

**ANALISIS MODEL HYBRID EXPONENTIAL SMOOTHING DAN ARTIFICIAL
NEURAL NETWORK DALAM PERAMALAN PERMINTAAN DI PT. XYZ**



DEA CALISTA

D072221008



PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2024

**ANALISIS MODEL HYBRID EXPONENTIAL SMOOTHING DAN ARTIFICIAL
NEURAL NETWORK DALAM PERAMALAN PERMINTAAN DI PT. XYZ**

**DEA CALISTA
D072221008**



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**

**ANALISIS MODEL HYBRID EXPONENTIAL SMOOTHING DAN ARTIFICIAL
NEURAL NETWORK DALAM PERAMALAN PERMINTAAN DI PT. XYZ**

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Magister Teknik Industri

Disusun dan diajukan oleh

DEA CALISTA

D072221008

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2024

TESIS

ANALISIS MODEL HYBRID EXPONENTIAL SMOOTHING DAN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK DALAM PERAMALAN PERMINTAAN DI PT. XYZ

DEA CALISTA

D072221008

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian Magister pada 7 Agustus 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada

Program Studi Magister Teknik Industri

Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin

Gowa

Mengesahkan:

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Rosmalina Hanafi, M.Eng
NIP. 196601281991032003

Pembimbing Pendamping



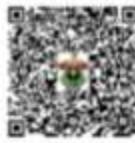
Dr. Ir. Syarifuddin M. Parenreng, ST., MT., IPU
NIP. 197610212008121002

Ketua Program Studi
Teknik Industri,



Dr. Ir. Saiful, ST, MT, IPU, ASEAN, Eng
NIP. 198106062006041004

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin,



Prof. Dr. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT
NIP. 197309262000121002

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul “Analisis Model *Hybrid Exponential Smoothing* Dan *Artificial Neural Network* Dalam Peramalan Permintaan Di PT. XYZ” adalah benar karya saya dengan arahan dari tim pembimbing Dr. Ir. Rosmalina Hanafi, M.Eng sebagai Pembimbing Utama dan Dr. Ir. Syarifuddin M. Parenreng, ST., MT., IPU sebagai Pembimbing Pendamping. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dimasukkan di Jurnal JIEM (*Journal of Industrial Engineering and Management*) sebagai artikel dengan judul “*Demand Forecasting: Analysis of Hybrid Models of Exponential Smoothing and Artificial Neural Network Methods*”. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku. Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Gowa, 19 Agustus 2024

A 10,000 Indonesian Rupiah postage stamp is shown, partially obscured by a handwritten signature in black ink. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'METERAI TEMPEL' and '10000'. The signature is written in a cursive style over the stamp.

NAMA: Dea Calista

NIM: D072221008

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas kasih dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Analisis Model Hybrid Exponential Smoothing Dan Artificial Neural Network Dalam Peramalan Permintaan Di PT. XYZ”. Tugas akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister pada Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Tugas akhir ini dapat selesai karena bantuan, motivasi, dukungan, dan doa dari banyak pihak. Pada kesempatan ini saya mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya yang tidak pernah putus kepada saya.
2. Orang tua dan saudara-saudara saya sebagai pendukung dari jauh yang memberikan motivasi, doa maupun bantuan secara finansial dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Ibu Ir. Kifayah Amar, ST., M.Sc., Ph.D., IPU selaku Ketua Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Bapak Dr.Ir. Saiful, S.T., MT., IPU., ASEAN.Eng selaku penguji dan Kaprodi Program Studi Magister Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dan.
5. Ibu Dr. Ir. Rosmalina Hanafi, M.Eng selaku dosen pembimbing I dan Bapak Dr. Ir. Syarifuddin M. Parenreng, ST., MT., IPU selaku dosen pembimbing II tugas akhir ini, terima kasih atas segala waktu, bimbingan, setra bantuannya selama menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Bapak Dr.Eng. Ir. Muhammad Rusman, ST., MT., IPU., ASEAN.Eng dan Bapak Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran dalam perbaikan tugas akhir ini.
7. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
8. Nijynsco Kaleb yang sudah membantu baik tenaga, materi, dan doa selama awal mulai kuliah sampai selesainya Tugas akhir ini selesai.
9. Keluarga Level Up yang selalu menghibur dalam segala hal untuk pengerjaan tugas akhir ini.
10. Keluarga Lantang yang selalu mendukung dalam support makanan dan wifi untuk pengerjaan tugas akhir ini.
11. Teman –teman angkatan 2018 Teknik Industri (FEAZIBLE) yang selalu support dan selalu mengingatkan di grup untuk cepat-cepat lulus.
12. Teman-teman Hooman (Clara, Dewi, Arin, Farhan) yang selalu memberikan support dari kejauhan dan rela untuk mendengar segala curhatan penulis tugas akhir ini.
13. Yesi Sukmah yang sudah membantu terciptanya judul dari tugas akhir ini dan mendukung dalam memotivasi selama awal kuliah.
14. Teman – teman S2 beserta semua pihak lain yang namanya tidak bisa dituliskan satu per satu yang telah mendukung dan membantu, serta menyemangati dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Karena keterbatasan kemampuan, saya yakin tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, saya mengharapkan saran dan kritik dari para pembaca untuk kesempurnaan laporan ini. Akhir kata, saya berharap semoga tugas akhir ini dapat menambah pengetahuan dan pemahaman bagi para pembaca, serta dapat diterima dan bermanfaat bagi saya pribadi, perusahaan, dan Mahasiswa(i) Departemen Teknik Industri Universitas Hasanuddin.

Gowa, 19 Agustus 2024

Penulis

ABSTRAK

DEA CALISTA. Analisis Model *Hybrid Exponential Smoothing* Dan *Artificial Neural Network* Dalam Peramalan Permintaan Di PT. XYZ (Dibimbing oleh **Rosmalina Hanafi** dan **Syarifuddin M. Parenreng**)

