linguistik dan model non-linier [11].

Dan dalam analisa untuk model Ketidakpastian salah satunya menggunakan Fuzzy Logic yang merupakan landasan yang menyediakankemampuan tinggi dari komputasi akhir dengan distribusi terkoordinasi terkait sumber daya dan memastikan pengiriman sumber daya komputasi seperti yang diharapkan. Dan kinerja dapat dinilai dari berbagai kriteria yang harus dipertimbangkan secara bersamaan dalam proses penjadwalan, dan ekspresi aritmatika memungkinkan pemetaan input yang ditetapkan ke output [12].

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Data Penelitian

Data yang diambil untuk di analisa yaitu data rata –rata tekanan udara kecepatan angin dan penyinaran matahari menurut bulan di kota Medan 2015, seperti yang terlihat pada tabel 1, berikut.

Tabel 1 yaitu data rata –rata tekanan udara kecepatan angin dan penyinaran matahari

Bulan	Tekanan udara (milibar/mb)	Penyinaran matahari / duration of sunshine (%)	Target Kecepatan angin (knot)
Januari	1010,9	39	2,6
Pebruari	1010,9	51	2,6

Maret	1010,6	51	2,6
April	1010,8	32	2,5
Mei	1010,5	37	2,2
Juni	1010,5	47	2,4
Juli	1010,5	37	2,2
Agustus	1010,4	42	2,5
September	1010,6	34	2,4
Oktober	1010,3	39	1,9
Nopember	1010,1	37	2,0
Desember	1010,3	41	2,2

Sumber : Stasiun Klimatologi sampali Medan/ <https://medankota.bps.go.id/>

## 2.2 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini terdiri dari variabel bebas dan 1 variabel terikat. Variabel terikat adalah kecepatan udara. Variabel bebasnya adalah tekanan udara dan penyinaran air. Data Kecepatan angin dan arah angin daerah Belawan dan sekitarnya tahun 2012, sesuai tabel di atas..

## 2.3 Algoritma

Model yang digunakan adalah model Jaringan Saraf Tiruan untuk Variabel Tidak Pasti dengan algoritma [13] sebagai berikut:

1. Membentuk matriks input
2. Membentuk derajat keanggotaan
3. Seleksi dengan logika OR (nilai Max) dari setiap kriteria.
4. Membentuk input dengan menyatakan sebagai vektor baris
5. Membentuk bobot preferensi Variabel berdasarkan output dengan teknik Probabilitas
6. Menentukan nilai Minimum Output dengan teknik Programan Linier.
7. Menyeleksi beberapa variabel berdasarkan keterkaitan antar variabel dan output
8. Menyeleksi data input dengan menghitung jarak euclidean antara masing-masing vektor baris untuk mewakili input.
9. Melakukan pelatihan
10. Melakukan pengujian

## 3. HASIL DAN ANALISIS

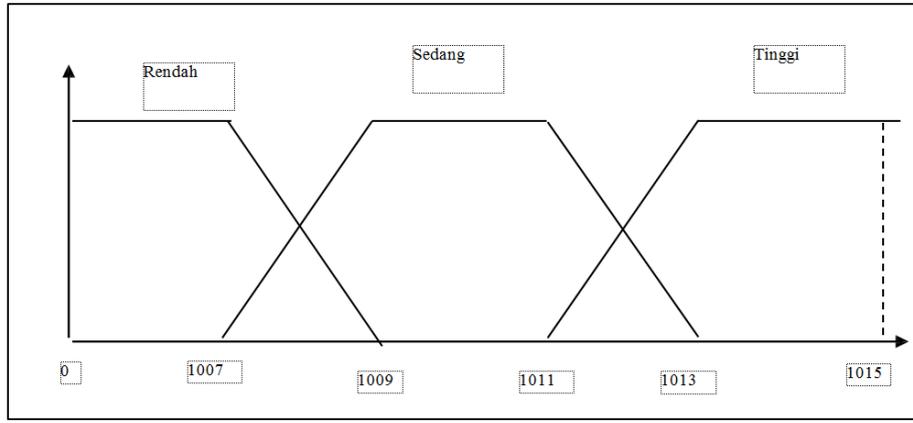
### 3.1 Data

Potensi angin yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkit energi angin adalah potensi angin dengan kecepatan minimum 4,16 m/s. Dan khusus untuk Indonesia kapasitas total pembangkit listrik yang berasal dari tenaga angin dengan estimasi kecepatan angin rata-rata sekitar 2,5 m/s yang setara dengan 9 km/jam atau 5.0 knot/jam cocok untuk turbin skala kecil khususnya di daerah pesisir, pegunungan, dan dataran terbuka. Potensi angin yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkit energi angin adalah potensi angin dengan kecepatan minimum 4,16 m/s. Dan khusus untuk Indonesia kapasitas total pembangkit listrik yang berasal dari tenaga angin dengan estimasi kecepatan angin rata-rata sekitar 2,5 m/s yang setara dengan 9 km/jam atau 5.0 knot/jam cocok untuk turbin skala kecil khususnya di daerah pesisir, pegunungan, dan dataran terbuka [14]. Dari penjelasan tersebut merupakan gambaran potensi kincir angin berputar atau tidak. Langkah awal dari analisa ini adalah membentuk matriks input untuk data rata-rata tekanan udara dan penyinaran matahari, seperti pada Tabel 2

Tabel 2 Matriks input untuk data rata-rata tekanan udara dan penyinaran matahari,

1010,9	39	2,6 (potensi kincir angin berputar)
1010,9	51	2,6 (potensi kincir angin berputar)
1010,6	51	2,6 (potensi kincir angin berputar)
1010,8	32	2,5 (potensi kincir angin berputar)
1010,5	37	2,2 (potensi kincir angin tidak berputar)
1010,5	47	2,4 (potensi kincir angin tidak berputar)
1010,5	37	2,2 (potensi kincir angin tidak berputar)
1010,4	42	2,5 (potensi kincir angin berputar)
1010,6	34	2,4 (potensi kincir angin tidak berputar)
1010,3	39	1,9 (potensi kincir angin tidak berputar)
1010,1	37	2,0 (potensi kincir angin tidak berputar)
1010,3	41	2,2 (potensi kincir angin tidak berputar)

**3.2 Derajat Keanggotaan dari tekanan udara((milibar/mb), terlihat pada Gambar 1 berikut .**



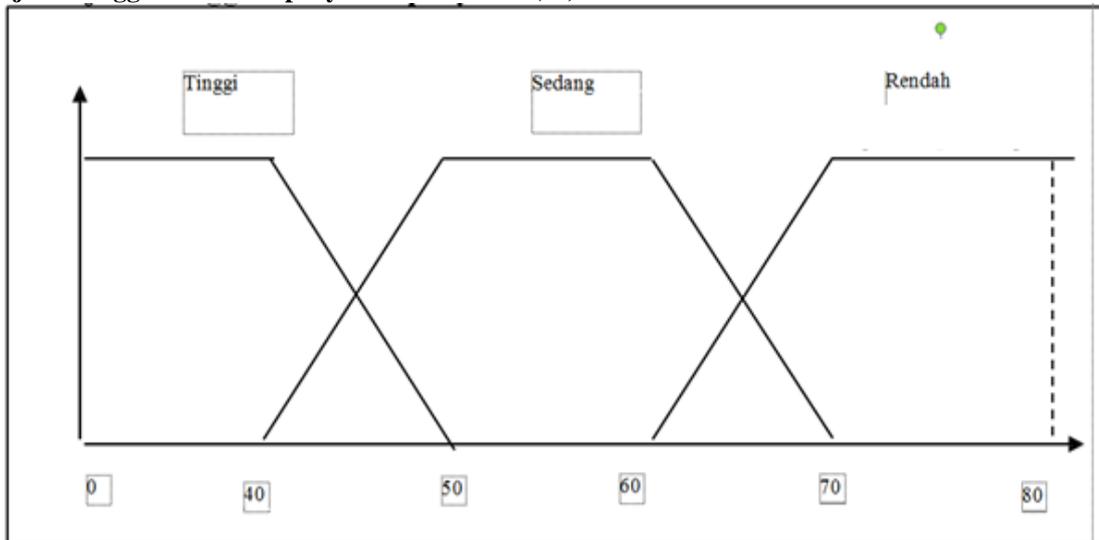
**Gambar 1 Derajat Keanggotaan dari tekanan udara (millibar/ mb)**

Nilai dari derajat keanggotaan dari tekanan udara [15].

$$\mu_{\text{rendah}} [x] = \begin{cases} 1; & x \leq 1007 \\ (1009 - x) / (1009 - 1007), & 1007 \leq x \leq 1009 \\ 0; & x \geq 1009 \end{cases} \quad \mu_{\text{tinggi}} [x] = \begin{cases} 0; & x \leq 1011 \\ (x - 1011) / (1013 - 1011), & 1011 \leq x \leq 1013 \\ 1; & x \geq 1013 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{sedang}} [x] = \begin{cases} 0; & x \leq 1007 \text{ atau } x \geq 1013 \\ (x - 1007) / (1009 - 1007), & 1007 \leq x \leq 1009 \\ 1; & 1009 \leq x \leq 1011 \\ (1013 - x) / (1013 - 1011), & 1011 \leq x \leq 1013 \end{cases}$$

**3.3 Derajat Keanggotaan dari penyinaran matahari (%)**



**Gambar 2 Derajat Keanggotaan dari penyinaran matahari (%)**

Nilai dari derajat keanggotaan dari penyinaran matahari [16] :

$$\mu_{\text{Rendah}} [x] = \begin{cases} 0; & x \geq 50 \\ (50 - x) / (50 - 40), & 40 \leq x \leq 50 \\ 1; & x \leq 40 \end{cases} \quad \mu_{\text{Tinggi}} [x] = \begin{cases} 0; & x \leq 60 \\ (x - 60) / (70 - 60), & 60 \leq x \leq 70 \\ 1; & x \geq 70 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}} [x] = \begin{cases} 0; & x \leq 40 \text{ atau } x \geq 70 \\ (x - 40) / (50 - 40), & 40 \leq x \leq 50 \\ 1; & 50 \leq x \leq 60 \\ (70 - x) / (70 - 60), & 60 \leq x \leq 70 \end{cases}$$

**3.4 Data Konversi**

Hasil data konversi setelah analisa dari derajat keanggotaan, seperti Tabel.3 berikut:

**Tabel 3 Data Hasil Konversi**

No.	Tekanan Udara (milibar/mb)			Penyinaran Matahari (%)		
	Rendah	Sedang	Tinggi	Rendah	Sedang	Tinggi
1	0	0	1	1	0	0
2	0	0	1	0	1	0
3	0	0	1	0	1	0
4	0	0	1	1	0	0
5	0	0	1	1	0	0
6	0	0	1	0,7	0,3	0
7	0	0	1	1	0	0
8	0	0	1	0,8	0,2	0
9	0	0	1	1	0	0
10	0	0	1	1	0	0
11	0	0	1	1	0	0
12	0	0	1	0,9	0,1	0

Hasil seleksi dengan logika OR (nilai Max) dari setiap kriteria, seperti pada Tabel 3 berikut:

**Tabel. 4 Data hasil seleksi dengan logika OR.**

No.	Tekanan udara (milibar/mb)	Penyinaran matahari (%)
1	1	1
2	1	1
3	1	1
4	1	1
5	1	1
6	1	0,7
7	1	1
8	1	0,8
9	1	1
10	1	1
11	1	1
12	1	0,9

### 3.5 Teknik Probabilitas

Membentuk bobot preferensi Variabel berdasarkan output dengan teknik Probabilitas.

Dimana, beberapa penjelasan sebagai berikut:

$P(\text{Kec.KA}|\text{TU})$  = probabilitas hipotesa kecepatan kincir angin terjadi jika evidence tekanan udara terjadi.

$P(\text{TU}|\text{Kec.KA})$  = probabilitas munculnya evidence tekanan udara, jika hipotesa kec. kincir angin terjadi.

$P(\text{Kec.KA})$  = probabilitas hipotesis kecepatan kincir angin tanpa memandang evidence apapun.

