

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Rifki Indra Perwira, Bertha Pratama Adhita Putra, dan Hari Prapcoyo dari UPN “Veteran” Yogyakarta pada tahun 2019 membahas terkait Implementasi *Mel Frequency Cepstral Coefficient* dan *Dynamic Time* Untuk Suara Burung. Pada penelitian ini dilakukan pengklasifikasian suara burung *lovebird* dengan klasifikasi suara burung yang bagus dan kurang bagus. Hasil dari penelitian ini diperoleh tingkat akurasi validasi suara 80%, dan hasil ini dapat menjadi tolak ukur sistem tersebut. Dengan demikian, proses rancangan ini diharapkan bisa membantu para pecinta burung untuk dapat mengetahui kualitas suara burung *lovebird* yang dimiliki memiliki kualitas suara kurang merdu, sedang, dan bagus atau sangat merdu. Juga dapat mempermudah juri kontes, untuk dijadikan tolak ukur yang akurat dalam mengklasifikasikan suara *lovebird* [5].

Penelitian yang dilakukan oleh Faradiba dari Universitas Kristen Indonesia pada tahun 2017 membahas tentang Pengenalan Pola Sinyal Suara Manusia Menggunakan Metode *Backpropagation Neural Network*. Pada percobaan yang dilakukan yaitu melakukan pengujian terkait pengenalan suara manusia, dan untuk data ujinya menggunakan data pelatihan sebanyak 25 dan data pengujian 25. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa proses sistem yang didapatkan dapat mengenali dengan sempurna untuk data pelatihan 100% dari 25 data, dan 74% dari 25 data pengujian [6]. Dari data ini menunjukkan jika JST dengan metode *Backpropagation* dapat menganalisa dan mendeteksi suara manusia dengan baik.

Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Nadhil Sidqi dari Universitas Negeri Yogyakarta pada tahun 2019 yang membahas tentang Sistem Cerdas Deteksi Suara untuk Pengklasifikasian Penyakit Jantung Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan. Pada penelitian ini menggunakan modul regulator tegangan, rangkaian *cutoff* frekuensi, stetoskop akuistik, dan modul perekam suara. Modul perekam ini akan digunakan untuk memberikan *input* data suara jantung yang selanjutnya akan di proses menggunakan matlab untuk dikenali. Berdasarkan hasil

data dari penelitian alat ini, didapatkan tingkat akurasi pelatihan 100% dalam mengidentifikasi 2 jenis suara jantung murmur dan normal [7]. Sehingga dari data ini dapat diketahui jika metode *Backpropagation* dapat digunakan sebagai pendeteksi suara jantung dengan akurasi yang sangat tinggi.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Laksita Maulisa Liztio, Christy Atika Sari, Eko Hari Rachmawanto, dan De Rosal Ignatius Moses Setiadi dari Universitas Dian Nuswantoro Semarang pada tahun 2020 yang membahas tentang Identifikasi Gender Berdasarkan Pengenalan Suara Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*. Penelitian ini mengusulkan Metode *Backpropagation Neural Network* (BPNN) untuk mengenali dan mengklasifikasikan jenis kelamin berdasarkan suara sebagai masukan. BPNN terpilih karena memiliki karakteristik utama yang dapat belajar nonlinier, *input*, dan *output* yang kompleks dan dapat menyesuaikan data yang digunakan. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan akurasi tertinggi yaitu 95%. Di mana dari 100 dataset suara yang digunakan, ada satu data yang gagal diidentifikasi dan empat lainnya salah dikenali [8].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Yusuf Kaelani dan Johan Ady Setyawan Indar Putra dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang membahas terkait Studi Eksperimental dan Analisa Laju Keausan *Roller* pada Sistem *Continuously Variable Transmission* (CVT) dengan Gerakan *Reciprocating*. Menjelaskan pengujian terkait keausan 2 jenis *roller* yaitu *sliding* dan *round* dengan menggunakan gambaran proyeksi lintasan *roller* berisi kecepatan dan posisi *roller* dalam rpm (*engine*) tertentu juga dengan beban yang berbeda. Berdasarkan pengujian yang dilakukan didapatkan 2 jenis *roller* yang menunjukkan *trendline* naik sama halnya seperti *trendline Specific Wear Rate linear* dan rata-rata penggunaan *sliding roller* dapat bertahan sampai ± 6 bulan dan *round roller* bisa bertahan sampai ± 3 bulan dalam penggunaan 6 jam sehari dalam satu tahun [9].