Bisnis memerlukan perkiraan permintaan untuk merencanakan produksi, mengelola bahan mentah, dan menetapkan harga. Tekanan geopolitik, inflasi, dan permintaan pasar yang lebih rendah merugikan perusahaan-perusahaan di Indonesia dikarenakan pesanan baru dan produksi menurun serta stok produk meningkat, perkiraan permintaan menjadi sangat penting. Penelitian ini menggunakan metode *artificial neural network* dan *exponential smoothing* untuk meramalkan permintaan PT. XYZ. Pemulusan Eksponensial adalah metode peramalan rata-rata bergerak yang menggunakan pembobotan eksponensial untuk memperkirakan nilai dari waktu ke waktu, mengatasi tren dan pola musiman dalam deret waktu. *Artificial Neural Network* adalah sistem pemrosesan informasi yang mirip dengan jaringan saraf biologis manusia, yang digunakan dalam operasi penambangan data untuk pemilihan data, eksplorasi, dan pembuatan model untuk menyelidiki pola. Tujuan penelitian ini untuk menguji kedua metode tersebut dengan metode *hybrid exponential smoothing artificial neural network* dan metode *exponential smoothing* untuk meramalkan permintaan pada PT. XYZ dan melihat model mana yang paling optimal dengan menggunakan evaluasi dari parameter akurasi menggunakan rumus MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Hasil dari penelitian ini mengatakan bahwa *forecasting* metode *hybrid exponential smoothing artificial neural network* lebih mendekati nilai aktual dibandingkan dengan hasil *forecasting* metode *exponential smoothing*. Hal ini menunjukkan bahwa metode *hybrid* lebih mampu menangkap tren dan pola dalam data dengan nilai *error* mendapatkan nilai presentase sebesar 5%. Pada hasil peramalan metode *hybrid* yaitu bulan Januari sebesar 4.349 Kg, bulan Februari sebesar 5.411 Kg, bulan Maret sebesar 6.744 Kg, bulan April sebesar 5.242 Kg, bulan Mei sebesar 4.510 Kg, bulan Juni sebesar 4.550 Kg, bulan Juli sebesar 4.183 Kg, bulan Agustus sebesar 4.299 Kg, bulan September sebesar 5.220 Kg, bulan Oktober sebesar 4.700 Kg, bulan November sebesar 4.392 Kg, dan bulan Desember sebesar 4.140 Kg. Sehingga metode yang paling direkomendasikan ialah metode *hybrid (exponential smoothing artificial neural network)*.

Kata Kunci: *Forecasting, Artificial Neural Network, Exponential Smoothing*

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Rosmalina Hanafi, M.Eng
NIP. 196601281991032003

Pembimbing Pendamping



Dr. Ir. Syarifuddin M. Parenreng, ST., MT., IPU
NIP. 197610212008121002

ABSTRACT

DEA CALISTA. *Analysis of Hybrid Exponential Smoothing Model and Artificial Neural Network in Demand Forecasting at PT. XYZ (Supervised by Rosmalina Hanafi and Syarifuddin M. Parenreng)*

Business requires demand estimates to plan production, manage raw materials, and set prices. Geopolitical pressures, inflation, and lower market demand hurt companies in Indonesia as new orders and production decline and product stocks increase, demand forecasts become crucial. The research uses artificial neural networking and exponential smoothing methods to predict the demand for PT. XYZ. Exponential completion is a method of moving averages prediction that uses exponential weighting to estimate values over time, overcoming trends and seasonal patterns in a time series. Artificial Neural Network is an information processing system similar to a human biological neural network, used in data mining operations for data selection, exploration, and modeling to investigate patterns. The aim of this research is to test both methods with hybrid exponential smoothing artificial neural network and exponential smoothing methods to predict demand on PT. XYZ and see which model is the most optimal using evaluation of the accuracy parameters using the MAPE formula (Mean Absolute Percentage Error). The results of this study say that forecasting method hybrid exponential smoothing artificial neural network is closer to the actual value than the results of forecast method exponential smoothing. It shows that the hybrid method is more capable of capturing trends and patterns in the data with error values obtaining a presentation value of 5%. In the forecasts of the method Hybrid is January of 4.349 Kg, February of 5.411 Kg, March of 6.744 Kg, April of 5.242 Kg, May of 4.510 Kg, June of 4.550 Kg, July of 4.183 Kg, August of 4.299 Kg, September of 5.220 Kg, October of 4.700 Kg, November of 4.392 Kg and December of 4.140 Kg. So the most recommended method is the hybrid exponential smoothing artificial neural network method.

Keywords: *Forecasting, Artificial Neural Network, Exponential Smoothing*

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Rosmalina Hanafi, M.Eng
NIP. 196601281991032003

Pembimbing Pendamping



Dr. Ir. Syarifuddin M. Parenreng, ST., MT., IPU
NIP. 197610212008121002

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGAJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN DAN NASKAH	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuann Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup	5
BAB II METODE PENELITIAN	6
2.1 Tempat dan Waktu Penelitian	6
2.2 Bahan dan Alat	6
2.2.1 Bahan Penelitian	6
2.2.2 Alat Penelitian	6
2.3 Metode Penelitian	7
2.3.1 <i>Exponential Smoothing</i>	7
2.3.2 <i>Artificial Neural Network</i>	9
2.3.3 <i>Sistem Hybrid Exponential Smoothing & Artificial Neural Network</i> ..	13
2.4 Pelaksanaan Penelitian	13
2.5 Parameter Evaluasi	14
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	16
3.1 Deskripsi Data	16
3.2 Pengukuran <i>Exponential Smoothing</i>	17
3.2.1 Perhitungan Dengan Model Winters' Additive	17
3.2.2 Hasil <i>Forecasting</i>	20
3.3 Pengukuran Hybrid Exponential Smoothing - <i>Artificial Neural Network</i> ..	21
3.2.1 Normalisasi Data	23
3.2.2 Menentukan Arsitektur Jaringan dan Parameter Pelatihan	24
3.2.3 <i>Training dan Testing Data</i>	25
3.2.4 Hasil Output dan Error dari <i>Training dan Testing Data</i>	28
3.2.5 Hasil Peramalan	28
3.4 Analisis dan Pembahasan	30
3.4.1 Analisis Hasil <i>Non-Hybrid Exponential Smoothing</i>	30

3.4.2	Analisis Hasil <i>Hybrid Exponential Smoothing Artificial Neural Network</i>	31
3.4.3	Analisis Hasil Model <i>Hybrid</i> dan <i>Non-Hybrid</i>	32
3.4.4	Analisis dari Penelitian Terdahulu	34
3.4.5	Rekomendasi <i>Forecasting</i>	34
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN		35
4.1	Kesimpulan.....	35
4.2	Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA		37
LAMPIRAN		39