$P(\text{TU})$  = probabilitas evidence tekanan udara tanpa memandang apapun.

$$P(\text{TU}|\text{Kec.KA})=0,6, P(\text{Kec.KA})=0,125, P(\text{TU})=0,125,$$

$$P(\text{Kec.KA} | \text{TU})=(0,6 \cdot 0,125)/0,125= 60 \%$$

$$P(\text{Suhu}|\text{Kec.KA})=0,4, P(\text{Kec.KA})=0,125, P(\text{Suhu})=0,125.$$

$$P(\text{Kec.KA} | \text{Suhu})=(0,4 \cdot 0,125)/0,125 = 40 \%$$

Sehingga bobot masing-masing variable terhadap kualitas air, yaitu:  
 Tekanan = 0.6, suhu = 0.4, dan data dari masing-masing variabel dengan target.  
 $Y = (0,6 X_1 + 0,4 X_2)$

### 3.6 Menentukan bobot dan target

- Data 1** :  $x_1=1, x_2=1, Y = (0,6 x_1 + 0,4 x_2), Y = 1, Y \geq 1$  sehingga kincir angin berputar
- Data 2** :  $x_1=1, x_2=1, Y=1, Y \geq 1$  sehingga kincir angin berputar
- Data 3** :  $x_1=1, x_2=1, Y=1$ , sehingga kincir angin berputar
- Data 4** :  $x_1=1, x_2=1, Y=1$ , sehingga kincir angin berputar
- Data 5** :  $x_1=1, x_2=1, Y=1$ , sehingga kincir angin berputar
- Data 6** :  $x_1=1, x_2=0,7, Y = 0,88, Y \leq 1$  sehingga kincir angin tidak berputar
- Data 7** :  $x_1=1, x_2=1, Y = 1$ , sehingga kincir angin tidak berputar
- Data 8** :  $x_1=1, x_2=0,8, Y=0,92, Y \leq 1$  sehingga kincir angin tidak berputar
- Data 9** :  $x_1=1, x_2=1, Y=1$ , sehingga kincir angin berputar
- Data 10**:  $x_1=1, x_2=1, Y = 1$ , sehingga kincir angin berputar
- Data 11**:  $x_1=1, x_2=1, Y=1$ , sehingga kincir angin berputar
- Data 12**:  $x_1=1, x_2=0,9, Y = 0,96$ , sehingga kincir angin tidak berputar

### 3.7 Seleksi Data dengan jarak Euclidean

Semakin sedikit tekanan udara maka semakin besar pula kecepatan angin. Dan semakin besar penyinaran matahari maka semakin besar kecepatan angin.

$$\begin{aligned} \text{VB-1} &: \sqrt{(1-0)^2 + (1-1)^2} \\ &: \sqrt{(1)^2 + (0)^2} \\ &: \sqrt{1} \\ &: 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{VB-2} &: \sqrt{(1-0)^2 + (1-1)^2} \\ &: \sqrt{(1)^2 + (0)^2} \\ &: \sqrt{1} \\ &: 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{VB-3} &: \sqrt{(1-0)^2 + (1-1)^2} \\ &: \sqrt{(1)^2 + (0)^2} \\ &: \sqrt{1} \\ &: 1 \end{aligned}$$

VB-4 : 1, VB-5 : 1, VB-6 : 0,88, VB-7 : 1, VB-8 : 0,92, VB-9 : 1, VB-10 : 1, VB-11 : 1, VB-12 : 0,96

Data rangking masing-masing vektor dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

**Tabel.5 Data Rangking masing-masing vektor baris**

No	Vektor Baris ke-	Jarak Euclidean Terdekat	Rangking
1	6	0,88	1
2	8	0,92	2
3	12	0,96	3
4	1	1	4
5	2	1	5
6	3	1	6
7	4	1	7
8	5	1	8
9	7	1	9
10	9	1	10
11	10	0,377	11
12	11	0,377	12

Data rangking tertinggi vektor baris dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

**Tabel.6 Rangking tertinggi dari 12 input**

No	VB ke-	Jarak Euclidean (Dari kincir angin)	Rangking	Target
1	6	0,88	1	Kincir air tidak bergerak/0
2	8	0,92	2	Kincir air tidak bergerak/0

3	12	0,96	3	Kincir air tidak bergerak/0
2	8	1	2	Kincir air bergerak/1

### 3.8 Pelatihan data yang hasil seleksi

Dimulai dengan pelatihan data di mulai dari data 1 sampai dengan data 12.

#### Epoch 1

##### Data rangking no.1 (VB -6)

$x_1=1, x_2=0,7, w_1=0, w_2=0, \text{bias}=0, \theta=0,6, \alpha=0,2, T=0$

$$\begin{aligned} y\text{-in} &= \text{bias} + (x_1.w_1 + x_2.w_2) \\ &= 0,1 + (1.0 + 0,7.0) = \\ &= 0,1 \end{aligned}$$

- Masukkan ke dalam fungsi aktivasi:

$$f(x)=Y = \begin{cases} 1, & \text{jika } y_{\text{-in}} > \theta \\ 0, & \text{jika } -\theta \leq y_{\text{-in}} \leq \theta \\ -1, & \text{jika } y_{\text{in}} < -\theta \end{cases}$$

$$f(x)=Y = \begin{cases} 1, & \text{jika } y_{\text{-in}} > 0,6 \\ 0, & \text{jika } -0,6 \leq y_{\text{-in}} \leq 0,6 \\ -1, & \text{jika } y_{\text{in}} < -0,6 \end{cases}$$

$Y=0 = T$  ( tidak ada perubahan bobot dan bias).

##### Data rangking no.2 (VB -8)

$x_1=1, x_2=0,8, w_1=0, w_2=0, \text{bias}=0, \theta=0,6, \alpha=0,2, T=0$

$$\begin{aligned} y\text{-in} &= \text{bias} + (x_1.w_1 + x_2.w_2) \\ &= 0,1 + (1.0 + 0,8.0) \\ &= 0,1 \end{aligned}$$

- Masukkan ke dalam fungsi aktivasi:

$$f(x)=Y = \begin{cases} 1, & \text{jika } y_{\text{-in}} > 0,6 \\ 0, & \text{jika } -0,6 \leq y_{\text{-in}} \leq 0,6 \\ -1, & \text{jika } y_{\text{in}} < -0,6 \end{cases}$$

$Y=0 = T$  ( tidak ada perubahan bobot dan bias).

##### Data rangking no.3 (VB -12)

$x_1=1, x_2=0,9, w_1=0, w_2=0, \text{bias}=0, \theta=0,6, \alpha=0,2, T=0$

$$\begin{aligned} y\text{-in} &= \text{bias} + (x_1.w_1 + x_2.w_2) \\ &= 0,1 + (1.0 + 0,9.0) \\ &= 0,1. \end{aligned}$$

- Masukkan ke dalam fungsi aktivasi:

$$f(x)=Y = \begin{cases} 1, & \text{jika } y_{\text{-in}} > 0,6 \\ 0, & \text{jika } -0,6 \leq y_{\text{-in}} \leq 0,6 \\ -1, & \text{jika } y_{\text{in}} < -0,6 \end{cases}$$

$Y=0 = T$  ( tidak ada perubahan bobot dan bias).

##### Data rangking no.4 (VB -1)

$x_1=1, x_2=1, w_1=0, w_2=0, \text{bias}=0, \theta=0,6, \alpha=0,2, T=1$

$$\begin{aligned} y\text{-in} &= \text{bias} + (x_1.w_1 + x_2.w_2) \\ &= 0,1 + (1.0 + 1.0) \\ &= 0,1. \end{aligned}$$

- Masukkan ke dalam fungsi aktivasi:

$$f(x)=Y = \begin{cases} 1, & \text{jika } y_{\text{-in}} > 0,6 \\ 0, & \text{jika } -0,6 \leq y_{\text{-in}} \leq 0,6 \\ -1, & \text{jika } y_{\text{in}} < -0,6 \end{cases}$$

$Y=0 \neq T$  ( perubahan bobot dan bias).

$$\begin{aligned} w_1(\text{baru}) &= w_1(\text{lama}) + \alpha.t.x_1 \\ &= 0 + 0,2.1.1 \quad x_1=1, x_2=1 \\ &= 0,2 \end{aligned}$$

$$w_2(\text{baru}) = w_2(\text{lama}) + \alpha.t.x_2$$

$$\begin{aligned}
&= 0 + 0,2 \cdot 1 \cdot 1 \\
&= 0,2 \\
\text{bias (baru)} &= \text{bias (lama)} + \alpha \cdot t \\
&= 0 + 0,2 \cdot 1 \\
&= 0,2, \text{ sehingga } w_1=0,2, w_2=0,2,
\end{aligned}$$

## Epoch 2

### Data rangking no.1 (VB -6)

$$\begin{aligned}
x_1 &= 1, x_2=0,7, w_1=0,2, w_2=0,2, \text{ bias}=0,2, \theta=0,6, \alpha=0,2, T=0 \\
y\text{-in} &= \text{bias} + (x_1 \cdot w_1 + x_2 \cdot w_2) \\
&= 0,2 + (1 \cdot 0,2 + 0,7 \cdot 0,2) = \\
&= 0,54
\end{aligned}$$

$Y=0 = T$  ( tidak ada perubahan bobot dan bias).

### Data rangking no.2 (VB-8)

$$\begin{aligned}
x_1 &= 1, x_2=0,8, w_1=0,4, w_2=0,2, \text{ bias}=0,2, \theta=0,6, \alpha=0,2, T=0 \\
y\text{-in} &= \text{bias} + (x_1 \cdot w_1 + x_2 \cdot w_2) \\
&= 0,2 + (1 \cdot 0,2 + 0,8 \cdot 0,2) = \\
&= 0,56
\end{aligned}$$

$Y=0 = T$  ( tidak ada perubahan bobot dan bias).

### Data rangking no.3 (VB-12)

$$\begin{aligned}
x_1 &= 1, x_2=0,9, w_1=0,4, w_2=0,2, \text{ bias}=0,2, \theta=0,6, \alpha=0,2, T=0 \\
y\text{-in} &= \text{bias} + (x_1 \cdot w_1 + x_2 \cdot w_2) \\
&= 0,2 + (1 \cdot 0,2 + 0,9 \cdot 0,2) = \\
&= 0,58
\end{aligned}$$

$Y=0 = T$  ( tidak ada perubahan bobot dan bias).

### Data rangking no.3 (VB-1)

$$\begin{aligned}
&= 0,6 \\
Y &= 1 = T \text{ ( tidak ada perubahan bobot dan bias).}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
x_1 &= 1, x_2=1, w_1=0,4, w_2=0,2, \text{ bias}=0,2, \theta=0,6, \alpha=0,2, T=1 \\
y\text{-in} &= \text{bias} + (x_1 \cdot w_1 + x_2 \cdot w_2) \\
&= 0,2 + (1 \cdot 0,2 + 1 \cdot 0,2) =
\end{aligned}$$

## 3.9 Pengujian data

Selanjutnya pengujian data dengan data ke-11 pada untuk di uji, setelah didapat nilai bobot dan biasnya sesuai dengan Table 7 ,berikut.

**Tabel.7 Data Pengujian**

No	$X_1$	$X_2$
11	1	1

$$\begin{aligned}
x_1 &= 1, x_2=1, w_1=0,4, w_2=0,2, \text{ bias}=0,2, \theta=0,6, \alpha=0,2, T=1 \\
y\text{-in} &= \text{bias} + (x_1 \cdot w_1 + x_2 \cdot w_2) \\
&= 0,2 + (1 \cdot 0,2 + 1 \cdot 0,2) = \\
&= 0,6
\end{aligned}$$

- Masukkan ke dalam fungsi aktivasi:

$$f(x)=Y = \begin{cases} 1, & \text{jika } y_{\text{-in}} > 0,6 \\ 0, & \text{jika } -0,6 \leq y_{\text{-in}} \leq 0,6 \\ -1, & \text{jika } y_{\text{-in}} < -0,6 \end{cases}$$

$Y=1$  (Kincir Angin bergerak)

## 4. KESIMPULAN

Pemanfaatan kincir Angin berperan dalam menghasilkan tenaga angin yang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber energi listrik. Pergerakan kincir angin ini merupakan hal ketidakpastian, untuk menentukan bergerak atau tidaknya kincir angin tersebut. Sehingga model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model Jaringan Saraf Tiruan untuk Variabel Tidak Pasti (VTP) yang merupakan model seleksi dengan menggunakan teknik probabilitas, derajat keanggotaan, fungsi logika OR, linear programming dan jarak euclidean untuk mengurangi proses

pembelajaran. Model Jaringan Saraf Tiruan untuk Variabel Tidak Pasti (VTP) ini diimplementasikan pada kincir angin dengan variabel tekanan udara dan penyinaran matahari. Dan dengan pelatihan yang dilakukan pada sistem dan selanjutnya dilakukan pengujian dapat menentukan kincir angin bergerak atau kincir angin tidak bergerak. Dan harapannya pada penelitian berikutnya dapat dilakukan dengan lebih banyak variabel dan menentukan kecepatan kincir angin. Juga dengan model Jaringan Saraf Tiruan untuk Variabel Tidak Pasti (VTP) dapat digunakan pada kasus yang berbeda.

## REFERENSI

- [1] V. Lakshmi Narayanan dan R. Ramakrishnan, "Pitch Control of a Digital Hydraulics Pitch System for Wind Turbine Based on Neuro-Fuzzy Digital Pitch Controller". Vol 11, No 1 .2021
- [2] Maria Lauranti dan Eka Afrina Djamhari. "Transisi Energi yang Setara di Indonesia: Tantangan dan Peluang". Jakarta.Friedrich-Ebert-Stiftung. Jakarta .2017.
- [3] E I Konstantinidis and P N Botsaris."Wind turbines: current status, obstacles, trends and technologies". IOP Conference Series Materials Science and Engineering 161(1):012079, November 2016.
- [4] Astu Pudjanarso dan Djati Nursuhud, "Mesin Konversi Energi".Yogyakarta : Andi.2006
- [5] S. W. Widyanto dkk. "Pemanfaatan Tenaga Angin Sebagai Pelapis Energi Surya Pada Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid di Pulau Wangi-Wangi." Jjurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek.Seminar Nasional Sains dan Teknologi. Jakarta.2018
- [6] Sigit Hernowo. "Rancang Bangun Turbin Angin Sumbu Horizontal Sederhana Dengan Panjang Sudut 1 Meter ".Jurnal Voering Vol. 5 No. 1 Juli .Lppm Politeknik Saint Paul Sorong 15.2020
- [7] Azmi, Zulfian dan Verdi Yasin. "Pengantar Sistem Pakar dan Metode". Jakarta: Mitra Wacana Media.2017
- [8] Azmi,Zulfian dan Verdi Yasin, Pengantar Jaringan Saraf Tiruan. Jakarta: Mitra Wacana Media.2021
- [9] Azmi, Z. dan Mawengkang, H. "Perceptron Genetic to Recognize Openning Strategy Ruy Lopez". 4th International Conference on Operational Research - InteriOR, 2018.
- [10] Kuldeep Shiruru.."An Introduction To Artificial Neural Network". International Journal Of Advance Research And Innovative Ideas In Education 1(5):27-30.2016
- [11] Zulfian Azmi, BN Erna, dkk."Neuron Model for Input Uncertainty". Journal Telematics and Informatics.Unissula.2018
- [12] Z Azmi, dkk,".Uncertainty Ontology for Module Rules Formation Waterwheel Control" ..Scientific Journal of Informatics.Semarang,2018
- [13] azmi,zulfian." Model Jaringan Saraf Tiruan Untuk Variabel Tidak Pasti'. Universitas Sumatera Utara repository.usu.ac.id/handle/123456789 /1096.2020
- [14] Zulfian Azmi, dkk."Neuron Model for Input Uncertainty".Journal Telematics and Informatics.Unissula.2018
- [15] Hero P.Dida dkk."Pemetaan Potensi Energi Angin di Perairan Indonesia Berdasarkan Data Satelit QuikScat dan WindSat".Jurnal Rekayasa Mesin Vol.7, No.2 Tahun 2016: 95-101.Malang.2016
- [16] Asih Pujiastuti dan Agus Harjoko ."Sistem Perhitungan Lama Penyinaran Matahari Dengan Metode Otsu Threshold" (Studi Kasus: St. Klimatologi Barongan).Yogyakarta. Jurnal Compiler.Volume 5, Nomor 2, November 2016

# Analisis Jaringan Syaraf Tiruan untuk Mengontrol Kincir Angin

Zulfian Azmi,  
STMIK Triguna Dharma, Indonesia  
e-mail : Zulfian.Azmi@Gmail.Com

Comment [ul1]: Tidak Seusi Format Matrik

Comment [ul2]: Afiliasi sebaiknya istitusi

## ABSTRAK

Pemanfaatan sumber energi angin memberikan keuntungan dalam hal ramah lingkungan, dan dapat menjadi sumber energi yang bisa diandalkan. Analisa untuk kontrol kincir angin ini menggunakan model Jaringan Saraf Tiruan untuk Variabel Tidak Pasti atau disingkat dengan model VTP diharapkan dapat memberikan solusi dalam menyelesaikan kasus kontrol kincir angin. Dan model Jaringan Saraf Tiruan untuk Variabel Tidak Pasti ini menggunakan teknik probabilitas, derajat keanggotaan, fungsi logika OR, linear programing dan jarak euclidean untuk mengurangi proses pembelajaran. Pada penelitian kontrol kincir angin ini menggunakan variabel tekanan udara dan tekanan penyinaran matahari untuk menentukan apakah kincir angin bergerak atau tidak. Akhirnya penelitian ini mencoba untuk mengalisa kontrol kincir angin, yang kedepan diharapkan dapat menghasilkan sistem kontrol kincir angin cerdas.