Tabel 2.1 Penelitian Yang Berhubungan Dengan Penelitian Kali ini.

No	Nama Penulis	Judul	Metode	Hasil Penelitian
1	Rifki Indra Perwira, Bertha Pratama Adhita Putra, dan Hari Prapcoyo	Implementasi <i>Mel Frequency Cepstral Coefficient dan Dynamic Time</i> Untuk Suara Burung <i>Lovebird</i>	Metode <i>Backpropagation Neural Network</i> dan metode <i>Mel Frequency Cepstral Coefficient (MFCC)</i>	Hasil dari penelitian ini diperoleh tingkat akurasi validasi suara 80%, dan hasil ini dapat menjadi tolak ukur sistem tersebut. Dengan demikian, proses sistem ini diharapkan dapat mempermudah pecinta burung kicau untuk mendapat informasi terkait tingkat kualitas suara burung <i>lovebird</i> yang merdu, sedang, dan kurang. Juga dapat mempermudah juri dalam penilaian, untuk dijadikan tolak ukur yang akurat dalam mengklasifikasikan suara <i>lovebird</i>
2	Faradiba	Pengenalan Pola Sinyal Suara Manusia Menggunakan Metode	Metode <i>Fast Fourier Transform, Linear Predictive Coding (LPC)</i> dan <i>Back Propagation Neural</i>	<i>Linear Predictive Coding (LPC)</i> digunakan untuk ekstraksi karakteristik. Menghasilkan matriks dengan orde 24

		<i>Back Propagation Neural Network</i>	<i>Network</i>	x50 yang kemudian menjadi <i>input</i> data untuk Jaringan Syaraf Tiruan <i>Backpropagation</i> Nilai <i>learning rate</i> (alpha) = 0,05 dan nilai mu (μ) = 10^{-3} dengan menggunakan <i>sigmoid bipolar</i> fungsi aktivasi. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa proses sistem yang didapatkan dapat mengenali dengan sempurna untuk data pelatihan 100% dari 25 data, dan 74% dari 25 data pengujian.
3	Muhammad Nadhil Sidqi	Sistem Cerdas Deteksi Suara Untuk Pengklasifikasian Penyakit Jantung Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan	<i>Fast Fourier Transform</i> , dan <i>Back Propagation Neural Network</i>	Berdasarkan hasil data dari penelitian alat ini, didapatkan tingkat akurasi pelatihan 100% dalam mengidentifikasi 2 suara jantung yang berbeda yaitu murmur dan normal. Setelah melakukan pengujian alat selesai, rangkaian sistem sudah dapat berfungsi dengan baik.

4	Christy Atika Sari, Laksita Maulisa Liztio, Eko Hari Rachmawanto, dan De Rosal Ignatius Moses Setiadi	Identifikasi Gender berdasarkan <i>Speech Recognition</i> menggunakan Jaringan Saraf Tiruan <i>Backpropagation</i>	<i>Fast Fourier Transform</i> , dan <i>Back Propagation Neural Network</i>	percobaan dilakukan pada tiga jenis dataset yaitu dataset private, dataset Kaggle, dan dataset gender Jawa. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan akurasi tertinggi yaitu 95%. Di mana dari 100 dataset suara yang digunakan, ada satu data yang gagal diidentifikasi dan empat lainnya salah dikenali.
5	Yusuf Kaelani dan Johan Ady Setyawan Indar Putra	Studi Eksperimental dan Analisa Laju Keausan <i>Roller</i> pada Sistem <i>Continously Variable Transmission (CVT)</i> dengan Gerakan <i>Reciprocating</i>	Metode menghitung Laju Keausan Keausan (<i>Wear</i>)	Eksperimen yang dilakukan menggunakan parameter, $L=1500$ mm, 3 variasi dengan kecepatan <i>roller</i> yang berbeda yaitu $V1=0,8944$ mm/s, $V2=1,7152$ mm/s, dan $V3=2,34$ mm/s. Juga memiliki 3 variasi <i>timing</i> yang ditentukan dari proyeksi gambar lintasan <i>roller</i> , yaitu $t1=11,255$ s, $t2=11,86$ s, dan $t3=12,003$ s. Didapatkan hasil <i>Spesific Wear Rate</i> pada <i>sliding roller</i> adalah 0,000679012;