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data Perbandingan Variabel IKI antara Februari dan Maret 2023	1
Tabel 2. Data Penjualan Gurita 2022-2023	16
Tabel 3. Data Perbandingan Hasil SPSS	17
Tabel 4. Hasil Perhitungan <i>Winter's Additive</i> dengan $\alpha, = 0,1$	19
Tabel 5. Hasil Perhitungan <i>Winter's Additive</i> dengan $\alpha =0,4$, $\beta =0$, $\gamma =0,3$	20
Tabel 6. Hasil Peramalan Exponential Smoothing	21
Tabel 7. Data Latih (<i>Training</i>)	22
Tabel 8. Data Uji (<i>Testing</i>)	22
Tabel 9. Hasil Normalisasi Data <i>Training</i>	23
Tabel 10. Hasil Normalisasi Data <i>Testing</i>	23
Tabel 11. Hasil Output dan Error dari <i>Training</i> dan <i>Testing</i> Data	28
Tabel 12. Script melihat hasil forecasting pada MATLAB.....	28
Tabel 13. Hasil <i>Sigmoid Biner</i> Forecasting	29
Tabel 14. Hasil Forecasting	29
Tabel 15. Perbandingan Hasil Peramalan	32
Tabel 16. Perbandingan Hasil Nilai Error.....	33
Tabel 17. Peramalan yang Optimal	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Sistem Model Hybrid Penelitian	13
Gambar 2. Kerangka Pikir Penelitian.....	14
Gambar 3. Grafik Data Penjualan Gurita di PT. XYZ	16
Gambar 4. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan	24
Gambar 5. Tampilan <i>Neural Network Training</i>	25
Gambar 6. Nilai <i>Mean Square Error (MSE) Training</i>	26
Gambar 7. Grafik <i>Regression Training</i>	26
Gambar 8. Simulasi Data <i>Testing</i>	27
Gambar 9. Grafik Data Aktual dan Hasil <i>Forecasting Exponential Smoothing (Non-Hybrid)</i>	30
Gambar 10. Grafik Data Aktual dan Hasil <i>Forecasting Exponential Smoothing - Artificial Neural Network (Hybrid)</i>	31
Gambar 11. Diagram Perbandingan Hasil Forecasting	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Instrumen Penelitian	39
Lampiran 2. Hasil SPSS Model Simple Seasonal	40
Lampiran 3. Hasil SPSS Model Winter's Additive	40
Lampiran 4. Hasil SPSS Model Winter's Multiplicative	40
Lampiran 4. Perhitungan MAPE dengan parameter $\alpha, = 0,1$	41
Lampiran 5. Perhitungan MAPE dengan parameter $\alpha =0,4$, $\beta =0$, $\gamma =0,3$	41
Lampiran 6. Perhitungan <i>MAPE</i> MATLAB	42
Lampiran 7. Perhitungan <i>Forecast Hybrid</i>	42
Lampiran 8. Hasil Script <i>Forecast Hybrid</i>	42
Lampiran 9. Hasil MSE <i>Training Hidden</i> 1-50	43
Lampiran 10. Contoh Hasil <i>Screenshoot</i> MSE <i>Training Hidden</i> 1	44
Lampiran 11. Contoh Hasil <i>Screenshoot</i> MSE <i>Training Hidden</i> 2	44
Lampiran 12. Contoh Hasil <i>Screenshoot</i> MSE <i>Training Hidden</i> 3	45
Lampiran 13. Contoh Hasil <i>Screenshoot</i> MSE <i>Training Hidden</i> 4	45
Lampiran 14. Contoh Hasil <i>Screenshoot</i> MSE <i>Training Hidden</i> 5	46

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemampuan untuk meramalkan permintaan di era bisnis yang semakin kompleks dan dinamis sangat penting untuk pengambilan keputusan bisnis. Dalam persaingan yang ketat, perusahaan harus mengetahui permintaan pasar terhadap produk tertentu untuk merencanakan produksi, mengatur persediaan bahan baku, dan menentukan harga jual yang tepat.

Perusahaan dapat meningkatkan produksi, mengurangi biaya produksi, dan meningkatkan keuntungan ketika mereka dapat dengan akurat memprediksi permintaan pasar (Kannapadang, 2016). Oleh karena itu, perbandingan antara berbagai metode peramalan diperlukan untuk menentukan metode yang paling tepat dalam konteks tertentu.

Di Indonesia pada saat ini banyak perusahaan mengalami penurunan permintaan pasar yang signifikan. Pada Maret 2023, Indeks Kepercayaan Industri (IKI) masih menunjukkan nilai ekspansi meskipun mengalami perlambatan dibandingkan Februari 2023. Penurunan permintaan global, tekanan geopolitik, dan inflasi global mempengaruhi Indeks Kepercayaan Industri (IKI). Ada 14 subsektor industri yang mengalami ekspansi, tetapi beberapa mengalami perubahan fase (Kementerian Perindustrian Indonesia, 2023).

Tabel 1. Data Perbandingan Variabel IKI antara Februari dan Maret 2023

Optimisme	Februari 2023	Maret 2023
Indeks Kepercayaan Industri	52.32%	51.87%
Pesanan Baru	52.81%	51.33%
Produksi	51.37%	50.69%
Persediaan Produk	52.51%	55.00%

Source: Kementerian Perindustrian Indonesia (2023)

Data yang ditunjukkan pada bulan Februari menunjukkan bahwa produksi dan stok produk tidak memenuhi pesanan baru, yang menyebabkan banyak bisnis mengurangi produksinya atau bahkan menutup operasinya. Karena penurunan pesanan baru dan produksi sementara stok produk meningkat, prediksi permintaan sangat penting.

Menurut Nasution (2019), Peramalan atau biasa disebut dengan *forecasting* adalah seni dan ilmu yang memprediksi kejadian masa depan dengan menggunakan data historis dan menggunakan beberapa bentuk pemodelan matematis (Nasution, 2019). Menurut Stevenson dkk. (2013), Peramalan atau *forecasting* adalah pernyataan nilai masa depan suatu variabel. Prediksi yang lebih baik dapat berupa keputusan yang menggunakan banyak informasi (Nasution, 2019). Menurut Tabroni (2022), Peramalan adalah suatu kegiatan yang berfungsi untuk memperkirakan penjualan dan penggunaan produk sehingga jumlah produk yang benar dapat diproduksi (Tabroni, 2022).

Dari beberapa pengertian diatas, dapat disimpulkan bahwa Peramalan (*Forecasting*) adalah sebuah ilmu yang dapat memprediksi penjualan di masa depan dengan melihat data historis agar produk bisa efektif dan efisien. Menurut Heizer & Render (2014) jenis-jenis dari *forecasting* terbagi menjadi tiga tipe yaitu *Economic Forecasting* dan *Demand Forecasting*.