**Kata Kunci:** *Kontrol, Kincir\_Angin, JST, Variabel\_Tidak\_Pasti, Tekanan\_Udara, Penyinaran\_Air*

Comment [ul3]: TEKANAN PENYINARAN MATAHARI untuk di Kincir angin relevansinya apa?

Comment [ul4]: Hasil lebih baik ditulis secara kuantitatif (memiliki ukuran hasil pengukuran)

Comment [ul5]: Tidak Paham

## ABSTRACT

Utilization of wind energy sources provides advantages in terms of being environmentally friendly, and it can be energy source is realible. The analysis of windmill control using Neural Network model for Uncertain Variables or abbreviated as the VTP model is expected to provide a solution in solving the windmill control case. And the Neural Network model for Uncertain Variables uses probability techniques, degree of membership, logical OR function, linear programming and euclidean distance to reduce the learning process In this research, windmill control uses variable air pressure and duration of sunshine to determine whether the windmill is moving or not. Finally, this research tries to analyze windmill control, which in the future is expected to produce a smart windmill control system.

**Keywords:** *Control, Windmill, Uncertain\_Variable*

Comment [ul6]: Tidak sama dengan versi Indonesia

## 1. PENDAHULUAN

Meningkatnya kebutuhan energi secara global bersamaan dengan emisi gas berbahaya disebabkan oleh sumber bahan bakar fosil konvensional, seperti batu bara dan minyak, mencari energi baru yang bersih dan terbarukan telah menjadi masalah penting perkembangan masyarakat manusia. telah membuat kebutuhan untuk meningkatkan penggunaan sumber energi terbarukan menjadi sangat penting. Karena itu, pengembangannya terbarukan energi adalah tren umum di dunia saat ini. [1]. Sumber energi fosil yang selama ini digunakan diperkirakan akan habis, karena eksploitasi besar besaran untuk mengimbangi keperluan akan energi untuk kebutuhan. Untuk itu perlu dikembangkan sumber energi listrik yang bisa diperbaharui, sumber energi alam yang dapat digunakan secara bebas, tidak terbatas. salah satunya energi dari tenaga angin. Pemanfaatan sumber energi angin memberikan keuntungan dalam hal ramah lingkungan, tidak mengakibatkan polusi yang bisa merusak lingkungan. Dan tenaga angin bisa menjadi sumber energi yang bisa diandalkan, dapat dieksploitasi memenuhi secara langsung baik permintaan global untuk energi terbarukan. Menurut peta jalan energi Eropa 2050 [2], pangsa energi terbarukan meningkat secara substansial di semua skenario, mencapai setidaknya 55 % di final bruto konsumsi energi pada tahun 2050, meningkat 45 point persentase dari tingkat saat ini sekitar 10%. Tenaga angin merupakan sumber energi terbarukan yang digunakan terutama untuk produksi tenaga listrik. Sumber daya angin global (darat dan dekat pantai) diperkirakan 72 TW yang berarti tujuh kali lipat kebutuhan listrik dunia dan lima kali lipat permintaan energi dunia.

Saat ini energi yang terbarukan sangat di butuhkan, karena kebutuhan energi listrik di Indonesia semakin meningkat tiap tahunnya. Kebutuhan energi meningkat secara bertahap, baik ditinjau dari kapasitasnya, kualitasnya maupun dari tuntutan distribusinya. Meningkatnya kebutuhan energi listrik di Indonesia setiap tahunnya ini sejalan dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi nasional. Karena begitu besarnya, maka hal ini akan menjadi masalah bila dalam penyediaannya tidak sejalan dengan kebutuhan. Untuk mengatasi pemenuhan kebutuhan listrik ini, maka diperlukan sebuah sumber energi baru yang mampu memenuhi kebutuhan listrik nasional yang semakin besar. Angin sebagai sumber yang sangat banyak tersedia di alam dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber energi listrik. Angin merupakan sumber energi yang tidak ada habisnya sehingga pemanfaatan energi ini sebagai salah satu sumber energi yang akan berdampak positif terhadap kebutuhan listrik nasional.

Faktor yang menentukan pergerakan angin adalah akibat adanya perbedaan tekanan di permukaan bumi. Angin akan bergerak dari suatu daerah yang memiliki tekanan tinggi ke daerah yang memiliki tekanan yang lebih rendah. Angin yang bertiup di permukaan bumi ini terjadi akibat adanya perbedaan penerimaan radiasi surya, sehingga mengakibatkan perbedaan suhu udara. Adanya perbedaan suhu tersebut menyebabkan perbedaan tekanan. akhirnya menimbulkan gerakan udara. Menurut seorang ahli meteorologi, asal Belanda, Buys Ballot, mengemukakan hukumnya yang berbunyi udara bergerak dari daerah yang mempunyai tekanan yang lebih tinggi ke daerah yang memiliki tekanan lebih rendah. Udara yang bergerak akan semakin kencang bila perbedaan tekanan daerah tersebut semakin besar. Angin akan selalu bertiup di semua daerah di permukaan bumi, sehingga di setiap tempat mempunyai potensi untuk memanfaatkan energi angin. Secara umum daerah datar lebih menguntungkan

Comment [ul7]: Semua sitasi – referensi belum menggunakan Mendeley/aplikasi

dibandingkan daerah bertopografi. Dan angin terbentuk dari perbedaan tekanan udara akibat proses pemanasan permukaan bumi oleh matahari yang tidak merata. Beberapa daerah yang memiliki kecepatan angin yang cukup tinggi antara lain seperti daerah pantai, lepas pantai, padang pasir, padang rumput dan sebagainya. Namun terdapat juga tempat-tempat yang bisa meningkatkan kecepatan angin seperti dipuncak bukit, atau di celah antara pegunungan. Pergerakan semu matahari setiap tiga bulan menyebabkan perpindahan lokasi pemanasan permukaan bumi. Dampak dari fenomena ini menyebabkan perbedaan tekanan udara pada Belahan Bumi Utara (BBU) dan Belahan Bumi Selatan (BBS). Potensi angin yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkit energi angin adalah potensi angin dengan kecepatan minimum 4,16 m/s. Dan khusus untuk Indonesia kapasitas total pembangkit listrik yang berasal dari tenaga angin dengan estimasi kecepatan angin rata-rata sekitar 2,5 m/s yang setara dengan 9 km/jam atau 5.0 knot/jam cocok untuk turbin skala kecil khususnya di daerah pesisir, pegunungan, dan dataran terbuka. Selain untuk pembangkitan listrik, turbin angin sangat cocok untuk mendukung kegiatan pertanian dan perikanan, seperti untuk keperluan irigasi, tambak ikan pembuatan garam, dan sebagainya.

Dekade terakhir instalasi ladang angin di seluruh dunia menyebar dengan cepat dan energi angin telah menjadi faktor penting untuk mendorong pembangunan berkelanjutan. Tetapi konsekuensi negatif seperti kecelakaan, efek lingkungan dan lain-lain disorot. Terutama dampak visual terhadap lanskap dan polusi suara adalah beberapa faktor itu memprovokasi reaksi sosial. Selain itu proses das angin yang diizin dan panjang pembangkit tenaga listrik, biaya modal yang tinggi dari investasi dan ketidak stabilan jaringan karena sifat angin yang terputus-putus, juga merupakan hambatan signifikan dalam perkembangan angin produksi energi [3].

Dalam sejarahnya kincir angin pertama kali digunakan untuk membangkitkan listrik dibangun oleh P. La Cour dari Denmark diakhir abad ke-19. Setelah perang dunia I, layar dengan penampang melintang menyerupai sudut propeler pesawat sekarang disebut kincir angin type propeler' atau turbin. Eksperimen kincir angin sudut kembar dilakukan di Amerika Serikat tahun 1940, ukurannya sangat besar yang disebut mesin Smith-Putman, karena dirancang oleh Palmer Putman, kapasitasnya 1,25 MW yang dibuat oleh Morgen Smith Company dari York Pennsylvania [4]. Turbin angin ini pada awalnya dibuat untuk mengakomodasi kebutuhan para petani dalam melakukan penggilingan padi, keperluan irigasi, dll. Turbin angin terdahulu banyak dibangun di Denmark, Belanda, dan negara-negara Eropa lainnya. Kini turbin angin lebih banyak digunakan untuk mengakomodasi kebutuhan listrik masyarakat, dengan menggunakan prinsip konversi energi dan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui yaitu angin. Walaupun sampai saat ini pembangunan turbin angin masih belum dapat menyaingi pembangkit listrik konvensional seperti PLTD, PLTU dan sebagainya. Sehingga hal ini dirasa sangat perlu untuk mengetahui lebih dalam mengenai energi angin dan pembangkit listrik tenaga angin ini.

Kecepatan angin bertiup di pengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah gradien barometris (perbedaan tekanan udara antara dua isobar pada tiap jarak lurus 15 meridian atau 111 km). Gradien barometris, letak tempat, tinggi tempat dan waktu Dan sebagaimana yang dirumuskan dalam hukum Stevenson. Menurut Stevenson kekuatan angin yang bertiup berbanding lurus dengan gradien barometernya. Semakin besar gradien barometernya, semakin kuat angin yang bertiup. Gradien barometer adalah perbedaan tekanan udara antara dua isobar pada tiap jarak lurus 15 meridian atau 111 km [5]. Turbin angin merupakan alat yang digunakan untuk mengkonversi energi kinetik yang tersimpan dalam angin menjadi energi listrik. Sementara kincir angin adalah peralatan yang digunakan untuk mengkonversi energi angin menjadi daya mekanik. Perkembangan turbin angin mengalami kemajuan yang cukup signifikan semenjak akhir 1960an. Beberapa studi dilakukan di dalam dan luar negeri membuat turbin angin dengan diameter 2 cm dan diameter luar 3,2 cm [6].

Dan pemanfaatan kecerdasan buatan menjadi hal yang penting yang kinerjanya mengadopsi keahlian dari seorang pakar dan menyimpan pengetahuannya didalam komputer yang mampu memecahkan ketidakpastian. [7]. Kemudian pemanfaatan Jaringan Saraf Tiruan yang merupakan pengolahan informasi dengan proses pembelajaran, dengan melakukan pelatihan dan pengujian [8]. Jaringan Syaraf Tiruan memiliki kemampuan pemrosesan dan kemampuannya untuk belajar dari contoh sehingga Jaringan Saraf Tiruan menjadi paradigma pemecahan masalah yang efisien. Jaringan Saraf Tiruan yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan saraf biologi.

Jaringan ini sebagai dengan asumsi bahwa, informasi terjadi dan ditransmisikan antar neuron. Neuron memiliki bobot yang akan memperkuat sinyal. dan untuk menentukan masukan, setiap neuron menggunakan fungsi aktivasi untuk dikenakan pada jumlah masukan yang diterima kemudian dibandingkan dengan ambang batas [9].

Jaringan Syaraf Tiruan dapat diimplementasikan dalam berbagai aplikasi seperti pengenalan pola, cuaca, prediksi, pengenalan tulisan tangan, pengenalan wajah, autopilot, robotika, memprediksi cuaca untuk radiasi matahari dan angin. [10]

Dan penerapan model Jaringan saraf tiruan belum memberikan hasil yang optimal pada pembelajaran dengan nilai masukan yang tidak biner, tidak pasti dan bervariasi. Input variabel tidak hanya 1 dan 0 tetapi memungkinkan antara 0 dan 1. dan input dan output linguistik dan model non-linier [11].

Dan dalam analisa untuk model Ketidakpastian salah satunya menggunakan Fuzzy Logic yang merupakan landasan yang menyediakan kemampuan tinggi dari komputasi akhir dengan distribusi terkoordinasi terkait sumber daya dan memastikan pengiriman sumber daya komputasi seperti yang diharapkan. Dan kinerja dapat dinilai dari berbagai kriteria yang harus dipertimbangkan secara bersamaan dalam proses penjadwalan, dan ekspresi aritmatika memungkinkan pemetaan input yang ditetapkan ke output [12].

**Comment [ul8]:** Akhir pendahuluan sebaiknya berisi ringkasan tujuan dari penelitian

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Data Penelitian

Data yang diambil untuk di analisa yaitu data rata –rata tekanan udara kecepatan angin dan penyinaran matahari menurut bulan di kota Medan 2015, seperti yang terlihat pada tabel 1,berikut.