				<p>0,000457404; dan 0,00305275, sedangkan hasil <i>Spesific Wear Rate</i> pada <i>round roller</i> adalah 0,000628931; 0,00127385; dan 0,003950617. Grafik <i>Spesific Wear Rate</i> pada 2 jenis roller menunjukkan <i>trendline</i> naik sama halnya seperti <i>trendline Spesific Wear Rate linear</i> dan rata-rata penggunaan <i>sliding roller</i> dapat bertahan sampai ± 6 bulan dan <i>round roller</i> bisa bertahan sampai ± 3 bulan dalam penggunaan 6 jam sehari dalam satu tahun.</p>
--	--	--	--	---

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 Mesin Sepeda Motor

Mesin atau penggerak utama adalah perangkat yang digunakan untuk menghasilkan tenaga. Mesin sepeda motor memiliki fungsi untuk merubah energi panas ke energi mekanik dalam bentuk putaran tenaga, yang terjadi di ruang pembakaran. Hasil dari energi panas yang didapat dari pembakaran bahan bakar memberikan energi atau daya yang diperlukan sehingga kendaraan dapat bergerak. Dengan kata lain, tekanan gas yang terbakar akan menggerakkan sumbu engkol mesin. Oleh karena itu, panas yang dihasilkan oleh pembakaran digunakan untuk menggerakkan kendaraan [10]. Untuk mendapatkan energi termal, motor bensin membakar bahan bakarnya, prinsip ini merupakan proses dari pembakaran pada motor dengan bahan bakar bensin yang mana ini akan digunakan untuk proses terjadinya gerak mekanik. Siklus kerja silinder dimulai dengan campuran udara dan bensin dimasukkan ke dalamnya. Kemudian terjadi kompresi, pembakaran, dan pengeluaran. "Siklus mesin" adalah nama untuk gas sisa pembakaran yang keluar dari silinder.

Pada motor dengan bahan bakar bensin terdapat dua macam tipe yaitu motor dengan 2 tak dan motor dengan 4 tak. Untuk mencapai satu siklus, motor 2 tak hanya membutuhkan satu putaran penuh poros engkol atau dua gerakan torak sedangkan motor 4 tak memerlukan dua kali putaran penuh pada poros engkol atau empat gerakan torak. Motor bensin 4 langkah adalah motor berbahan bakar bensin yang memiliki kerja 4 siklus secara berurutan yaitu, hisap, kompresi, kerja dan buang. Titik terendah yang dicapai oleh torak mencapai titik mati bawah (TMB) dan titik mati atas (TMA). Gerakan dari TMB ke TMA disebut langkah torak, atau *stroke*. Motor empat langkah memiliki empat langkah dalam satu gerakan: penghisapan, kompresi, kerja, dan pembuangan [11].

2.2.2 Tipe-Tipe Transmisi

a. Transmisi Manual

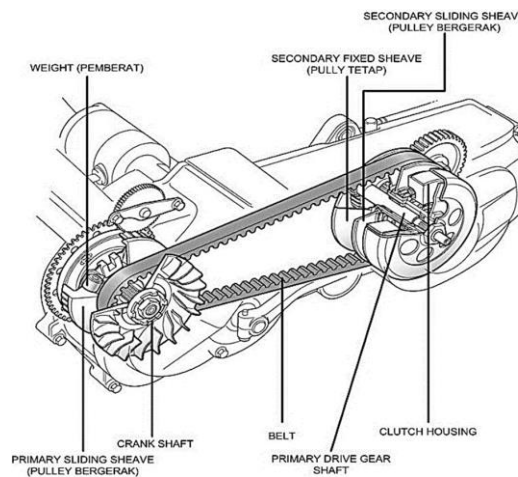
Komponen utama transmisi manual adalah berupa susunan roda gigi yang berbeda ukuran dan jumlah giginya yang disusun secara berpasangan yang

menghasilkan momen dan kecepatan yang berbeda pada kendaraan. Pasangan gigi ini terletak pada poros utama, yang juga dikenal sebagai poros *input*, dan pasangan gigi lainnya terletak pada poros luar, yang juga dikenal sebagai poros *output*. Tipe dan fungsi sepeda motor menentukan berapa banyak gigi kecepatan yang dipasang pada transmisi manual. Macam-macam transmisi manual [12]:

- 1) Transmisi Tiga Kecepatan dengan *Slidingmesh*
- 2) Unit Mekanisme Selektor
- 3) Transmisi *synchronmesh* 4 kecepatan
- 4) Transmisi *Power Flow*

b. Transmisi Otomatis (*Matic*)

Transmisi otomatis lebih kita kenal dengan sebutan transmisi *matic*. Transmisi tipe ini pada umumnya digunakan pada sepeda motor jenis skuter. Nama lain dari tipe ini adalah transmisi *type CVT (Continuous Variable Transmission)*. Transmisi *matic* pada umumnya menggunakan *V-belt* untuk menghasilkan perbandingan kecepatan yang bervariasi. Di bawah ini adalah konstruksi transmisi otomatis yang umum digunakan pada sepeda motor skuter.



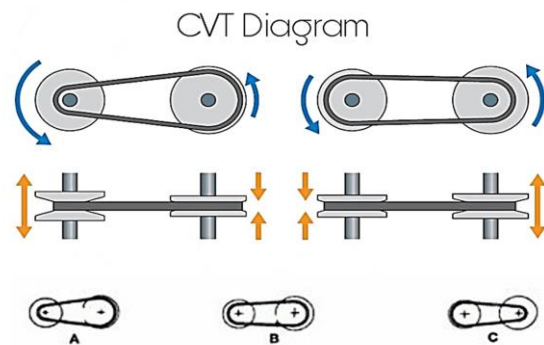
Gambar 2.1 Konstruksi Transmisi *Matic* (CVT) [13].

Cara Kerja Transmisi Otomatis (*Matic*) tipe CVT

Pada tipe transmisi otomatis memiliki dua buah puli dan sabuk (*V-belt*) sebagai komponen utama, dan koping sentrifugal sebagai penghubung antara roda penggerak belakang ketika throttle gas dibuka. Selain itu juga terdapat gigi

transmisi satu kecepatan yang berfungsi untuk mereduksi (mengurangi) kecepatan putaran. Saat putaran rendah, gaya sentrifugal pada puli masih belum mampu mengalahkan tegangan pegas sentrifugal, sehingga tenaga putaran mesin tidak dapat memutar roda.

Saat putaran tinggi sekitar 3000 rpm, gaya sentrifugal semakin besar sehingga sepatu kopling terlempar keluar dan menempel dengan rumah kopling. Kemudian kopling sentrifugal mulai meneruskan meneruskan tenaga putar mesin ke roda. Semakin tinggi putaran mesin, sentrifugal juga semakin mengembang/kuat menempel pada rumah kopling. *Roller* pada *drive pulley* juga semakin terlempar ke luar sehingga puli menjadi mengembang. Hal ini mengakibatkan diameter puli menjadi lebih besar pada *drive pulley* sehingga *gear ratio* menjadi berubah dan menjadikan kecepatan sepeda motor menjadi lebih cepat [13].



Gambar 2.2 Cara Kerja Transmisi *Matic* (CVT) [13].

2.2.3 Honda Scoopy 110cc



Gambar 2.3 Motor Honda Scoopy [14].

Honda Scoopy di Indonesia sudah ada sejak tahun 2010. Pada saat itu Honda Scoopy bisa disebut sebagai salah satu skuter matik yang paling disukai oleh para kalangan pecinta motor Honda di negara ini. Scoopy sendiri ialah salah satu skuter matik dengan model tampilan bergaya *retro*. Skuter matik andalan Honda ini mempunyai desain bodi yang berbentuk membulat gaya *retro* yang khas memastikan skuter matik andalan Honda ini tetap *sporty*. Skuter matik dengan gaya *retro* ini saat pertama kali diluncurkan di Indonesia cukup digemari oleh masyarakat khususnya kalangan muda [14]. Ada beberapa jenis motor Honda Scoopy yaitu:

1. Generasi Pertama Honda Scoopy (2010 - 2013)
2. Generasi Kedua Honda Scoopy (2013-2015)
3. Generasi Ketiga Honda Scoopy (2015-2017)
4. Generasi Keempat Honda Scoopy (2017-Sekarang)

Spesifikasi motor scoopy:

1. Tipe Mesin: 4 - Langkah, SOHC Dengan Pendingin Udara, ESP
2. Tipe Transmisi: Otomatis, V-Matic
3. Tipe Kopling: Otomatis, Sentrifugal, Tipe Kering
4. Tipe Starter: Kaki dan Elektrik
5. Diameter x Langkah: 47 x 63.1 mm
6. Volume Langkah: 109.5 cc
7. Sistem Pendingin Mesin: Pendingin Udara
8. Sistem Suplai Bahan Bakar: PGM-FI (*Programmed Fuel Injection*)
9. Perbandingan Kompresi: 10:1
10. Daya Maksimum: 6,6 kW (9 PS) / 7.500 rpm
11. Torsi Maksimum: 9,3 Nm (0,95 kgf.m) / 5.500 rpm
12. Sistem Pengereman: Combi Brake System
13. Kapasitas Tangki Bahan Bakar: 4.2 L
14. Kapasitas Minyak Pelumas: 0.65 L [15].

2.2.4 Suara

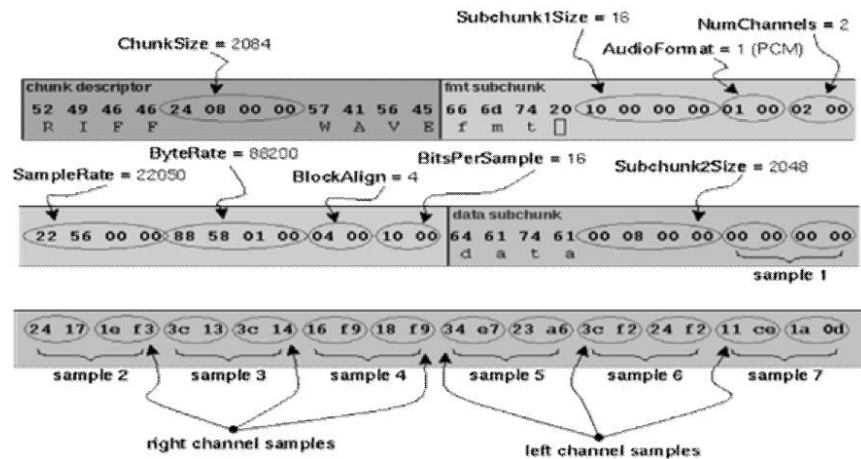
Manusia dapat mendengarkan suara atau bunyi saat gelombang suara yang berasal dari getaran yang disebabkan suatu objek di udara atau media lain, sampai ke gendang telinga manusia. Frekuensi sebesar 20 Hz sampai 20.000 Hz merupakan batas suara yang bisa didengar oleh manusia dengan amplitudo umum beragam variasi dalam kurva responsnya. Beberapa suara yang tidak bisa didengar diantaranya, suara di bawah 20 Hz disebut infrasonik dan di atas 20.000 Hz disebut ultrasonik. Frekuensi 20 KHz adalah frekuensi suara tertinggi yang bisa didengar, sementara 20 Hz adalah frekuensi suara terendah yang bisa didengar manusia. Gelombang suara adalah perubahan tekanan media perantara seperti hawa. Getaran dari sesuatu objek membuat hawa di sekitarnya bergetar.

Suatu benda, seperti gelas, akan bergetar jika diketuk karena mempunyai frekuensi getaran alaminya sendiri. Seandainya terdapat suara atau bernyanyi dengan nada frekuensi yang sama dengan suatu benda, maka benda tersebut akan bergetar. Proses kejadian ini disebut resonansi. Jika terlalu keras, gelas dapat beresonansi dengan kuat dan tidak dapat mempertahankan bentuknya sehingga gelas langsung pecah [16].

2.2.5 File WAV

File WAV sendiri merupakan standar format audio yang dimiliki oleh IBM dan *Microsoft* untuk *personal computer* (PC), biasanya format file ini memakai *coding* PCM (*Pulse Code Modulation*), format file WAV sendiri ialah jenis data yang tidak terkompres, yang berarti semua sample suara disimpan di *harddisk*. Suara analog dapat dibuat menggunakan program *Windows Sound Recorder*. Dikarenakan ukuran file yang relative cukup besar membuat file ini jarang dipergunakan yang mana ukurannya bisa mencapai 2GB.