Khusus pada penelitian ini akan meneliti tentang *demand forecasting*. Menurut Affandi (2021), Permintaan atau biasa disebut dengan *demand* adalah banyaknya jumlah barang yang diminta pada suatu pasar tertentu dengan tingkat harga tertentu, pada tingkat pendapatan tertentu dan periode tertentu (Affandi, 2021). Menurut Sukirno (2003), permintaan atau *demand* merupakan sebuah keinginan konsumen dalam membeli suatu barang pada berbagai tingkat harga tertentu selama periode tertentu (Sukirno, 2003). Menurut Sangadji dan Sopiah (2013), permintaan atau yang dikenal dengan sebutan *demand* adalah suatu keinginan pada produk secara spesifik yang didukung kemampuan dan kesediaan untuk membelinya (Sangadji & Sopiah, 2013). Dari beberapa pengertian diatas, dapat disimpulkan bahwa Permintaan (*Demand*) adalah sebuah kebutuhan konsumen yang disertai dengan kesediaan dan kemampuan untuk membeli pada tingkat harga, waktu, dan tempat tertentu. Adapun faktor – faktor yang mempengaruhi permintaan suatu barang atau jasa yaitu harga barang lain, tingkat pendapatan per kapita, distribusi pendapatan dalam masyarakat, selera masyarakat, jumlah penduduk, perkiraan tentang masa depan, dan usaha – usaha produsen meningkatkan penjualan (Rahardja & Manurung, 2010).

PT. XYZ, sebagai perusahaan manufaktur yang beroperasi di lingkungan yang dinamis, menghadapi tantangan serupa dalam meramalkan permintaan produknya. Menurut Soeltanong & Sasongko (2021), Keputusan perencanaan yang salah dapat mengakibatkan biaya yang signifikan, dalam bentuk kelebihan stok atau kekurangan. Beberapa metode seringkali kurang akurat dan tidak fleksibel saat menangani data yang kompleks (Almumtazah dkk., 2021). Dalam situasi seperti itu, memilih metode peramalan yang efektif berdampak besar pada efisiensi operasional dan kelangsungan bisnis.

Ada dua pendekatan yang dapat digunakan untuk meramalkan suatu bisnis, yaitu analisis kuantitatif dan analisis kualitatif (Rangkuti, 2005). Beberapa model peramalan kualitatif meliputi perkiraan manajemen, riset pasar, metode kelompok terstruktur, dan analogi sejarah. Beberapa contoh model tradisional peramalan kuantitatif adalah *moving averages*, *exponential smoothing*, *trend forecasting*, dan model kausal seperti model regresi dan *analytical neural network* (Pratiwi Y. , 2018).

A. Nasir Pour, *et.all.* (2008) mengatakan bahwa untuk mengevaluasi kinerja dengan membandingkan metode ANN (*Artificial Neural Network*) dan metode tradisional dari peramalan permintaan dapat menghasilkan nilai ANN yang lebih akurat dibandingkan dengan metode tradisional.

Tias Safitri, dkk. (2017) mengatakan bahwa metode yang tepat dan akurat untuk digunakan peramalan ialah metode *Exponential Smoothing* di bandingkan dengan metode ARIMA.

Rahmi Khairunisa R., dkk. (2021) mengatakan bahwa peramalan permintaan dan perencanaan produksi dapat menurunkan biaya produksi dengan menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan (ANN) dengan tingkat *error* yang kecil sehingga mendapatkan proyeksi permintaan yang di inginkan.

Pajri Al-Zukri, dkk. (2020) mengatakan bahwa dalam membandingkan metode peramalan yang lebih akurat lebih baik menggunakan metode peramalan *Exponential Smoothing* dikarenakan metode *Exponential Smoothing* lebih akurat dalam mendapatkan hasil peramalan pada tahun berikutnya dibandingkan dengan metode *Moving Avarage dapat dilihat dari* tingkat nilai *error* yang lebih kecil.

Made Nita Dwi Sawitri, dkk. (2018) mengatakan bahwa untuk memprediksi harga beras di Kota Denpasar dapat menggunakan arsitektur *neural backpropagation* agar mendapatkan peramalan yang akurat, yang dapat dilihat dari tingkat nilai *error* yang terjadi.

Slawek Smly (2020) mengatakan bahwa apabila ingin menghasilkan ramalan yang lebih akurat dengan memanfaatkan kelebihan dari masing-masing metode dan menghindari kelemahan yang dimiliki oleh masing-masing metode dapat menggunakan metode *Exponential Smoothing* dikarenakan hasil ramalan yang dilakukan lebih akurat, terutama untuk data bulanan, tahunan, dan triwulanan.

Weiheng Jiang, at.all (2020) mengatakan bahwa dalam meningkatkan akurasi peramalan konsumsi listrik bulanan yang merupakan bagian dari peramalan permintaan listrik jangka menengah dan panjang dapat menggunakan model kombinasi *Holt-Winters Exponential Smoothing* dikarenakan efektif dalam memprediksi konsumsi listrik bulanan dengan akurat dengan data historis yang terbatas.

Ilker Güven & Fuat Şimşir (2020) mengatakan bahwa dalam meminimalkan tingkat kesalahan di industri garmen ritel dapat menggunakan metode ANN dibandingkan dengan menggunakan metode SVM.

Penelitian K. Bot, at all (2020) mengatakan bahwa penggunaan metode kecerdasan komputasi untuk memprediksi konsumsi daya pada bangunan dapat menggunakan metode ANN dengan mengaplikasikan desain model yang dibatasi, sehingga menghasilkan kinerja prediksi permintaan daya yang terbaik. Dengan kata lain, pemilihan metode ANN sangat tepat dan akurat.

Penelitian yang telah dilakukan pasti ada celah dalam literatur yang perlu dikembangkan. Meskipun ada penelitian tentang masing-masing metode, tetapi pada penelitian ini memiliki keunggulan dalam menggabungkan kedua metode dengan model hybrid yang mempertimbangkan kinerja keduanya dalam peramalan permintaan khususnya di PT. XYZ yang berfokus pada produk ke konsumen.

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, penelitian ini memiliki potensi keterbaruan yang signifikan baik dalam kontribusi akademis maupun praktis. Dengan dilakukannya penelitian ini sebagaimana pengkajian data historis perusahaan untuk meramalkan penjualan produk yang di dukung oleh metode *Artificial Neural Network (ANN)* dan *Exponential Smoothing*. Sehingga penelitian

ini berjudul “**ANALISIS MODEL HYBRID EXPONENTIAL SMOOTHING DAN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK DALAM PERAMALAN PERMINTAAN DI PT. XYZ**” dengan berdasarkan studi pustaka serta beberapa penelitian terdahulu.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka penelitian ini memiliki rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengukuran peramalan permintaan menggunakan metode *exponential smoothing* dan metode *hybrid exponential smoothing artificial neural network* di PT. XYZ?
2. Bagaimana hasil peramalan permintaan menggunakan metode *exponential smoothing* dan metode *hybrid exponential smoothing artificial neural network*?
3. Apa hasil evaluasi dari parameter akurasi untuk PT. XYZ dalam peramalan permintaan?