Tabel 1 yaitu data rata –rata tekanan udara kecepatan angin dan penyinaran matahari

Bulan	Tekanan udara (milibar/mb)	Penyinaran matahari / duration of sunshine (%)	Target Kecepatan angin (knot)
Januari	1010,9	39	2,6
Pebruari	1010,9	51	2,6
Maret	1010,6	51	2,6
April	1010,8	32	2,5
Mei	1010,5	37	2,2
Juni	1010,5	47	2,4
Juli	1010,5	37	2,2
Agustus	1010,4	42	2,5
September	1010,6	34	2,4
Oktober	1010,3	39	1,9
Nopember	1010,1	37	2,0
Desember	1010,3	41	2,2

Sumber : Stasiun Klimatologi sampali Medan/ <https://medankota.bps.go.id/>

### 2.2 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini terdiri dari variabel bebas dan 1 variabel terikat. Variabel terikat adalah kecepatan udara.Variabel bebasnya adalah tekanan udara dan penyinaran air. Data Kecepatan angin dan arah angin daerah Belawan dan sekitarnya tahun 2012, sesuai tabel di atas..

### 2.3 Algoritma

Model yang digunakan adalah model Jaringan Saraf Tiruan untuk Variabel Tidak Pasti dengan algoritma [13] sebagai berikut:

1. Membentuk matriks input
2. Membentuk derajat keanggotaan
3. Seleksi dengan logika OR (nilai Max) dari setiap kriteria.
4. Membentuk input dengan menyatakan sebagai vektor baris
5. Membentuk bobot preferensi Variabel berdasarkan output dengan teknik Probabilitas
6. Menentukan nilai Minimum Output dengan teknik Programan Linier.
7. Menyeleksi beberapa variabel berdasarkan keterkaitan antar variabel dan output
8. Menyeleksi data input dengan menghitung jarak euclidean antara masing-masing vektor baris untuk mewakili input.
9. Melakukan pelatihan
10. Melakukan pengujian

## 3. HASIL DAN ANALISIS

### 3.1 Data

Potensi angin yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkit energi angin adalah potensi angin dengan kecepatan minimum 4,16 m/s. Dan khusus untuk Indonesia kapasitas total pembangkit listrik yang berasal dari tenaga angin dengan estimasi kecepatan angin rata-rata sekitar 2,5 m/s yang setara dengan 9 km/jam atau 5.0 knot/jam cocok untuk turbin skala kecil khususnya di daerah pesisir, pegunungan,dan dataran terbuka. Potensi angin yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkit energi angin adalah potensi angin dengan kecepatan minimum 4,16 m/s. Dan khusus untuk Indonesia kapasitas total pembangkit listrik yang berasal dari tenaga angin dengan estimasi kecepatan angin rata-rata sekitar 2,5 m/s yang setara dengan 9 km/jam atau 5.0 knot/jam cocok untuk turbin skala kecil khususnya di daerah pesisir, pegunungan,dan dataran terbuka [14]. Dari penjelasan tersebut merupakan gambaran potensi kincir angin berputar atau tidak. Langkah awal dari analisa ini adalah membentuk membentuk matriks input untuk data data rata –rata tekanan udara dan penyinaran matahari, seperti pada Tabel 2

Tabel 2 Matriks input untuk data rata-rata tekanan udara dan penyinaran matahari,

1010,9	39	2,6 (potensi kincir angin berputar)
--------	----	-------------------------------------

**Comment [ul9]:** Sebaiknya digambarkan terlebih dahulu dalam bentuk alur/alir penelitian, dijelaskan proses penelitiannya, baru ditambahkan penelasa dengan data, maupun metodenya

**Comment [ul10]:** Hanya Mekanisme JST yang dimunculkan, padahal dalam Hasil alir penelitian dimulai dari Fuzzy Logic

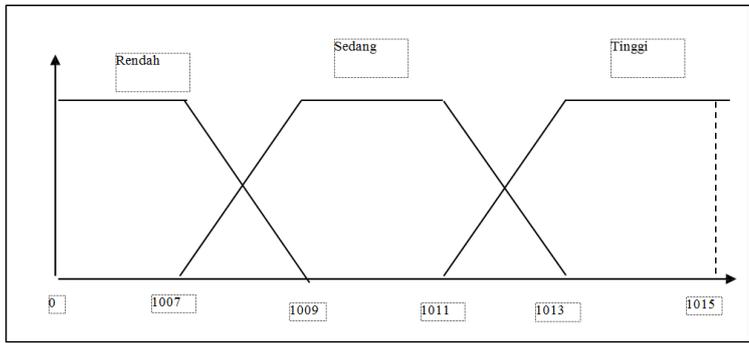
**Comment [ul11]:** Bedanya dengan data pada Metodologi Penelitian apa?

**Comment [ul12]:** Format tabel tidak ssesuai dformat Matrik

1010,9	51	2,6 (potensi kincir angin berputar)
1010,6	51	2,6 (potensi kincir angin berputar)
1010,8	32	2,5 (potensi kincir angin berputar)
1010,5	37	2,2 (potensi kincir angin tidak berputar)
1010,5	47	2,4 (potensi kincir angin tidak berputar)
1010,5	37	2,2 (potensi kincir angin tidak berputar)
1010,4	42	2,5 (potensi kincir angin berputar)
1010,6	34	2,4 (potensi kincir angin tidak berputar)
1010,3	39	1,9 (potensi kincir angin tidak berputar)
1010,1	37	2,0 (potensi kincir angin tidak berputar)
1010,3	41	2,2 (potensi kincir angin tidak berputar)

3.2 Derajat Keanggotaan dari tekanan udara((milibar/mb), terlihat pada Gambar 1 berikut .

Comment [ul13]: Sebaiknya diberikan 1 atau paragram untuk menjelaskan aktifitas penelitian yang dilakukan



Gambar 1 Derajat Keanggotaan dari tekanan udara (millibar/ mb)

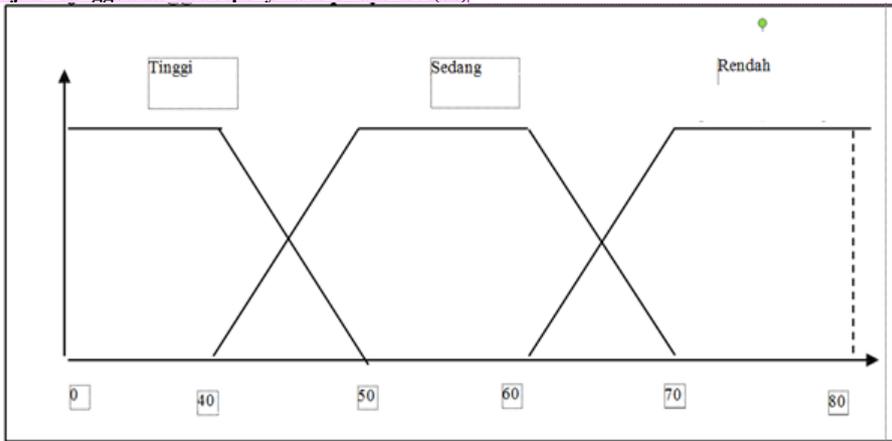
Nilai dari derajat keanggotaan dari tekanan udara [15].

$$\mu_{\text{rendah}}[x] = \begin{cases} 1 & 0 \leq x \leq 1007 \\ \frac{1009 - x}{1009 - 1007} & 1007 \leq x \leq 1009 \\ 0 & x \geq 1009 \end{cases}; \mu_{\text{tinggi}}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 1011 \\ \frac{x - 1011}{1013 - 1011} & 1011 \leq x \leq 1013 \\ 1 & x \geq 1013 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{sedang}}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 1007 \text{ atau } x \geq 1013 \\ \frac{x - 1007}{1009 - 1007} & 1007 \leq x \leq 1009 \\ \frac{1013 - x}{1013 - 1011} & 1011 \leq x \leq 1013 \end{cases}$$

3.3 Derajat Keanggotaan dari penyinaran matahari (%)

Comment [ul14]: Kurang dapat dipahami dengan penelitian yang dilakukan –KINCIR ANO dan Penyinaran Matahari ?



Gambar 2 Derajat Keanggotaan dari penyinaran matahari (%)

Nilai dari derajat keanggotaan dari penyinaran matahari [16] :

$$\mu_{\text{Rendah}}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 50 \\ (50 - x) / (50 - 40); & 40 \leq x \leq 50; \\ 1; & x \leq 40 \end{cases} \quad \mu_{\text{Tinggi}}[x] = \begin{cases} 0; & \leq 60 \\ (x - 60) / (70 - 60); & 60 \leq x \leq 70 \\ 1; & x \geq 60 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 40 \text{ atau } x \geq 70 \\ (x - 40) / (50 - 40); & 40 \leq x \leq 50 \\ 1; & 50 \leq x \leq 60; \\ (70 - x) / (70 - 60); & 60 \leq x \leq 70; \end{cases}$$

### 3.4 Data Konversi

Hasil data konversi setelah analisa dari derajat keanggotaan, seperti Tabel.3 berikut:

**Tabel 3 Data Hasil Konversi**

No.	Tekanan Udara (milibar/mb)			Penyinaran Matahari (%)		
	Rendah	Sedang	Tinggi	Rendah	Sedang	Tinggi
1	0	0	1	1	0	0
2	0	0	1	0	1	0
3	0	0	1	0	1	0
4	0	0	1	1	0	0
5	0	0	1	1	0	0
6	0	0	1	0,7	0,3	0
7	0	0	1	1	0	0
8	0	0	1	0,8	0,2	0
9	0	0	1	1	0	0
10	0	0	1	1	0	0
11	0	0	1	1	0	0
12	0	0	1	0,9	0,1	0

Hasil seleksi dengan logika OR (nilai Max) dari setiap kriteria, seperti pada Tabel 3 berikut:

**Tabel 4 Data hasil seleksi dengan logika OR.**

No.	Tekanan udara (milibar/mb)	Penyinaran matahari (%)
1	1	1
2	1	1
3	1	1
4	1	1
5	1	1
6	1	0,7
7	1	1
8	1	0,8
9	1	1
10	1	1
11	1	1
12	1	0,9

### 3.5 Teknik Probabilitas

Membentuk bobot preferensi Variabel berdasarkan output dengan teknik Probabilitas.

Dimana, beberapa penjelasan sebagai berikut:

$P(\text{Kec.KA}|TU)$  = probabilitas hipotesa kecepatan kincir angin terjadi jika evidence tekanan

udara terjadi.  
 $P(TU|Kec.KA)$  = probabilitas munculnya evidence tekanan udara, jika hipotesa kec. kincir angin terjadi.  
 $P(Kec.KA)$  = probabilitas hipotesis kecepatan kincir angin tanpa memandang evidence apapun.  
 $P(TU)$  = probabilitas evidence tekanan udara tanpa memandang apapun.

$P(TU|Kec.KA)=0,6$ ,  $P(Kec.KA)=0,125$ ,  $P(TU)=0,125$ ,  
 $P(Kec.KA | TU)=(0,6 \cdot 0,125)/0,125= 60 \%$   
 $P(Suhu|Kec.KA)=0,4$ ,  $P(Kec.KA)=0,125$ ,  $P(Suhu)=0,125$ .  
 $P(Kec.KA | Suhu)=(0,4 \cdot 0,125)/0,125 = 40 \%$

Sehingga bobot masing-masing variable terhadap kualitas air, yaitu:  
 Tekanan = 0.6, suhu =0.4, dan data dari masing-masing variabel dengan target.  
 $Y = (0,6 X1+0, 4X2)$

### 3.6 Menentukan bobot dan target

- Data 1 :  $x_1=1$ ,  $x_2=1$ ,  $Y = (0,6 x1+0,4 x2)$ ,  $Y= 1$ ,  $Y \geq 1$  sehingga kincir angin berputar
- Data 2 :  $x_1=1$ ,  $x_2=1$ ,  $Y=1$ ,  $Y \geq 1$  sehingga kincir angin berputar
- Data 3 :  $x_1=1$ ,  $x_2=1$ ,  $Y= 1$ , sehingga kincir angin berputar
- Data 4 :  $x_1=1$ ,  $x_2=1$ ,  $Y=1$ , sehingga kincir angin berputar
- Data 5 :  $x_1=1$ ,  $x_2=1$ ,  $Y= 1$ , sehingga kincir angin berputar
- Data 6 :  $x_1=1$ ,  $x_2=0,7$ ,  $Y = 0,88$ ,  $Y \leq 1$  sehingga kincir angin tidak berputar
- Data 7 :  $x_1=1$ ,  $x_2=1$ ,  $Y =1$ , sehingga kincir angin tidak berputar
- Data 8 :  $x_1=1$ ,  $x_2=0,8$ ,  $Y=0,92$ ,  $Y \leq 1$  sehingga kincir angin tidak berputar
- Data 9 :  $x_1=1$ ,  $x_2=1$ ,  $Y=1$ , sehingga kincir angin berputar
- Data 10:  $x_1=1$ ,  $x_2=1$ ,  $Y =1$ , sehingga kincir angin berputar
- Data 11:  $x_1=1$ ,  $x_2=1$ ,  $Y=1$ , sehingga kincir angin berputar
- Data 12:  $x_1=1$ ,  $x_2=0,9$ ,  $Y = 0,96$ , sehingga kincir angin tidak berputar

### 3.7 Seleksi Data dengan jarak Euclidean

Semakin sedikit tekanan udara maka semakin besar pula kecepatan angin. Dan semakin besar penyinaran matahari maka semakin besar kecepatan angin.

$$VB-1 : \sqrt{(1-0)^2 + (1-1)^2}$$

$$: \sqrt{(1)^2 + (0)^2}$$

$$: \sqrt{1}$$

$$: 1$$

$$VB-2 : \sqrt{(1-0)^2 + (1-1)^2}$$

$$: \sqrt{(1)^2 + (0)^2}$$

$$: \sqrt{1}$$

$$: 1$$

$$VB-3 : \sqrt{(1-0)^2 + (1-1)^2}$$

$$: \sqrt{(1)^2 + (0)^2}$$

$$: \sqrt{1}$$

$$: 1$$

VB-4 :1, VB-5 :1, VB-6 :0,88, VB-7 : 1, VB-8 : 0,92, VB-9 : 1, VB-10 : 1, VB-11 : 1, VB-12 :0,96  
 Data rangking masing-masing vektor dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

**Tabel.5 Data Rangking masing-masing vektor baris**

No	Vektor Baris ke-	Jarak Euclidean Terdekat	Rangking
1	6	0,88	1
2	8	0,92	2
3	12	0,96	3
4	1	1	4
5	2	1	5
6	3	1	6
7	4	1	7
8	5	1	8
9	7	1	9
10	9	1	10

11	10	0,377	11
12	11	0,377	12

Data ranking tertinggi vektor baris dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

**Tabel.6** Ranking tertinggi dari 12 input

No	VB ke-	Jarak Euclidean (Dari kincir angin)	Ranking	Target
1	6	0,88	1	Kincir air tidak bergerak/0
2	8	0,92	2	Kincir air tidak bergerak/0
3	12	0,96	3	Kincir air tidak bergerak/0
2	8	1	2	Kincir air bergerak/1

### 3.8 Pelatihan data yang hasil seleksi

Dimulai dengan pelatihan data di mulai dari data 1 sampai dengan data 12.