Ada berbagai macam format dan struktur file audio ini. File Wav sendiri memiliki struktur seperti Gambar 2.4 di bawah [17].



Gambar 2.4 Struktur Data File WAV dalam Bentuk Hexa [17].

Pada struktur file WAV di atas terdiri dari:

- Chunk Descriptor* yang terdiri dari data:
52 49 46 46 28 08 00 00 57 41 56 45
- Fmt subChunk* yang terdiri data *subChunkIsi*, *audioFormat*, *numChannel*, *sampleRate*, *byteRate* dan *BlockAlign* yaitu:
66 6D 74 20 10 00 00 00 01 00 02 00 22 56 00 00 ## 50 01 00 04 00 10 00
- Data subChunk* yang terdiri dari *subChunk 2 Size* serta sample-sample yaitu:
64 61 74 61 00 0##1 00 00 00 00#2 24 17 1E F3#3 3C 13 3C 14 #4 16 F9
18 F9 34 E7 23 A6 3C F2 24 F2 24 F2 11 CE 1A 0D

2.2.6 Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri adalah tahapan proses mengekstrak suatu karakteristik atau informasi dari objek yang ada di dalam gambar atau rekaman suara sehingga dapat diidentifikasi dan dibedakan dari objek lainnya. *Mel Frequency Cepstral Coefficient* (MFCC) merupakan ekstraksi ciri yang paling sering digunakan dibidang *speaker recognition* dan *speech recognition*. Ekstraksi ciri MFCC berfungsi untuk mengubah gelombang suara menjadi berbagai macam parameter. Salah satu contohnya adalah *coefficient cepstral* yang menampilkan file audio. Selain dapat mengubah gelombang suara, MFCC dapat menghasilkan fitur vektor yang bisa mengidentifikasi suara dengan mengonversikan sinyal suara menjadi beberapa vektor [18].

Learning Predictive Coding (LPC) adalah salah satu metode pada ekstraksi ciri yang dapat digunakan untuk dapat memberikan prediksi parameter ucapan yang akurat dan memodelkan ucapan berkualitas pada bit rate rendah. LPC dapat melakukan analisis dengan memisahkan formant dan memperkirakan formant dari sinyal; tahapan ini disebut sebagai proses *filter invers*. Selain itu, pada LPC ini dapat menghitung frekuensi dan intensitas sinyal suara yang tersisa, yang disebut Residue. Dikarena sinyal suara selalu bervariasi seiring waktu, Estimasi dibuat untuk setiap potongan kecil sinyal yang disebut *frame* [19].

MFCC mempunyai berbagai macam tahapan diantaranya seperti *pre-emphasis*, *frame blocking*, *windowing*, *Mel Frequency Wrapping* (MFW), *Discrete Cosinus Transform* (DCT), *Fast Fourier Transform* (FFT), dan cepstral liftering yang mana menghasilkan parameter sebagai fitur yaitu *frame* dan *cepstral coefficient*.

a. *Pre-Emphasis*

Pre-emphasis merupakan Proses yang dilakukan untuk mengurangi sinyal yang sering sekali mengalami gangguan *noise*, tahapan ini sendiri merupakan awal dari proses MFCC. Tahapan ini diperlukan untuk mengurangi *noise* atau derau. Proses ini dapat dilakukan dengan cara filter untuk penyelesaian permasalahan *noise*.

b. *Frame Blocking*

Frame blocking merupakan proses menganalisis sinyal audio ke dalam bentuk *frame*. Dalam skenario ini, karakteristik vektor tunggal untuk setiap *frame* memiliki interval waktu berkisar 20 dan 40 ms, yang mana proses ini digambarkan ke dalam spektrum rata-rata. Untuk resolusi frekuensi yang optimal, *frame* diambil waktu sependek mungkin, dan sepanjang mungkin yang dimaksudkan untuk mendapatkan waktu yang paling luas.

c. *Windowing*

Setelah proses *Frame blocking* pada proses *windowing* akan dilakukan proses penghalusan pada bagian *spectrum*. Tujuan proses ini yaitu untuk meminimalisir terjadinya efek diskontinue pada setiap ujung-ujung *frame* yang dihasilkan pada proses sebelumnya (*frame blocking*).

d. Autokorelasi

Autokorelasi yang juga dikenal sebagai korelasi serial adalah jenis pelanggaran terhadap asumsi klasik yang dominan terjadi ketika regresi *linier* sebagai suatu teknik analisa menggunakan data *time series*. Namun autokorelasi sendiri juga dapat terjadi dalam data *cross section*.