1.3 Tujuann Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menentukan hasil peramalan permintaan menggunakan metode *exponential smoothing* dan metode *hybrid exponential smoothing artificial neural network*.
2. Menganalisis dan mengevaluasi hasil peramalan setelah menggunakan metode *exponential smoothing* dan metode *hybrid exponential smoothing artificial neural network*
3. Memberikan rekomendasi praktis dari hasil evaluasi akurasi dari kedua metode untuk PT. XYZ dalam meningkatkan profit dari segi peramalan permintaan.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang dapat diperoleh dari penelitian ini ditujukan bagi beberapa pihak sebagai berikut:

1. Bagi Penulis
Menambah wawasan dan kemampuan dalam mengaplikasikan ilmu-ilmu teknik industri dalam memecahkan permasalahan nyata di dunia industri terutama bidang manufaktur tentang peramalan permintaan.
2. Bagi Pihak Perusahaan
Sebagai sumber data untuk meningkatkan profit dan daya saing perusahaan serta sebagai bahan evaluasi perusahaan dalam meramalkan permintaan produk.
3. Bagi Masyarakat Umum

Diharapkan penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi bacaan untuk menambah ilmu pengetahuan bagi para pembaca. Selain itu dapat digunakan sebagai acuan pengembangan penelitian berikutnya.

1.5 Ruang Lingkup

Penelitian ini berfokus pada hasil kinerja antara dua metode peramalan secara *hybrid* pada *Artificial Neural Network (ANN)* dan metode *Exponential Smoothing*, dalam peramalan permintaan produk *seafood* mentah di PT. XYZ. Studi ini membatasi analisis pada data permintaan historis yang relevan dan menggunakan data penjualan 2 tahun terakhir sebagai bahan pertimbangan untuk peramalan permintaan. dalam hal tersebut peneliti juga membatasi dalam penggunaan alat pengolahan data untuk melakukan metode *exponential smoothing* dan metode *hybrid exponential smoothing artificial neural network* dengan menggunakan aplikasi Matlab untuk melihat keakuratan dari penggunaan aplikasi tersebut.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Industri *Seafood* merupakan bagian penting dari bidang industri perikanan. Industri ini mencakup berbagai kegiatan, mulai dari penangkapan ikan hingga pengolahan produk ikan mentah. Dalam konteks ini, industri *seafood* mentah dapat mencakup berbagai jenis produk *seafood* seperti ikan, udang, cumi-cumi, kerang, dan lainnya yang dijual dalam kondisi mentah dan beku. Menurut Kementerian Perindustrian Republik Indonesia (2016), Potensi industri ini terhitung besar dikarenakan Indonesia merupakan salah satu Negara maritim dengan garis pantai terpanjang 99.093 km dan luas lautan mencapai 80% dari luas wilayah. Tempat meneliti akan di laksanakan di kota Makassar pada perusahaan *seafood*. Dengan waktu penelitian dari bulan September 2023 – April 2024.

2.2 Bahan dan Alat

2.2.1 Bahan Penelitian

Adapun bahan penelitian ini ialah data historis perusahaan berupa data penjualan selama 2 tahun terakhir dari tahun 2022 – 2023 yang di lihat perbulannya. Data historis yang diperoleh dengan melakukan observasi langsung pada proses produksi *seafood* mentah. Serta melakukan wawancara di bagian produksi *seafood* mentah untuk memperoleh data pendukung dalam penelitian ini.

2.2.2 Alat Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan beberapa aplikasi pendukung seperti berikut ini;

1. Microsoft Excel

Microsoft Excel adalah salah satu aplikasi dari paket Microsoft Office. Menurut Pratiwi (2012), Microsoft Excel adalah aplikasi lembar kerja elektronik (spreadsheet) yang canggih dan mudah digunakan yang memungkinkan Anda menghitung, memproyeksikan, menganalisa, dan mempresentasikan data dalam bentuk tabel, diagram, dan grafik.

2. SPSS

SPSS (*Statistical Product and Service Solutions*) adalah program aplikasi yang memiliki kemampuan analisis statistik yang cukup kuat serta sistem manajemen data pada lingkungan grafis. Cara pengoperasiannya mudah dipahami berkat menu deskriptif dan kotak dialog yang sederhana. SPSS banyak digunakan dalam riset pemasaran, pengendalian, dan perbaikan mutu (*quality improvement*), serta riset sains. Beberapa aktivitas dapat dilakukan dengan mudah dengan menggunakan mouse dan tombol panah. SPSS/PC+ (versi DOS) adalah nama awal versi PC SPSS. Namun, dengan

popularitas sistem operasi Windows, SPSS mulai mengeluarkan versi Windows, mulai dari 6.0 hingga versi saat ini (Surajiyo dkk., 2020).

3. MATLAB

Matrix Laboratory (MATLAB) pertama kali dibuat oleh University of New Mexico dan University of Stanford pada tahun 1970. MATLAB adalah bahasa pemrograman matematika yang berbasis pada sifat dan betuk matriks, sehingga banyak digunakan untuk kebutuhan komputasi numerik dan analisis. (Muchyidin, 2017)

2.3 Metode Penelitian

2.3.1 Exponential Smoothing

Exponential Smoothing adalah metode peramalan rata-rata bergerak yang melakukan pembobotan eksponensial dari nilai-nilai lama yang diamati. Bobot yang diberikan pada metode pemulusan eksponensial ditandai dengan penurunan eksponensial dari titik data terbaru ke titik data terlama. Karena jika perhitungan peramalan mengasumsikan rata-rata akan bergerak lambat seiring berjalannya waktu. Deret waktu yang mengandung pola tren, pola musiman, atau mengandung pola tren dan musiman, tidak dapat dijelaskan dengan metode rata-rata sederhana untuk menggambarkan pola data ini. Peramalan terhadap data tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan metode smoothing. Smoothing terdiri dari rata-rata nilai selama beberapa periode waktu untuk memperkirakan nilai dalam satu tahun (Subagyo, 2013). Metode *smoothing* diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yaitu metode perataan dan metode pemulusan eksponensial (*exponential smoothing*) (Makridakis dkk., 1999).