#### Epoch 1

##### Data ranking no.1 (VB -6)

$x_1=1, x_2=0,7, w_1=0, w_2=0, bias=0, \theta=0,6, \alpha=0,2, T=0$

$$y_{in} = bias + (x_1.w_1 + x_2.w_2)$$

$$= 0,1 + (1.0 + 0,7.0) =$$

$$= 0,1$$

- Masukan ke dalam fungsi aktivasi:

$$f(x)=Y = \begin{cases} 1, & \text{jika } y_{in} > \theta \\ 0, & \text{jika } -\theta \leq y_{in} \leq \theta \\ -1, & \text{jika } y_{in} < -\theta \end{cases}$$

$$f(x)=Y = \begin{cases} 1, & \text{jika } y_{in} > 0,6 \\ 0, & \text{jika } -0,6 \leq y_{in} \leq 0,6 \\ -1, & \text{jika } y_{in} < -0,6 \end{cases}$$

$Y=0 = T$  (tidak ada perubahan bobot dan bias).

##### Data ranking no.2 (VB -8)

$x_1=1, x_2=0,8, w_1=0, w_2=0, bias=0, \theta=0,6, \alpha=0,2, T=0$

$$y_{in} = bias + (x_1.w_1 + x_2.w_2)$$

$$= 0,1 + (1.0 + 0,8.0)$$

$$= 0,1$$

- Masukan ke dalam fungsi aktivasi:

$$f(x)=Y = \begin{cases} 1, & \text{jika } y_{in} > 0,6 \\ 0, & \text{jika } -0,6 \leq y_{in} \leq 0,6 \\ -1, & \text{jika } y_{in} < -0,6 \end{cases}$$

$Y=0 = T$  (tidak ada perubahan bobot dan bias).

##### Data ranking no.3 (VB -12)

$x_1=1, x_2=0,9, w_1=0, w_2=0, bias=0, \theta=0,6, \alpha=0,2, T=0$

$$y_{in} = bias + (x_1.w_1 + x_2.w_2)$$

$$= 0,1 + (1.0 + 0,9.0)$$

$$= 0,1$$

- Masukan ke dalam fungsi aktivasi:

$$f(x)=Y = \begin{cases} 1, & \text{jika } y_{in} > 0,6 \\ 0, & \text{jika } -0,6 \leq y_{in} \leq 0,6 \\ -1, & \text{jika } y_{in} < -0,6 \end{cases}$$

$Y=0 = T$  (tidak ada perubahan bobot dan bias).

##### Data ranking no.4 (VB -1)

$x_1=1, x_2=1, w_1=0, w_2=0, bias=0, \theta=0,6, \alpha=0,2, T=1$

$$y_{in} = bias + (x_1.w_1 + x_2.w_2)$$

**Comment [ul15]:** Perlu diperjelas dengan paragraf-paragraf kualitatif untuk mengantarkan pada tahap-tahap penelitian yang dilakukan, jangan berdasrkan rumus2 semua

$$= 0,1 + (1,0 + 1,0)$$

$$= 0,1.$$

- Masukkan ke dalam fungsi aktivasi:

$$f(x)=Y= \begin{cases} 1, & \text{jika } y_{-in} > 0,6 \\ 0, & \text{jika } -0,6 \leq y_{-in} \leq 0,6 \\ -1, & \text{jika } y_{in} < -0,6 \end{cases}$$

$Y=0 \neq T$  ( perubahan bobot dan bias).

$$w_1 \text{ (baru)} = w_1 \text{ (lama)} + \alpha \cdot t \cdot x_1$$

$$= 0 + 0,2 \cdot 1 \cdot 1 \quad x_1=1, x_2=1$$

$$= 0,2$$

$$w_2 \text{ (baru)} = w_2 \text{ (lama)} + \alpha \cdot t \cdot x_2$$

$$= 0 + 0,2 \cdot 1 \cdot 1$$

$$= 0,2$$

$$\text{bias (baru)} = \text{bias (lama)} + \alpha \cdot t$$

$$= 0 + 0,2 \cdot 1$$

$$= 0,2, \text{ sehingga } w_1=0,2, w_2=0,2,$$

### Epoch 2

#### Data rangking no.1 (VB -6)

$x_1=1, x_2=0,7, w_1=0,2, w_2=0,2, \text{ bias}=0,2, \theta=0,6, \alpha=0,2, T=0$

$$y\text{-in} = \text{bias} + (x_1 \cdot w_1 + x_2 \cdot w_2)$$

$$= 0,2 + (1,0,2 + 0,7,0,2) =$$

$$= 0,54$$

$Y=0 = T$  ( tidak ada perubahan bobot dan bias).

#### Data rangking no.2 (VB-8)

$x_1=1, x_2=0,8, w_1=0,4, w_2=0,2, \text{ bias}=0,2, \theta=0,6, \alpha=0,2, T=0$

$$y\text{-in} = \text{bias} + (x_1 \cdot w_1 + x_2 \cdot w_2)$$

$$= 0,2 + (1,0,2 + 0,8,0,2) =$$

$$= 0,56$$

$Y=0 = T$  ( tidak ada perubahan bobot dan bias).

#### Data rangking no.3 (VB-12)

$x_1=1, x_2=0,9, w_1=0,4, w_2=0,2, \text{ bias}=0,2, \theta=0,6, \alpha=0,2, T=0$

$$y\text{-in} = \text{bias} + (x_1 \cdot w_1 + x_2 \cdot w_2)$$

$$= 0,2 + (1,0,2 + 0,9,0,2) =$$

$$= 0,58$$

$Y=0 = T$  ( tidak ada perubahan bobot dan bias).

#### Data rangking no.3 (VB-1)

$$= 0,6$$

$Y=1 = T$  ( tidak ada perubahan bobot dan bias).

$x_1=1, x_2=1, w_1=0,4, w_2=0,2, \text{ bias}=0,2, \theta=0,6, \alpha=0,2, T=1$

$$y\text{-in} = \text{bias} + (x_1 \cdot w_1 + x_2 \cdot w_2)$$

$$= 0,2 + (1,0,2 + 1,0,2) =$$

### 3.9 Pengujian data

Selanjutnya pengujian data dengan data ke-11 pada untuk di uji, setelah didapat nilai bobot dan biasnya sesuai dengan Table 7 ,berikut.

**Tabel.7 Data Pengujian**

No	$X_1$	$X_2$
11	1	1

$x_1=1, x_2=1, w_1=0,4, w_2=0,2, \text{ bias}=0,2, \theta=0,6, \alpha=0,2, T=1$

$$y\text{-in} = \text{bias} + (x_1 \cdot w_1 + x_2 \cdot w_2)$$

$$= 0,2 + (1,0,2 + 1,0,2) =$$

$$= 0,6$$

- Masukkan ke dalam fungsi aktivasi:

$$f(x)=Y= \begin{cases} 1, & \text{jika } y_{-in} > 0,6 \\ 0, & \text{jika } -0,6 \leq y_{-in} \leq 0,6 \\ -1, & \text{jika } y_{in} < -0,6 \end{cases}$$

$Y=1$  (Kincir Angin bergerak)

#### 4. KESIMPULAN

Pemanfaatan kincir Angin berperan dalam menghasilkan tenaga angin yang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber energi listrik. Pergerakan kincir angin ini merupakan hal ketidakpastian, untuk menentukan bergerak atau tidaknya kincir angin tersebut. Sehingga model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model Jaringan Saraf Tiruan untuk Variabel Tidak Pasti (VTP) yang merupakan model seleksi dengan menggunakan teknik probabilitas, derajat keanggotaan, fungsi logika OR, linear programming dan jarak euclidean untuk mengurangi proses pembelajaran. Model Jaringan Saraf Tiruan untuk Variabel Tidak Pasti (VTP) ini diimplementasikan pada kincir angin dengan variabel tekanan udara dan penyinaran matahari. Dan dengan pelatihan yang dilakukan pada sistem dan selanjutnya dilakukan pengujian dapat menentukan kincir angin bergerak atau kincir angin tidak bergerak. Dan harapannya pada penelitian berikutnya dapat dilakukan dengan lebih banyak variabel dan menentukan kecepatan kincir angin. Juga dengan model Jaringan Saraf Tiruan untuk Variabel Tidak Pasti (VTP) dapat digunakan pada kasus yang berbeda.

#### REFERENSI

- [1] V. Lakshmi Narayanan dan R. Ramakrishnan. "Pitch Control of a Digital Hydraulics Pitch System for Wind Turbine Based on Neuro-Fuzzy Digital Pitch Controller". Vol 11, No 1 .2021
- [2] Maria Lauranti dan Eka Afrina Djahhari. "Transisi Energi yang Setara di Indonesia: Tantangan dan Peluang". Jakarta.Friedrich-Ebert-Stiftung. Jakarta .2017.
- [3] E I Konstantinidis and P N Botsaris. "Wind turbines: current status, obstacles, trends and technologies". IOP Conference Series Materials Science and Engineering 161(1):012079, November 2016.
- [4] Astu Pudjanarso dan Djati Nursuhud, "Mesin Konversi Energi". Yogyakarta : Andi.2006
- [5] S. W. Widyanto dkk. "Pemanfaatan Tenaga Angin Sebagai Pelapis Energi Surya Pada Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid di Pulau Wangi-Wangi." Jjurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek.Seminar Nasional Sains dan Teknologi. Jakarta.2018
- [6] Sigit Hernowo. "Rancang Bangun Turbin Angin Sumbu Horizontal Sederhana Dengan Panjang Sudut 1 Meter ". Jurnal Voering Vol. 5 No. 1 Juli .Lppm Politeknik Saint Paul Sorong 15.2020
- [7] Azmi, Zulfian dan Verdi Yasin. "Pengantar Sistem Pakar dan Metode". Jakarta: Mitra Wacana Media.2017
- [8] Azmi,Zulfian dan Verdi Yasin, Pengantar Jaringan Saraf Tiruan. Jakarta: Mitra Wacana Media.2021
- [9] Azmi, Z. dan Mawengkang, H. "Perceptron Genetic to Recognize Openning Strategy Ruy Lopez". 4th International Conference on Operational Research - InteriOR, 2018.
- [10] Kuldeep Shiruru.. "An Introduction To Artificial Neural Network". International Journal Of Advance Research And Innovative Ideas In Education 1(5):27-30.2016
- [11] Zulfian Azmi, BN Erna, dkk. "Neuron Model for Input Uncertainty". Journal Telematics and Informatics.Unissula.2018
- [12] Z Azmi, dkk. "Uncertainty Ontology for Module Rules Formation Waterwheel Control".Scientetic Journal of Informatics.Semarang,2018
- [13] azmi,zulfian. "Model Jaringan Saraf Tiruan Untuk Variabel Tidak Pasti". Universitas Sumatera Utara repositori.usu.ac.id/handle/123456789 /1096.2020
- [14] Zulfian Azmi, dkk. "Neuron Model for Input Uncertainty". Journal Telematics and Informatics.Unissula.2018
- [15] Hero P.Dida dkk. "Pemetaan Potensi Energi Angin di Perairan Indonesia Berdasarkan Data Satelit QuikScat dan WindSat". Jurnal Rekayasa Mesin Vol.7, No.2 Tahun 2016: 95-101.Malang.2016
- [16] Asih Pujiastuti dan Agus Harjoko. "Sistem Perhitungan Lama Penyinaran Matahari Dengan Metode Otsu Threshold" (Studi Kasus: St. Klimatologi Barongan).Yogyakarta. J urnal Compiler.Volume 5, Nomor 2, November 2016

**Comment [ul16]:** Dibuat lebih terstruktur (Tabel pengujian, berapa kali uji, parameter yang digunakan ) hingga mnedapatkan hasilnya. Lebih baik lagi dipresentasikan dalam bentuk Grafik

**Comment [ul17]:** Perlu dijabarkan data-data hasil penelitian secara kuantitatif terlebih dahulu, kemudian diteruskan dengan penjelasannya

**Comment [ul18]:** Belum rapi, belum menggunakan Mendeley/dsb, penulisan format belum sesuai fromat IEEE



## Analisis Jaringan Syaraf Tiruan untuk Mengontrol Kincir Angin

### Article Info

#### Article history:

Received, xxx xx xxxx  
Revised, xxx xx xxxx  
Accepted, xxx xx xxx

#### Kata Kunci:

Kontrol  
Kincir\_ Angin  
JST  
Variabel\_Tidak\_Pasti  
Tekanan\_ Udara

### ABSTRAK

Pemanfaatan sumber energi angin memberikan keuntungan dalam hal ramah lingkungan, dan dapat menjadi sumber energi yang bisa diandalkan. Analisa untuk kontrol kincir angin ini menggunakan model Jaringan Saraf Tiruan untuk Variabel Tidak Pasti atau disingkat dengan model VTP diharapkan dapat memberikan solusi dalam menyelesaikan kasus kontrol kincir angin. Dan model Jaringan Saraf Tiruan untuk Variabel Tidak Pasti ini menggunakan teknik probabilitas, derajat keanggotaan, fungsi logika OR, linear programming dan jarak euclidean untuk mengurangi proses pembelajaran. Pada penelitian kontrol kincir angin ini menggunakan variabel tekanan udara dan tekanan penyinaran matahari untuk menentukan apakah kincir angin bergerak atau tidak. Akhirnya penelitian ini mencoba untuk menganalisa kontrol kincir angin, yang kedepan diharapkan dapat menghasilkan sistem kontrol kincir angin cerdas. [Pada Abstrak belum terlihat hasil dari Model VTP itu, mohon jelaskan ! seperti apakah hasil yang di analisis] **catatan reviewer**