2.2.7 JST (Jaringan Syaraf Tiruan)

Jaringan syaraf tiruan adalah suatu teknik untuk memprediksi sesuatu yang akan terjadi dengan tingkat kesalahan data yang relatif rendah, yang mana hal tersebut karena didukung oleh data pelatihan yang relatif besar dan proses pembelajarannya menyesuaikan bobot model, jaringan syaraf tiruan dapat meramalkan rangkaian data waktu untuk periode waktu yang lebih lama. Diantara sekian banyak metode salah satu metode yang dapat melakukan uji coba pada sistem jaringan syaraf tiruan yaitu metode *backpropagation*. Namun, ada beberapa masalah dengan metode ini saat digunakan. Ini termasuk masalah seperti jaringan saraf tiruan yang terlalu disesuaikan, latihan yang membutuhkan waktu yang lama untuk konvergen, dan masalah dengan proses menentukan parameter yang tepat selama latihan. Untuk mengatasi persoalan yang terjadi dapat diatasi dengan menggunakan *Particle Swarm Optimization* (PSO) yang mana ini merupakan teknik kecerdasan buatan terbaik dengan perkiraan parameter dan optimasi yang lebih baik [20].

2.2.8 JST metode *BackPropagation*

Salah satu metode pembelajaran JST yaitu *backpropagation*, merupakan Proses yang dilakukan dengan arah berlawanan yang didasarkan nilai *error* yang dihasilkan pada proses pembelajaran dengan menyesuaikan bobot-bobot jaringan saraf tiruan. Ciri-ciri metode *backpropagation* yaitu terdapat tiga lempengan *layer* utama: (1) lempengan masukan (*input layer*) yang berfungsi untuk penghubung jaringan sistem ke sumber data, (2) lempengan tersembunyi (*hidden layer*) di mana sistem jaringan dapat memungkinkan memiliki beberapa lapisan tersembunyi atau bahkan tidak sama sekali, dan lempengan luar (*output layer*) sendiri yaitu hasil dari *input layer* dengan menggunakan fungsi *Sigmoid*.

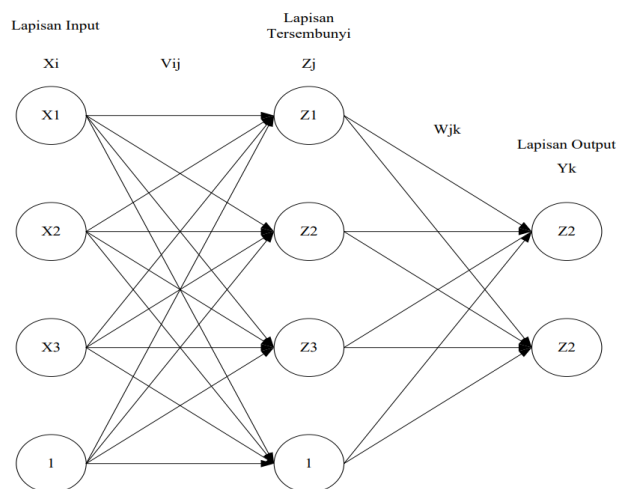
Keluaran dari proses ini sendiri sudah dapat dianggap hasil dari proses pembelajaran [21].

Beberapa kelebihan Algoritma *Backpropagation* adalah:

- a. Ketahanan terhadap kesalahan (*Fault Tolerance*) dan Kemampuannya untuk belajar (bersifat adaptif) memungkinkannya membuat sistem yang dapat berjalan lancar dan tahan terhadap kerusakan (*robust*).
- b. Melatih jaringan sistem untuk menjaga keseimbangan ketika berlangsungnya pelatihan sehingga dapat memberikan respon yang tepat terhadap pola *input* yang sebanding dengan pola yang digunakan Ketika proses pelatihan.
- c. Dapat diaplikasikan ke dalam penyelesaian suatu permasalahan terkait dengan prediksi, pengenalan pola, identifikasi, peramalan, dan sebagainya [21].