Menurut Safitri dkk. (2017), ada beberapa variasi utama pada *exponential smoothing* yang dapat dilihat sebagai berikut:

1. Singel Exponential Smoothing

Metode ini biasa disebut sebagai metode pemulusan eksponensial sederhana. Metode ini cocok digunakan untuk peramalan jangka pendek dengan durasi bulanan, karena tidak memiliki pola tren atau pola musiman. Model ini menggunakan satu parameter penghalus (α) untuk memberikan bobot ke data historis. Adapun rumusnya terdapat pada persamaan 14.

$$F_{t+1} = \alpha D_t + (1 - \alpha) F_t \quad (1)$$

Dimana:

F_{t+1}	= Prediksi Periode Selanjutnya
α	= Faktor Penghalus (0 atau 1)
D_t	= Data Aktual pada Periode t
F_t	= Prediksi pada Periode t

2. Double Exponential Smoothing (Hold Smoothing)

Metode ini biasa disebut sebagai metode pemulusan eksponensial dua parameter. Metode ini cocok digunakan untuk meramalkan data yang mengalami *trend* pada data tetapi tidak memiliki komponen pola musiman yang signifikan. Dengan memuluskan pola *trend* secara terpisah dengan

menggunakan parameter yang berbeda dari parameter yang digunakan pada data yang asli. Model ini memiliki dua parameter penghalus (α dan β). Menurut Makridakis dkk. (1999), terdapat tiga persamaan yang digunakan dalam metode ini, yaitu:

a. Pemulusan eksponensial dari data asli

$$L_t = \alpha D_t + (1 - \alpha) (L_t + T_t) \quad (2)$$

Dimana:

L_{t+1} = Nilai Pemulusan pada Waktu t

α = Faktor Penghalus (0 atau 1)

D_t = Data Aktual pada Periode t

L_t = Level pada Periode t

T_t = *Trend* pada Periode t

b. Pemulusan pola *trend*

$$T_{t+1} = \beta (L_{t+1} - L_t) + (1 - \beta) T_t \quad (3)$$

Dimana:

T_{t+1} = *Trend* pada Periode $t+1$

β = Faktor Penghalus (0 atau 1)

L_{t+1} = Nilai Pemulusan pada Waktu t

L_t = Level pada Periode t

T_t = *Trend* pada Periode t

c. Ramalan m periode kedepan

$$F_{t+m} = L_t + m \cdot T_t \quad (4)$$

Dimana:

F_{t+m} = Prediksi untuk m untuk periode ke depan

L_t = Level pada Periode t

m = Jumlah Periode kedepan yang akan diramalkan

T_t = *Trend* pada Periode t

3. *Tripel Exponential Smoothing (Holt-Winters Smoothing)*

Pada metode *Double Exponential Smoothing (Holt Smoothing)* sangat tepat digunakan pada data yang dipengaruhi pola *trend*. Namun, jika tidak hanya dipengaruhi dengan pola *trend* tetapi di pengaruhi juga oleh pola musiman, maka metode sebelumnya kurang tepat untuk digunakan. Oleh karena itu di metode ketiga ini di tambahkan satu parameter (γ) untuk menyempurnakan *Exponential Smoothing* untuk mengatasi pola musiman pada data. Metode ini merupakan metode yang melakukan tiga kali pemulusan (α , β , dan γ). Apabila data tidak berpola *trend* dan musiman maka dapat melakukan metode *single exponential smoothing*. Namun, apabila data mengandung *trend* dan musiman (*additive* atau *multiplicative* maka dapat menggunakan metode *exponential smoothing holt winters*. Adapun rumus model *Holt-Winters Additive* dan *Multiplicative* seperti berikut (Rosadi, 2012):

a. Model *Holt-Winters Additive*

1) Rumus untuk *smoothing level*

$$S_t = \alpha (y_t - I_{t-l}) + (1 - \alpha) (S_{t-1} + b_{t-1}) \quad (5)$$

2) Rumus untuk *smoothing pola trend*

$$b_t = \beta (S_t - S_{t-l}) + (1 - \beta) b_{t-1} \quad (6)$$

- 3) Rumus untuk *smoothing* pola musiman

$$l_t = \gamma(y_t - S_t) + (1 - \gamma) l_{t-1} \quad (7)$$

- 4) Rumus untuk peramalan periode t

$$F_t = L_{t-1} + b_{t-1} + S_{t-1} \quad (8)$$

- 5) Rumus untuk peramalan periode t+m

$$F_{t+n} = S_t + nb_t + l_{t-1+[(n-1) \bmod l]+1} \quad (9)$$

- b. Model *Holt-Winters Multiplicative*

- 1) Rumus untuk *smoothing* level

$$S_t = \alpha \left(\frac{y_t}{l_{t-l}} \right) + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \quad (10)$$

- 2) Rumus untuk *smoothing* pola *trend*

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-l}) + (1 - \beta) b_{t-1} \quad (11)$$

- 3) Rumus untuk *smoothing* musiman

$$l_t = \gamma \left(\frac{y_t}{S_t} \right) + (1 - \gamma) l_{t-1} \quad (12)$$

- 4) Rumusan untuk peramalan periode n

$$F_{t+n} = S_t + nb_t + l_{t-1+[(n-1) \bmod l]+1} \quad (13)$$

Keterangan:

α, β, γ = bobot *smoothing* ($0 < \alpha, \beta, \gamma < 1$)

y_t = data ke-t

F_t = nilai yang ingin diprediksi

S_t = Level pemulusan periode ke-t

n = periode waktu yang diperkirakan

b_t = pemulusan pola *trend* pada periode ke-t

l_t = pemulusan pola musiman pada periode ke-t

l = panjang musiman

S_{t-l} = pemulusan level pada periode ke t-1

b_{t-1} = pemulusan pola *trend* pada periode ke t-1

2.3.2 Artificial Neural Network

Menurut Irwansyah & Faisal (2015), Jaringan saraf tiruan (JST) atau *Artificial Neural Network* (ANN) adalah sistem pemrosesan informasi dengan karakteristik yang mirip dengan jaringan saraf biologis manusia yang terdiri dari sejumlah besar elemen pemrosesan sederhana yang disebut *neuron*, unit, sel, atau node. Masing-masing *neuron* ini terhubung ke *neuron* lain melalui tautan komunikasi langsung, masing-masing dengan bobot yang saling bergantung. Bobot inilah yang digunakan oleh jaringan untuk menyelesaikan masalah (Irwansyah & Faisal, 2015). Menurut Pratiwi (2018), Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah metode yang biasa digunakan dalam operasi penambangan data. Penambangan data adalah proses pemilihan data, eksplorasi, dan pembuatan model untuk menyelidiki pola yang sebelumnya tidak diketahui. Penambangan data sering disebut sebagai "penemuan pengetahuan" (Pratiwi, 2018). Dari beberapa pengertian diatas, dapat disimpulkan bahwa Jaringan Syaraf Tiruan (*Artificial Neural Network*) adalah sebuah system pemrosesan data yang bekerja seperti system syaraf manusia dan berguna untuk operasi penambahan data.