### ABSTRACT

*Utilization of wind energy sources provides advantages in terms of being environmentally friendly, and it can be energy source is realible. The analysis of windmill control using Neural Network model for Uncertain Variables or abbreviated as the VTP model is expected to provide a solution in solving the windmill control case. And the Neural Network model for Uncertain Variables uses probability techniques, degree of membership, logical OR function, linear programming and euclidean distance to reduce the learning process In this research, windmill control uses variable air pressure and duration of sunshine to determine whether the windmill is moving or not. Finally, this research tries to analyze windmill control, which in the future is expected to produce a smart windmill control system.*

*This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.*



### Penulis Korespondensi:

## 1. PENDAHULUAN

Meningkatnya kebutuhan energi secara global bersamaan dengan emisi gas berbahaya disebabkan oleh sumber bahan bakar fosil konvensional, seperti batu bara dan minyak, mencari energi baru yang bersih dan terbarukan telah menjadi masalah penting perkembangan masyarakat manusia. Telah membuat kebutuhan untuk meningkatkan penggunaan sumber energi terbarukan menjadi sangat penting. Karena itu, pengembangannya terbarukan energi adalah tren umum di dunia saat ini. [1]. Sumber terutama fosil yang selama ini digunakan diperkirakan akan habis, karena eksploitasi besar-besaran untuk mengimbangi keperluan akan energi untuk kebutuhan. Untuk itu perlu dikembangkan sumber energi listrik yang bisa diperbaharui, sumber energi alam yang dapat digunakan secara bebas, tidak terbatas. salah satunya energi dari tenaga angin. Pemanfaatan sumber energi angin memberikan keuntungan dalam hal ramah lingkungan, tidak mengakibatkan polusi yang bisa merusak lingkungan. Dan tenaga angin bisa menjadi sumber energi yang bisa diandalkan, dapat dieksploitasi memenuhi secara langsung baik permintaan global untuk energi terbarukan. Menurut peta jalan energi Eropa 2050[2], pangsa energi terbarukan meningkat secara substansial di semua skenario, mencapai setidaknya 55 % di final bruto konsumsi energi pada tahun 2050, meningkat 45 point persentase dari tingkat saat ini sekitar 10%. Tenaga angin merupakan sumber energi terbarukan yang digunakan terutama untuk produksi tenaga listrik. Sumber daya angin global (darat dan dekat pantai) diperkirakan 72 TW yang berarti tujuh kali lipat kebutuhan listrik dunia dan lima kali lipat permintaan energi dunia.

Saat ini energi yang terbarukan sangat dibutuhkan, karena kebutuhan energi listrik di Indonesia semakin meningkat tiap tahunnya. Kebutuhan energi meningkat secara bertahap, baik ditinjau dari kapasitasnya, kualitasnya maupun dari tuntutan distribusinya. Meningkatnya kebutuhan energi listrik di Indonesia **setiap tahunnya ini sejalan dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi nasional**. Karena begitu besarnya, maka hal ini akan menjadi masalah bila dalam penyediaannya tidak sejalan dengan kebutuhan. Untuk mengatasi pemenuhan kebutuhan listrik ini, maka diperlukan sebuah sumber energi baru yang mampu memenuhi kebutuhan listrik nasional yang semakin besar. Angin sebagai **sumber** yang sangat banyak tersedia di alam dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber energi listrik. Angin merupakan sumber energi yang tidak ada habisnya sehingga pemanfaatan energi ini sebagai salah satu sumber energi yang akan berdampak positif terhadap kebutuhan listrik nasional. **[Mohon perhatikan tanda baca setiap .... kalimat dan jelaskan maksud kata Sumber ... ?] catatan Reviewer**

Faktor yang menentukan pergerakan angin adalah akibat terdapat selisih desakan di alam. Aliran udara beralir melalui desakan pada area yang besar ke area yang kecil. Aliran udara yang berhembus di alam merupakan suatu hasil selisih perolehan temperatur angin. Sehingga selisih temperatur menyebabkan selisih desakan, dan menghasilkan aliran angin. Seperti menurut seorang ahli meteorologi, asal Belanda Buy Bollots, yang dapat disimpulkan bahwa angin yang mengalir dari area yang mempunyai desakan area yang besar ke area yang kecil. Angin mengalir akan berhembus di area seluruh area alam, maka pada area memiliki kemampuan memfungsikan daya aliran udara. Biasanya area rata lebih berguna dari area bentuk permukaan bumi dan bentuk lain. Dan angin terbentuk dari perbedaan tekanan udara akibat proses pemanasan permukaan bumi oleh matahari yang tidak merata. Beberapa area yang mempunyai kelajuan udara yang banyak misalnya area pesisir atau tepi laut, gurun dan lainnya. Selain itu daerah-daerah yang dapat memperbesar kelajuan udara yang bergerak, misal di puncak bukit atau pada celah antara pegunungan. Pergerakan semua matahari setiap tiga bulan menyebabkan perpindahan lokasi pemanasan permukaan bumi. Dampak dari fenomena ini menyebabkan perbedaan tekanan udara pada Belahan Bumi Utara (BBU) dan Belahan Bumi Selatan (BBS). Potensi angin yang bisa dimanfaatkan untuk pembangkit energi angin adalah potensi angin dengan kecepatan minimum 4.36 m/s. Dan yang pada tertentu pada negara Indonesia, jumlah generator elektrik bersumber dari kekuatan udara yang bergerak pada bobot kelajuan udara yang bergerak rerata 2,5 m/s sama dengan 9 km/jam atau 5.0 knot/jam sesuai dalam mendukung aktivitas perkebunan atau kegiatan manusia yang berhubungan dengan pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya hayati perairan. Misal untuk kebutuhan pengairan empang serta lainnya.

**Dekade terakhir** instalasi ladang angin di seluruh dunia menyebar dengan cepat dan energi angin telah menjadi faktor penting untuk mendorong pembangunan berkelanjutan. Tetapi konsekuensi negatif seperti kecelakaan, efek lingkungan dan lain-lain disorot. Terutama dampak visual terhadap lanskap dan polusi suara adalah beberapa faktor itu memprovokasi reaksi sosial. Selain itu proses das angin yang diizinkan dan panjang pembangkit tenaga listrik, biaya modal yang tinggi dari investasi dan ketidakstabilan jaringan karena sifat angin yang terputus-putus, juga merupakan hambatan signifikan dalam perkembangan angin produksi energi[3]. **[Mohon jelaskan Dekade terakhir... kira-kira mulai kapan ?] catatan Reviewer**

Dalam sejarahnya kincir angin pertama kali digunakan untuk membangkitkan listrik dibangun oleh P. La Cour dari Denmark di akhir abad ke-19. Setelah perang dunia I, layar dengan penampang melintang menyerupai sudut propeler pesawat sekarang disebut kincir angin type propeler' atau turbin. Eksperimen kincir angin sudut kembar dilakukan di Amerika Serikat tahun 1940, ukurannya sangat besar yang disebut mesin Smith-Putman, karena dirancang oleh Palmer Putman, kapasitasnya 1,25 MW yang dibuat oleh Morgan Smith Company dari York Pennsylvania [4]. Turbin angin ini pada awalnya dibuat untuk mengakomodasi kebutuhan para petani dalam melakukan penggilingan padi, ke perluan irigasi, dll. Turbin angin terdahulu banyak dibangun di Denmark, Belanda, dan negara-negara Eropa lainnya. Kini turbin angin lebih banyak digunakan untuk mengakomodasi kebutuhan listrik masyarakat, dengan menggunakan prinsip konversi energi dan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui yaitu angin. Walaupun sampai saat ini pembangunan turbin angin masih belum dapat menyaingi pembangkit listrik konvensional seperti PLTD, PLTU dan sebagainya. Sehingga hal ini dirasa sangat perlu untuk mengetahui lebih dalam mengenai energi angin dan pembangkit listrik tenaga angin ini.

Kecepatan angin bertiup di pengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah gradien barometris (perbedaan tekanan udara antara dua isobar pada tiap jarak lurus 15 meridian atau 111 km). Gradien barometris, letak tempat, tinggi tempat dan waktu. Dan sebagaimana yang dirumuskan dalam hukum Stevenson. Menurut Stevenson kekuatan angin yang bertiup berbanding lurus dengan gradien barometernya. Semakin besar gradien barometernya, semakin kuat angin yang bertiup. Gradien barometer adalah perbedaan tekanan udara antara dua isobar pada tiap jarak lurus 15 meridian atau 111 km [5]. Turbin angin merupakan alat yang digunakan untuk mengkonversi energi kinetik yang tersimpan dalam angin menjadi energi listrik. Sementara kincir angin adalah peralatan yang digunakan untuk mengkonversi energi angin menjadi daya mekanik. Perkembangan turbin angin mengalami kemajuan yang cukup signifikan semenjak akhir 1960an. Beberapa studi dilakukan di dalam dan luar negeri membuat turbin angin dengan diameter 2 cm dan diameter luar 3,2 cm [6].

Pemanfaatan kecerdasan buatan menjadi hal yang penting yang kinerjanya mengadopsi keahlian dari seorang pakar dan menyimpan pengetahuannya didalam komputer yang mampu memecahkan ketidakpastian [7]. Kemudian pemanfaatan Jaringan Saraf Tiruan yang merupakan pengolahan informasi dengan proses pembelajaran, dengan melakukan pelatihan dan pengujian [8]. Jaringan Saraf Tiruan memiliki kemampuan pemrosesan dan kemampuannya untuk belajar dari contoh sehingga Jaringan Saraf Tiruan menjadi paradigma pemecahan masalah yang efisien. Jaringan Saraf Tiruan yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan saraf biologi. Jaringan ini sebagai dengan asumsi bahwa, informasi terjadi dan ditransmisikan antar neuron. Neuron memiliki bobot yang akan memperkuat sinyal, dan untuk menentukan masukan, setiap neuron menggunakan fungsi aktivasi untuk dikenakan pada jumlah masukan yang diterima kemudian dibandingkan dengan ambang batas [9]. Jaringan Saraf Tiruan dapat diimplementasikan dalam berbagai aplikasi seperti pengenalan pola, cuaca, prediksi, pengenalan tulisan tangan, pengenalan wajah, autopilot, robotika, memprediksi cuaca untuk radiasi matahari dan angin [10]. Dan penerapan model Jaringan belum saraf tiruan belum memberikan hasil yang optimal pada pembelajaran dengan nilai masukan yang tidak biner, tidak pasti dan bervariasi. Input variabel tidak hanya 1 dan 0 tetapi memungkinkan antara 0 dan 1, dan input dan output linguistik dan model non-linier [11]. Dan dalam analisa untuk model Ketidak pastian salah satunya menggunakan Fuzzy Logic yang merupakan landasan yang menyediakan kemampuan tinggi dari komputasi akhir dengan distribusi terkoordinasi terkait sumber daya dan memastikan pengiriman sumber daya komputasi seperti yang diharapkan. Dan kinerja dapat dinilai dari berbagai kriteria yang harus dipertimbangkan secara bersamaan dalam proses penjadwalan, dan ekspresi aritmatika memungkinkan pemetaan input yang ditetapkan ke output [12].

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Data Penelitian

Data yang diambil untuk di analisa yaitu data rata-rata tekanan udara kecepatan angin dan penyinaran matahari menurut bulan di kota Medan 2015, seperti yang terlihat pada tabel 1, berikut

Tabel 1 yaitu data rata-rata tekanan udara kecepatan angin dan penyinaran matahari

Bulan	Tekanan udara (milibar/mb)	Penyinaran matahari / duration of sunshine (%)	Target Kecepatan angin (knot)
Januari	1010,9	39	2,6
Pebruari	1010,9	51	2,6
Maret	1010,6	51	2,6
April	1010,8	32	2,5
Mei	1010,5	37	2,2
Juni	1010,5	47	2,4
Juli	1010,5	37	2,2
Agustus	1010,4	42	2,5
September	1010,6	34	2,4
Oktober	1010,3	39	1,9
Nopember	1010,1	37	2,0
Desember	1010,3	41	2,2

Sumber: Stasiun Klimatologi sampali Medan/ <https://medankota.bps.go.id/>

### 2.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan suatu simbol, ciri ataupun kadar dari entitas atau aktivitas yang memiliki ragam khusus yang di gunakan oleh peneliti untuk dipelajari dan diambil suatu kesimpulannya [13]. Dan variabel dalam penelitian ini terdiri dari variabel bebas dan 1 variabel terikat. Variabel terikat adalah kecepatan udara. Variabel bebasnya adalah tekanan udara dan penyinaran air. Data Kecepatan angin dan arah angin daerah Belawan dan sekitarnya tahun 2012, sesuai tabel di atas.

### 2.3 Algoritma

Model yang digunakan adalah model Jaringan Saraf Tiruan untuk Variabel Tidak Pasti dengan algoritma [14][15] sebagai berikut:

1. Membentuk matriks input
2. Membentuk derajat keanggotaan
3. Seleksi dengan logika OR (nilai Max) dari setiap kriteria.