Beberapa kekurangan Algoritma *Backpropagation* adalah:

- a. Ketika proses pembelajaran untuk mempelajari konvergen memerlukan waktu yang lama.
- b. Algoritma *backpropagation* dapat menyebabkan masalah lokal minimum yang tidak stabil saat menghitung perubahan bobot.
- c. Parameter tingkat pembelajaran atau juga dikenal sebagai *learning rate*, akan selalu berubah-ubah mengikuti kondisi perubahan error pada setiap iterasi [21].



Gambar 2.5 Arsitektur JST *Backpropagation* [21].

2.2.9 MATLAB



Gambar 2.6 Platform MATLAB [22].

MATLAB (singkatan dari *Matrix Laboratory*) adalah sebuah perangkat lunak atau aplikasi yang digunakan untuk membantu pemrograman, komputasi teknis, analisis, dan matematis berbasis matriks. MATLAB sendiri dapat menyelesaikan masalah permasalahan terkait perhitungan menggunakan matriks. MATLAB dirancang untuk dapat menyelesaikan permasalahan terkait persamaan aljabar *linear*. Dari waktu ke waktu program MATLAB terus mengalami perkembangan baik dari segi fungsi maupun kemampuan komputasi. MATLAB digunakan dalam industri untuk penelitian, pengembangan, dan analisis produk industri, tetapi juga digunakan untuk mengajar pemrograman teknik, matematika, dan sains pada tingkat pengenalan dan lanjutan. Selain itu, aplikasi ini dapat terhubung ke aplikasi atau bahasa pemrograman eksternal, seperti halnya *Java*, bahasa *C*, *.NET*, dan *Microsoft Excel*. Pada MATLAB juga memiliki fitur kotak kakas (*toolbox*) yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan aplikasi tertentu. Pengolahan sinyal, logika *fuzzy*, jaringan saraf tiruan, optimasi, pengolahan gambar digital, bioinformatika, simulasi, dan berbagai teknologi lainnya adalah beberapa contoh aplikasi teknologi ini [22].

2.2.10 Confusion Matrix

Confusion matrix merupakan salah satu cara untuk mengukur kinerja metode klasifikasi. Pada dasarnya, hasil klasifikasi sistem dibandingkan dengan hasil klasifikasi yang seharusnya digunakan dengan menggunakan informasi *confusion matrix*. Dalam proses pengukuran kinerja yang digunakan pada *confusion matrix*, ada 4 (empat) kata yang menunjukkan hasil dari proses

klasifikasi. Keempat istilah yang dimaksud adalah *True Positive* (TP), *False Positive* (FP), *True Negative* (TN), dan *False Negative* (FN). Nilai *False Positive* (FP) merupakan banyaknya data negatif namun terdeteksi dikenalnya sebagai data positif, sedangkan nilai *True Negative* (TN) merupakan banyaknya jumlah data negatif yang terdeteksi dengan tepat [23] [19].

Tabel 2.2 *Confusion matrix*

		Kelas Prediksi	
		1	0
Kelas Sebenarnya	1	TP	FN
	0	FP	TN

Keterangan:

TP (*True Positive*) = jumlah dokumen dari kelas 1 yang benar diklasifikasikan sebagai kelas 1.

TN (*True Negative*) = jumlah dokumen dari kelas 0 yang benar diklasifikasikan sebagai kelas 0.

FP (*False Positive*) = jumlah dokumen dari kelas 0 yang salah diklasifikasikan sebagai kelas 1.

FN (*False Negative*) = jumlah dokumen dari kelas 1 yang salah diklasifikasikan sebagai kelas 0.

Rumus *confusion matrix* untuk menghitung *accuracy*, *precision*, dan *recall* seperti berikut [24][20].

$$Akurasi = \frac{TP+TN}{Total} \quad (2.1)$$

$$Presisi = \frac{TP}{TP+FP} \quad (2.2)$$

$$Sensitifitas = \frac{TP}{TP+FN} \quad (2.3)$$