Jaringan saraf tiruan menggunakan aturan yang dipelajari dari model data yang disediakan untuk pindah ke lapisan tersembunyi. *Hidden layer* diklasifikasikan menjadi tiga kelas, yaitu (Lesnussa dkk., 2015):

1. *Input Layer*, neuron-neuron pada lapisan masukan disebut unit masukan. Input neuron menerima data model dari eksternal yang menggambarkan suatu masalah.
2. *Hidden Layer*, neuron yang terletak di lapisan tersembunyi disebut neuron tersembunyi. Ketika output tidak dapat diamati secara langsung.
3. *Output Layer*, neuron-neuron yang ada pada lapisan keluaran disebut neuron keluaran. Keluaran dari lapisan ini adalah solusi JST/ANN untuk suatu masalah.

Ada beberapa algoritma dalam JST/ANN salah satunya ialah algoritma *backpropagation*. Algoritma *backpropagation* diterapkan pada *artificial neural network multilayer* dengan pembelajaran yang terawasi. Bobotnya diubah berulang kali untuk mencapai nilai error terendah antara hasil prediksi dan target yang diinginkan. *Backpropagation* dapat diaplikasikan dengan baik di bidang peramalan (*forecasting*) (Pratiwi Y. , 2018).

Sebelum melakukan training dan testing, terlebih dahulu melakukan transformasi data (Fungsi Aktivasi). Fungsi aktivasi data yang digunakan ialah *Sigmoid Biner*. Hal ini dilakukan agar pola datanya mempunyai rentang (*range*) yang sama. Adapun rumusnya dapat menggunakan rumus normalisasi dan denormalisasi *min-max* pada persamaan 14 dan persamaan 15 (Siang, 2005).

$$X' = \frac{0,8(x-a)}{b-a} + 0,1 \quad (14)$$

$$x = \frac{(X'-0,1)(b-a)}{0,8} + a \quad (15)$$

Keterangan:

- x = Data asli
- X' = Data normalisasi
- a = Data minimum
- b = Data maksimum

Menurut Razak (2017), Umumnya dalam setiap metode peramalan, sebelum implementasi peramalan periode masa depan akan ada dua proses pembelajaran pertama yang akan dilakukan, yaitu;

1. *Training*

Training pada *Artificial Neural Network Backpropagation* meliputi tiga fase, yaitu: fase pembelajaran (*learning step*), fase maju (*feed forward*), dan fase mundur (*backpropagation*) dari melihat error-error yang dihasilkan. Adapun tahapan training seperti berikut:

a. *Learning Step* (Step 1)

Langkah pembelajaran dilakukan dengan menginisialisasi bobot awal kemudian mengulang langkah yang ada secara periodik hingga kondisi akhir pengulangan terpenuhi. Untuk setiap pelatihan data, selesaikan langkah 2 sampai 8 hingga literasi akhir selesai.

b. *Feed Forward* (Step 2-4)

Step ini dilakukan dengan mengalikan masing-masing *node* dengan *weight* (bobot) dan ditambahkan dengan biasnya hingga *output* didapatkan, tahapan ini bergerak maju dari *input layer* menuju *hidden layer* lalu ke *output layer*.

1) Step 2

Setiap input *node* menerima sinyal input berupa X_1 dan mengirimkan *node* tersebut ke *hidden layer*.

2) Step 3

Masing-masing *node* pada *hidden layer* dikalikan dengan bobot (*weight*) dan dijumlahkan dengan biasnya dengan persamaan 16.

$$Z_{in_j} = V_{0j} + \sum_{i=1}^n X_i V_{ij} \quad (16)$$

Di mana Z_{in_j} adalah nilai keluaran untuk *node* Z_j , V_{0j} sebagai bobot pada bias *node* Z_j , X_i adalah *node* ke- i pada input *layer*, dan V_{ij} adalah bobot pada *node* X_i (*input layer*) dan *node* Z_j (*hidden layer*). Setelah menemukan nilai Z_{in_j} , langkah selanjutnya adalah menghitung nilai *node* pada lapisan tersembunyi dengan fungsi aktivasi menggunakan persamaan 17.

$$Z_j = f(Z_{in_j}) \quad (17)$$

Di mana Z_j adalah nilai pada simpul ke- j dan $f(Z_{in_j})$ adalah fungsi aktivasi dari Z_{in_j} . Keluaran dari fungsi pemacu dikirim ke *node* di *output layer*.

3) Step 4

Setiap *node* pada *output layer* dikalikan bobotnya dan dijumlahkan dengan biasnya sesuai persamaan 18.

$$Y_{in_k} = W_{0k} + \sum_{j=1}^p Z_j W_{jk} \quad (18)$$

Di mana Y_{in_k} adalah nilai keluaran untuk *node* Y_k , W_{0k} sebagai bobot pada *node* bias Y_k , Z_j adalah simpul ke- j pada lapisan tersembunyi dan W_{jk} adalah bobot untuk *node* Z_j (*hidden layer*) dan Y_k (*output layer*). Setelah menemukan nilai Y_{in_k} , langkah selanjutnya adalah menghitung nilai *node* pada *output layer* berdasarkan fungsi aktivasi yang digunakan dengan persamaan 19.

$$Y_k = f(Y_{in_k}) \quad (19)$$

c. *Backpropagation* (Step 5-8)

Pada tahap ini, perhitungan nilai *error* yang dihasilkan pada *output layer* dibandingkan dengan model masukan pada *input layer*, kemudian secara berkala melakukan kalibrasi bobot pada setiap *layer*.

1) Step 5

Setiap *node* pada *output layer* menerima target model sesuai dengan input pada tahap pelatihan, selanjutnya dihitung nilai *error* sesuai persamaan 20.

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k}) \quad (20)$$

Dimana δ_k adalah koefisien kontrol untuk nilai bobot di kulit terluar, $f'(y_{in_k})$ adalah turunan dari fungsi aktivasi di y_{in_k} . Nilai t_k adalah nilai

target dari model, sehingga ditemukan perbedaan antara *output* langkah maju dan target yang diharapkan. Kemudian hitung bobot perbaikan (*weight*) dan tentukan nilai W_{jk} , sesuai persamaan 21 dan persamaan 22.

$$\Delta W_{jk} = \alpha \delta_k Z_j \quad (21)$$

$$\Delta W_{0k} = \alpha \delta_k \quad (22)$$

Dimana ΔW_{jk} adalah selisih antara W_{jk} pada t dan W_{jk} pada $t+1$ dan α adalah konstanta kecepatan belajar dengan nilai $0 < \alpha < 1$.

2) Step 6

Setiap bobot yang menghubungkan *node* pada *output layer* dengan *node* pada *hidden layer* dikalikan dengan delta (δ_k) dan ditambahkan sebagai input pada layer berikutnya, sesuai persamaan 23.