4. Membentuk input dengan menyatakan sebagai vektor baris
5. Membentuk bobot preferensi Variabel berdasarkan output dengan teknik Probabilitas
6. Menentukan nilai Minimum Output dengan teknik Programan Linier.
7. Menyeleksi beberapa variabel berdasarkan keterkaitan antar variabel dan output
8. Menyeleksi data input dengan menghitung jarak euclidean antara masing-masing vektor baris untuk mewakili input.
9. Melakukan pelatihan
10. Melakukan pengujian

**3. HASIL DAN ANALISIS**

**3.1. Data**

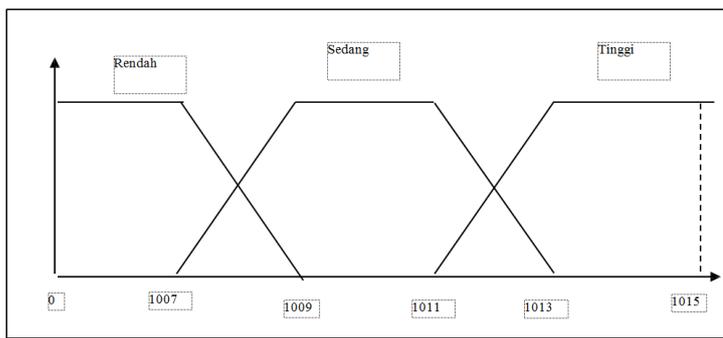
Potensi angin yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkit energi angin adalah potensi angin dengan kecepatan minimum 4,16 m/s. Dan spesial negara Indonesia jumlah daya muat generator elektrik bersumber kekuatan angin dengan bobot kelajuan udara rerata kurang lebih 2,5 m/s dan sama dengan 9 km/jam atau 5.0 knot/jam sesuai bagi alat yang menyebabkan energi dengan proporsi rendah spesial pada area pantai, gunung-gunung dan area bebas. Potensi angin yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkit energi angin adalah potensi angin dengan kecepatan minimum 4,16 m/s. Dan spesial negara Indonesia proporsi jumlah generator elektrik bersumber dari kekuatan udara dengan bobot kelajuan udara rerata kurang 2,5 m/s sama dengan 9 km/jam atau 5,0 knot/jam sesuai pada generator prioritas rendah di area area pantai, gunung-gunung dan area bebas. Dari penjelasan tersebut merupakan gambaran potensi kincir angin berputar atau tidak. Langkah awal dari analisa ini adalah membentuk matriks input untuk data rerata tekanan udara dan penyinaran matahari seperti pada Tabel.2.

Tabel 2. Matriks input untuk data rata-rata tekanan udara dan penyinaran matahari

1010,9	39	2,6 (potensi kincir angin berputar)
1010,9	51	2,6 (potensi kincir angin berputar)
1010,6	51	2,6 (potensi kincir angin berputar)
1010,8	32	2,5 (potensi kincir angin berputar)
1010,5	37	2,2 (potensi kincir angin tidak berputar)
1010,5	47	2,4 (potensi kincir angin tidak berputar)
1010,5	37	2,2 (potensi kincir angin tidak berputar)
1010,4	42	2,5 (potensi kincir angin berputar)
1010,6	34	2,4 (potensi kincir angin tidak berputar)
1010,3	39	1,9 (potensi kincir angin tidak berputar)
1010,1	37	2,0 (potensi kincir angin tidak berputar)
1010,3	41	2,2 (potensi kincir angin tidak berputar)

**3.2 Fungsi Keanggotaan**

Fungsi keanggotaan merupakan suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data kedalam nilai keanggotaannya atau derajat keanggotaan yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Dan data-data tersebut digambarkan atau direpresentasikan dengan sebuah kurva. Pada penelitian ini, masing-masing data ditunjukkan dengan fungsi keanggotaannya baik variabel rata-rata tekanan udara kecepatan angin dan penyinaran matahari yang direpresentasikan pada suatu kurva Trapesium. Untuk variabel terkenan udara(milibar/mb) direpresentasikan dengan fungsi keanggotaannya seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Derajat Keanggotaan dari tekanan udara (millibar/ mb)

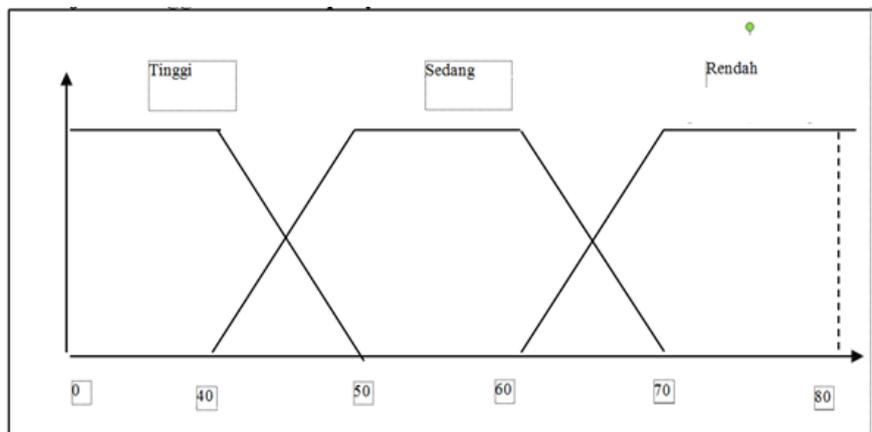
Nilai dari derajat keanggotaan dari tekanan udara [16]

$$\mu_{\text{rendah}}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 1009 \\ (1009 - x) / (1009 - 1007); & 1007 \leq x \leq 1009 \\ 1; & x \leq 1007 \end{cases}; \mu_{\text{tinggi}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 1011 \\ (x - 1011) / (1013 - 1011); & 1013 \leq x \leq 1011 \\ 1; & x \geq 1013 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{sedang}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 1007 \text{ atau } x \geq 1013 \\ (x - 1007) / (1009 - 1007); & 1007 \leq x \leq 1009 \\ 1; & 1007 \leq x \leq 1009; \\ (1013 - x) / (1013 - 1011); & 1011 \leq x \leq 1013; \end{cases}$$

- Fungsi Keanggotaan dari penyinaran matahari

Fungsi keanggotaan dari penyinaran matahari (%) dengan suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data penyinaran matahari kedalam derajat keanggotaan yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Dan data penyinaran matahari ini direpresentasikan dengan sebuah kurva trapesium. Untuk variabel penyinaran matahari (%) dengan kriteria Rendah, Sedang dan Tinggi yang memiliki interval 0 dan 1 direpresentasikan dengan fungsi keanggotaannya seperti pada Gambar 2, berikut.



Gambar 2. Derajat Keanggotaan dari penyinaran matahari (%)

Nilai dari derajat keanggotaan dari penyinaran matahari [17] :

$$\mu_{\text{Rendah}}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 50 \\ (50 - x) / (50 - 40); & 40 \leq x \leq 50 \\ 1; & x \leq 40 \end{cases}; \mu_{\text{Tinggi}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 60 \\ (x - 60) / (70 - 60); & 60 \leq x \leq 70 \\ 1; & x \geq 60 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 40 \text{ atau } x \geq 70 \\ (x - 40) / (50 - 40); & 40 \leq x \leq 50 \\ 1; & 50 \leq x \leq 60; \\ (70 - x) / (70 - 60); & 60 \leq x \leq 70; \end{cases}$$

### 3.3 Data Konversi

Fungsi keanggotaan masing-masing data dari Tekanan Udara dan Penyinaran Matahari dengan menggunakan kriteria Rendah, Sedang dan Tinggi di konversikan dengan nilai-nilainya yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Data hasil konversi dari Tekanan Udara (milibar/mb) dan Penyinaran Matahari sesuai dengan Tabel.3.

Tabel 3. Data Hasil Konversi

No.	Tekanan Udara (milibar/mb)	Penyinaran Matahari (%)
-----	----------------------------	-------------------------

	Rendah	Sedang	Tinggi	Rendah	Sedang	Tinggi
1	0	0	1	1	0	0
2	0	0	1	0	1	0
3	0	0	1	0	1	0
4	0	0	1	1	0	0
5	0	0	1	1	0	0
6	0	0	1	0,7	0,3	0
7	0	0	1	1	0	0
8	0	0	1	0,8	0,2	0
9	0	0	1	1	0	0
10	0	0	1	1	0	0
11	0	0	1	1	0	0
12	0	0	1	0,9	0,1	0

Selanjutnya data hasil konversi dari variabel Tekanan udara dan Penyinaran matahari pada Tabel 3, dianalisa dengan langkah berikutnya yaitu dengan melakukan seleksi menggunakan fungsi logika OR (nilai Max) pada kriteria, rendah, sedang dan tinggi. Dan data hasil seleksi variabel Tekanan Udara dan Penyinaran matahari yang menggunakan fungsi logika OR tersebut dapat terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data hasil seleksi dengan logika OR.

No.	Tekanan udara (milibar/mb)	Penyinaran matahari (%)
1	1	1
2	1	1
3	1	1
4	1	1
5	1	1
6	1	0,7
7	1	1
8	1	0,8
9	1	1
10	1	1
11	1	1
12	1	0,9

### 3.4 Teknik Probabilitas

Membentuk bobot preferensi Variabel berdasarkan output dengan teknik Probabilitas. Dimana, beberapa penjelasan sebagai berikut:

$P(\text{Kec.KA}|\text{TU})$  = probabilitas hipotesa kecepatan kincir angin terjadi jika evidence tekanan

$P(\text{Kec.KA}|\text{TU})$  = probabilitas hipotesa kecepatan kincir angin terjadi jika evidence tekanan udara terjadi.

$P(\text{TU}|\text{Kec. KA})$  = probabilitas munculnya evidence tekanan udara, jika hipotesa kec. kincir angin terjadi.

$P(\text{Kec.KA})$  = probabilitas hipotesis kecepatan kincir angin tanpa memandang evidence apapun.

$P(\text{TU})$  = probabilitas evidence tekanan udara tanpa memandang apapun.

$P(\text{TU}|\text{Kec. KA}) = 0,6$ ,  $P(\text{Kec. KA}) = 0,125$ ,  $P(\text{TU}) = 0,125$ ,

$P(\text{Kec.KA} | \text{TU}) = (0,6 \cdot 0,125) / 0,125 = 60\%$

$P(\text{Suhu}|\text{Kec. KA}) = 0,4$ ,  $P(\text{Kec. KA}) = 0,125$ ,  $P(\text{Suhu}) = 0,125$ .

$P(\text{Kec.KA} | \text{Suhu}) = (0,4 \cdot 0,125) / 0,125 = 40\%$

Sehingga bobot masing-masing variable terhadap kualitas air, yaitu:  
 Tekanan = 0.6, suhu = 0.4, dan data dari masing-masing variabel dengan target.  
 $Y = (0,6 X1 + 0,4 X2)$

**3.5 Menentukan bobot dan target**

- Data 1:  $x_1=1, x_2=1, Y = (0,6 x1 + 0,4 x2), Y= 1, Y \geq 1$  sehingga kincir angin berputar
- Data 2:  $x_1=1, x_2=1, Y=1, Y \geq 1$  sehingga kincir angin berputar
- Data 3:  $x_1=1, x_2=1, Y= 1, Y \geq 1$  sehingga kincir angin berputar
- Data 4:  $x_1=1, x_2=1, Y=1, Y \geq 1$  sehingga kincir angin berputar
- Data 5:  $x_1=1, x_2=1, Y= 1, Y \geq 1$  sehingga kincir angin berputar
- Data 6:  $x_1=1, x_2=0,7, Y = 0,88, Y \leq 1$  sehingga kincir angin tidak berputar
- Data 7:  $x_1=1, x_2=1, Y=1, Y \geq 1$  sehingga kincir angin tidak berputar
- Data 8:  $x_1=1, x_2=0,8, Y=0,92, Y \leq 1$  sehingga kincir angin tidak berputar
- Data 9:  $x_1=1, x_2=1, Y=1, Y \geq 1$  sehingga kincir angin berputar
- Data 10:  $x_1=1, x_2=1, Y= 1, Y \geq 1$  sehingga kincir angin berputar
- Data 11:  $x_1=1, x_2=1, Y=1, Y \geq 1$  sehingga kincir angin berputar
- Data 12:  $x_1=1, x_2=0,9, Y = 0,96, Y \leq 1$  sehingga kincir angin tidak berputar

**3.6 Seleksi Data dengan jarak Euclidean**

Semakin sedikit tekanan udara maka semakin besar pula kecepatan angin. Dan semakin besar penyinaran matahari maka semakin besar kecepatan angin.

$$\begin{aligned} \text{VB-1: } & \sqrt{(1-0)^2 + (1-1)^2} \\ & : \sqrt{(1)^2 + (0)^2} \\ & : \sqrt{1} \\ & : 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{VB-2: } & \sqrt{(1-0)^2 + (1-1)^2} \\ & : \sqrt{(1)^2 + (0)^2} \\ & : \sqrt{1} \\ & : 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{VB-3: } & \sqrt{(1-0)^2 + (1-1)^2} \\ & : \sqrt{(1)^2 + (0)^2} \\ & : \sqrt{1} \\ & : 1 \end{aligned}$$

VB-4 : 1, VB-5 : 1, VB-6 : 0,88, VB-7 : 1, VB-8 : 0,92, VB-9 : 1, VB-10 : 1, VB-11 : 1, VB-12 : 0,96

Data rangking masing-masing vektor, yaitu VB-1 sampai dengan VB-12 merupakan hasil seleksi dengan cara menghitung jarak Euclidean masing-masing vektor. Dan hasil data Rangking masing-masing vektor baris tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Rangking masing-masing vektor baris

No	Vektor Baris ke-	Jarak Euclidean Terdekat	Rangking
1	6	0,88	1
2	8	0,92	2
3	12	0,96	3
4	1	1	4
5	2	1	5
6	3	1	6
7	4	1	7
8	5	1	8
9	7	1	9
10	9	1	10
11	10	0,377	11
12	11	0,377	12

Data rangking tertinggi vektor baris dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Rangkaian tertinggi dari 12 input

No	VB ke-	Jarak Euclidean (Dari kincir angin)	Rangkaian	Target
1	6	0,88	1	Kincir air tidak bergerak/0
2	8	0,92	2	Kincir air tidak bergerak/0
3	12	0,96	3	Kincir air tidak bergerak/0
2	8	1	2	Kincir air bergerak/1

**3.7 Pelatihan data yang hasil seleksi**

Dimulai dengan pelatihan data di mulai dari data 1 sampai dengan data 12.

**Epoch 1**

**Data rangkaian no.1 (VB -6)**

$x_1=1, x_2=0,7, w_1=0, w_2=0, bias=0, \theta=0,6, \alpha=0,2, T=0$

$y_{-in} = bias + (x_1.w_1 + x_2.w_2)$

$$= 0,1 + (1.0 + 0,7.0)$$

$$= 0,1$$

- Masukkan ke dalam fungsi aktivasi:

$$f(x)=Y = \begin{cases} 1, & \text{jika } y_{-in} > \theta \\ 0, & \text{jika } -\theta \leq y_{-in} \leq \theta \\ -1, & \text{jika } y_{-in} < -\theta \end{cases}$$

$$f(x)=Y = \begin{cases} 1, & \text{jika } y_{-in} > 0,6 \\ 0, & \text{jika } -0,6 \leq y_{-in} \leq 0,6 \\ -1, & \text{jika } y_{-in} < -0,6 \end{cases}$$

$Y=0 = T$  (tidak ada perubahan bobot dan bias).

**Data rangkaian no.2 (VB -8)**

$x_1=1, x_2=0,8, w_1=0, w_2=0, bias=0, \theta=0,6, \alpha=0,2, T=0$

$y_{-in} = bias + (x_1.w_1 + x_2.w_2)$

$$= 0,1 + (1.0 + 0,8.0)$$

$$= 0,1$$

- Masukkan ke dalam fungsi aktivasi:

$$f(x)=Y = \begin{cases} 1, & \text{jika } y_{-in} > 0,6 \\ 0, & \text{jika } -0,6 \leq y_{-in} \leq 0,6 \\ -1, & \text{jika } y_{-in} < -0,6 \end{cases}$$

$Y=0 = T$  (tidak ada perubahan bobot dan bias).

**Data rangkaian no.3 (VB -12)**

$x_1=1, x_2=0,9, w_1=0, w_2=0, bias=0, \theta=0,6, \alpha=0,2, T=0$

$y_{-in} = bias + (x_1.w_1 + x_2.w_2)$

$$= 0,1 + (1.0 + 0,9.0)$$

$$= 0,1$$

- Masukkan ke dalam fungsi aktivasi:

$$f(x)=Y = \begin{cases} 1, & \text{jika } y_{-in} > 0,6 \\ 0, & \text{jika } -0,6 \leq y_{-in} \leq 0,6 \\ -1, & \text{jika } y_{-in} < -0,6 \end{cases}$$

$Y=0 = T$  (tidak ada perubahan bobot dan bias).

**Data rangkaian no.4 (VB -1)**

$$x_1=1, x_2=1, w_1=0, w_2=0, \text{bias}=0, \theta=0,6, \alpha=0,2, T=1$$

$$\begin{aligned} y\text{-in} &= \text{bias} + (x_1.w_1 + x_2.w_2) \\ &= 0,1 + (1.0 + 1.0) \\ &= 0,1. \end{aligned}$$

- Masukkan ke dalam fungsi aktivasi:

$$f(x)=Y = \begin{cases} 1, & \text{jika } y_{\text{-in}} > 0,6 \\ 0, & \text{jika } -0,6 \leq y_{\text{-in}} \leq 0,6 \\ -1, & \text{jika } y_{\text{-in}} < -0,6 \end{cases}$$

$Y=0 \neq T$  (perubahan bobot dan bias).

$$\begin{aligned} w_1(\text{baru}) &= w_1(\text{lama}) + \alpha.t.x_1 \\ &= 0 + 0,2.1.1 \\ &= 0,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_2(\text{baru}) &= w_2(\text{lama}) + \alpha.t.x_2 \\ &= 0 + 0,2.1.1 \\ &= 0,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{bias}(\text{baru}) &= \text{bias}(\text{lama}) + \alpha.t \\ &= 0 + 0,2.1 \\ &= 0,2, \text{ sehingga } w_1=0,2, w_2=0,2, \end{aligned}$$

## Epoch 2

### Data ranking no.1 (VB -6)

$$x_1=1, x_2=0,7, w_1=0,2, w_2=0,2, \text{bias}=0,2, \theta=0,6, \alpha=0,2, T=0$$

$$\begin{aligned} y\text{-in} &= \text{bias} + (x_1.w_1 + x_2.w_2) \\ &= 0,2 + (1.0,2 + 0,7.0,2) \\ &= 0,54 \end{aligned}$$

$Y=0 = T$  (tidak ada perubahan bobot dan bias).

### Data ranking no.2 (VB-8)

$$x_1=1, x_2=0,8, w_1=0,4, w_2=0,2, \text{bias}=0,2, \theta=0,6, \alpha=0,2, T=0$$

$$\begin{aligned} y\text{-in} &= \text{bias} + (x_1.w_1 + x_2.w_2) \\ &= 0,2 + (1.0,2 + 0,8.0,2) \\ &= 0,56 \end{aligned}$$

$Y=0 = T$  (tidak ada perubahan bobot dan bias).

### Data ranking no.3 (VB-12)

$$x_1=1, x_2=0,9, w_1=0,4, w_2=0,2, \text{bias}=0,2, \theta=0,6, \alpha=0,2, T=0$$

$$\begin{aligned} y\text{-in} &= \text{bias} + (x_1.w_1 + x_2.w_2) \\ &= 0,2 + (1.0,2 + 0,9.0,2) \\ &= 0,58 \end{aligned}$$

$Y=0 = T$  (tidak ada perubahan bobot dan bias).

### Data ranking no.3 (VB-1)

$Y=1 = T$  (tidak ada perubahan bobot dan bias).

$$x_1=1, x_2=1, w_1=0,4, w_2=0,2, \text{bias}=0,2, \theta=0,6, \alpha=0,2, T=1$$

$$\begin{aligned} y\text{-in} &= \text{bias} + (x_1.w_1 + x_2.w_2) \\ &= 0,2 + (1.0,2 + 1.0,2) \\ &= 0,2 \end{aligned}$$

## 3.8 Pengujian data

Pengujian data adalah sebagai upaya menganalisa data sebagai konfirmasi, untuk memverifikasi bahwa sekumpulan input yang diberikan kepada fungsi tertentu menghasilkan beberapa hasil yang diharapkan. Dan pengujian dilakukan setelah dilakukannya pelatihan terhadap input data yang dimulai dari data 1 sampai dengan data 12. Dan pada analisa penelitian ini data yang diuji adalah data 11, setelah didapat nilai bobot dan biasnya dari hasil pelatihan sesuai dengan Table 7, berikut.

Tabel 7. data Pengujian

No	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
11	1	1

$$\begin{aligned}
 x_1 &= 1, x_2 = 1, w_1 = 0,4, w_2 = 0,2, bias = 0,2, \theta = 0,6, \alpha = 0,2, T = 1 \\
 y_{-in} &= bias + (x_1 \cdot w_1 + x_2 \cdot w_2) \\
 &= 0,2 + (1 \cdot 0,2 + 1 \cdot 0,2) \\
 &= 0,6
 \end{aligned}$$

- Masukkan ke dalam fungsi aktivasi:

$$f(x) = Y = \begin{cases} 1, & \text{jika } y_{-in} > 0,6 \\ 0, & \text{jika } -0,6 \leq y_{-in} \leq 0,6 \\ -1, & \text{jika } y_{-in} < -0,6 \end{cases}$$

Y=1 (Kincir Angin bergerak)

#### 4. KESIMPULAN

Pemanfaatan kincir Angin berperan dalam menghasilkan tenaga angin yang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber energi listrik. Pergerakan kincir angin ini merupakan hal ketidakpastian, untuk menentukan bergerak atau tidaknya kincir angin tersebut. Sehingga model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model Jaringan Saraf Tiruan untuk Variabel Tidak Pasti (VTP) yang merupakan model seleksi dengan menggunakan teknik probabilitas, derajat keanggotaan, fungsi logika OR, linear programming dan jarak euclidean untuk mengurangi proses pembelajaran. Model Jaringan Saraf Tiruan untuk Variabel Tidak Pasti (VTP) ini diimplementasikan pada kincir amgin dengan variabel tekanan udara dan penyinaran matahari. Dan dengan pelatihan yang dilakukan pada sistem dan selanjutnya dilakukan pngujian dapat menentukan kincir angin bergerak atau kincir angin tidak bergerak. Dan harapannya pada penelitian berikutnya dapat dilakukan dengan lebih banyak variabel dan menentukan kecepatan kincir angin. Juga dengan model Jaringan Saraf Tiruan untuk Variabel Tidak Pasti (VTP) dapat digunakan pada kasus yang berbeda. **[Mohon jelaskan simpulan hasil dari Model VTP di kesimpulan ini !] catatan Reviewer**

#### REFERENSI

- [1] V. L. Narayanan and R. Ramakrishnan, "Pitch Control of a Digital Hydraulics Pitch System for Wind Turbine Based on Neuro-Fuzzy Digital Pitch Controller," *International Journal of Renewable Energy Research*, vol. 11, no. 1, pp. 417–425, 2021.
- [2] M. Lauranti and E. A. Djamhari, "Transisi Energi yang Setara di Indonesia: Tantangan dan Peluang," vol. © 2017 Fri, no., p. 48, 2017.
- [3] E. I. Konstantinidis and P. N. Botsaris, "Wind turbines: current status, obstacles, trends and technologies," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Nov. 2016, vol. 161, no. 1, pp. 1–8.
- [4] J. Wignesh and S. C. A, "Design and fabrication of vertical axis wind mill with solar system," in *Materials Today: Proceedings*, 2021, vol. 44, no., p.
- [5] S. Widyanto, S. Wisnugroho, and M. Agus, "Pemanfaatan Tenaga Angin Sebagai Pelapis Energi Surya pada Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid di Pulau Wangi-Wangi," in *Seminar Nasional Sain dan Teknologi 2018*, Jakarta, 2018, pp. 1–12.
- [6] S. Hernowo, "Rancang bangun turbin angin sumbu horizontal sederhana dengan panjang sudu 1 meter sigit hernowo," vol. 5, no. 1, pp. 15–21, 2020.
- [7] Z. dan V. Y. Azmi, *Pengantar Sistem Pakar dan Metode*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- [8] Z. Azmi and V. Yasin, *Pengantar jaringan saraf tiruan ( introduction to artificial neural network)*. Mitra Media Wacana, 2021.
- [9] Z. Azmi and H. Mawengkang, "Perceptron Genetic to Recognize Opening Strategy Ruy Lopez," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018, vol. 300, no. 1, doi: 10.1088/1757-899X/300/1/012069.
- [10] H. Kukreja, "An introduction to artificial neural networks," *Hardware Architectures for Deep Learning*, no. 5, pp. 3–26, 2020, doi: 10.1049/pbcs055e\_ch1.
- [11] Z. Azmi, E. B. N. BN, H. Mawengkang, and M. ZARLIS, "Neuron Model for Input Uncertainty," *Journal of Telematics dan Informatics*, vol. 6, no., pp. 166–172, 2018, doi: 10.12928/jti.v6i2.
- [12] Z.- Azmi, M. K. M. Nasution, H. Mawengkang, and M. Zarlis, "Uncertainty Ontology for Module Rules Formation Waterwheel Control," *Scientific Journal of Informatics*, vol. 5, no. 1, p. 66, 2018, doi: 10.15294/sji.v5i1.14188.
- [13] Sugiyono, *Metode penelitian pendidikan:(pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R & D)*. Bandung CV. Alfabeta: CV. Alfabeta, 2008.
- [14] Z. AZMI, "MODEL JARINGAN SARAF TIRUAN UNTUK VARIABEL TIDAK PASTI," Medan, 2020.
- [15] Z. AZMI, M. ZARLIS, and H. MAWENKANG, "UNCERTAIN INPUT SELECTION MODEL FOR NEURON," *JATIT*, vol. 97, no. 21, p. 2982, 2019.
- [16] H. P Dida, S. Suparman, and D. Widhiyanuriyawan, "Pemetaan Potensi Energi Angin di Perairan Indonesia Berdasarkan Data Satelit QuikScat dan WindSat," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 7, no. 2. pp. 95–101, 2016, doi: 10.21776/ub.jrm.2016.007.02.7.
- [17] A. & H. Pujiastuti, "Sistem Perhitungan Lama Penyinaran Matahari ( Studi Kasus : ST . KLIMATOLOGI BARONGAN )," *Jurusan*

**Comment [DU1]:** Referensi no 2 informasinya masih kurang lengkap. Volumnya tidak ada nomernya tidak ada. Silahkan atur pada meta datanya di Mendeley bapak

Referensi no 4 juga belum ada nomernya .. Referensi nomer 7 informasinya kepotong..

Referensi yang lan juga di perhatikan.. hanya huruf awalnya saja yang besar yang lainnya kecil ada beberapa referensi menggunakan kalimat huruf be semua untuk di perbaiki



## Messages

Note

From

yth author silahkan diperbaiki artikelnya ada beberapa yang perlu diperbaiki

khairanmarzuki  
Jun 24

 khairanmarzuki, Journal editor, 1194-6073-1-5-20210618.docx

▶ -

zulfianazmi  
Jul 25

 zulfianazmi, Author, JURNAL ZA.REVISI TERBARU 25 JULI 2021.docx

yth author ada beberapa yang harus diperbaiki lagi berikut saya lampirkan file yang sudah ada komentarnya

khairanmarzuki  
Sep 14

 khairanmarzuki, Journal editor, TERBARU JURNAL ZA.REVISI 3 September 2021.docx

▶ Revisi jurnal (zulfian Azmi) 22 Sept.2021

zulfianazmi  
Sep 22

 zulfianazmi, Author, Terbaru 22 September 2021 Revisi Jurnal ZA.docx

▶ ..

zulfianazmi  
Oct 21

 zulfianazmi, Author, 20 Oktober 2021 Revisi Jurnal ZA.docx



## [matrik] Editor Decision

2021-11-05 02:30 PM

Zulfian Azmi:

We have reached a decision regarding your submission to Matrik : Jurnal Manajemen, Teknik Informatika dan Rekayasa Komputer, "Model Jaringan Syaraf Tiruan untuk Variabel Tidak Pasti pada Kontrol Putaran Kincir Anginian".

Our decision is to: Accept Submission

Khairan Marzuki  
Universitas Bumigora  
Phone 085933083240  
khairan.marzuki@universitasbumigora.ac.id

Handwritten signature in blue ink, possibly reading "Hank".