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k W_{jk} \quad (23)$$

Dimana δ_{in_j} adalah koefisien kontrol untuk nilai bobot dari *output hidden layer*. Kemudian nilai δ_{in_j} dikalikan dengan turunan fungsi aktivasi untuk menghitung nilai *error* sesuai persamaan 24.

$$\delta_j \delta_{in_j} f'(y_{in_k}) \quad (24)$$

Langkah selanjutnya menghitung bobot terkoreksi (*weight*) yang digunakan untuk mengoreksi V_{ij} sesuai persamaan 25 dan menghitung bias terkoreksi untuk mengoreksi V_{oj} sesuai persamaan 26.

$$\Delta V_{ij} = \alpha \delta_j X_i \quad (25)$$

$$\Delta V_{oj} = \alpha \delta_j \quad (26)$$

3) Step 7

Setiap *output* dari *node* dikoreksi bias dan bobotnya mengikuti persamaan 27 dan 28.

$$V_{ij} = V_{ij}(\text{lama}) + \Delta V_{ij} \quad (27)$$

$$V_{oj} = V_{oj}(\text{lama}) + \Delta V_{oj} \quad (28)$$

4) Step 8

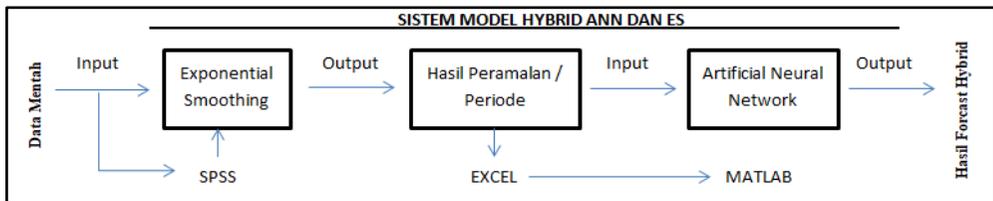
Periksa kondisi terminasi *loop*, ini adalah kondisi *looping backpropagation* telah berhenti:

- Iterasi telah mencapai batas maksimum yang telah ditentukan.
- Kesalahan yang dihasilkan dapat diterima.
- Hasilkan minimum global dari SSE, tetapkan nilai *error* minimum

2. Testing

Testing adalah pengujian kelayakan model yang telah diperoleh dari proses *training*.

2.3.3 Sistem Hybrid Exponential Smoothing & Artificial Neural Network



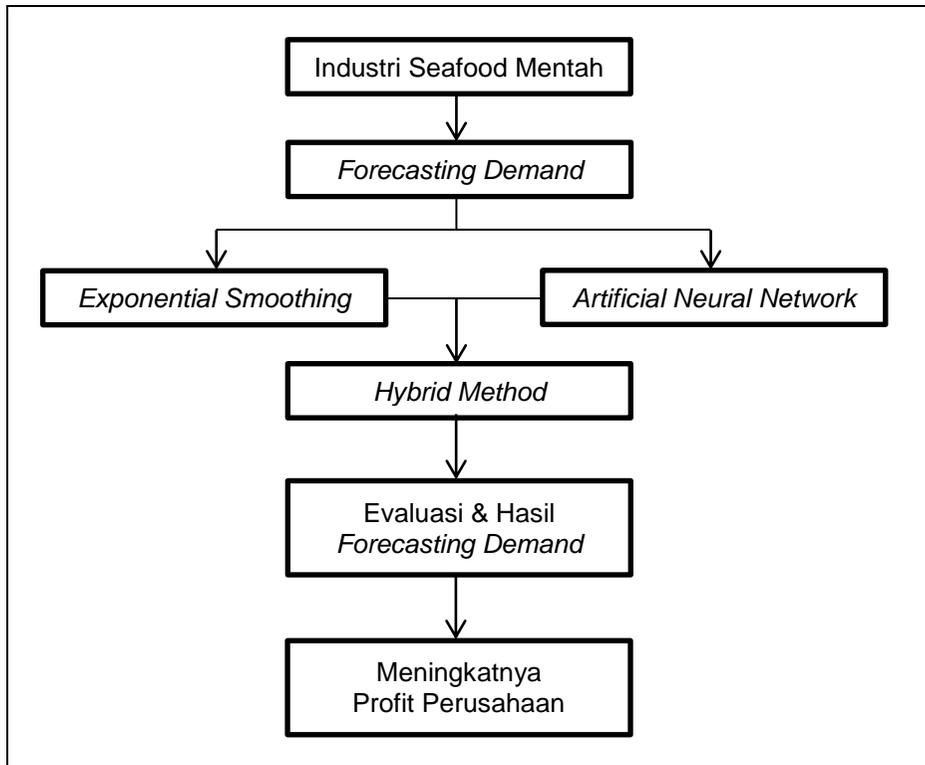
Gambar 1. Sistem Model Hybrid Penelitian

Adapun langkah – langkah dalam melakukan hybrid metode yaitu seperti berikut:

1. Melakukan pengambilan data mentah di perusahaan PT. XYZ
2. Pengolahan data dimulai dari penginputan data mentah menggunakan aplikasi SPSS
3. Dalam pengolahan data di SPSS, metode yang dilakukan pertama kali ialah *Exponential Smoothing*
4. Setelah diolah, maka data akan memberikan output berupa hasil peramalan permintaan dan akan di input kembali menggunakan Microsoft Excel
5. Selanjutnya proses *hybrid* terjadi, dimana hasil dari *Exponential Smoothing* akan di olah kembali menggunakan aplikasi MATLAB dengan menggunakan metode *Artificial Neural Network*
6. Setelah melakukan olah data di aplikasi MATLAB, maka akan di dapatkan hasil *forecasting*
7. Setelah mendapatkan masing masing hasilnya, akan di dapatkan forecasting dari metode *non-hybrid* dan *hybrid* sehingga dapat di lihat mana cara yang terbaik dengan melihat dari Performa Prediksi Akurat MSE (*Mean Squared Error*) dan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)

2.4 Pelaksanaan Penelitian

Langkah awal dari pelaksanaan penelitian ini ialah mengidentifikasi permasalahan yang ada di perusahaan PT. XYZ dengan data historis yang didapatkan secara observasi dan wawancara langsung pada pihak perusahaan. Berdasarkan permasalahan yang ada peneliti melihat adanya permasalahan yang dimana sangat berpengaruh apabila adanya peramalan permintaan di perusahaan tersebut maka perlu menggunakan metode-metode yang telah di analisa dari penelitian terdahulu yaitu metode *Artificial Neural Network* dan *Exponential Smoothing*. Sehingga peneliti melakukan penelitian terhadap kedua metode tersebut guna mengevaluasi mana metode yang lebih tepat untuk perusahaan PT. XYZ apabila kedua metode dilakukan secara *hybrid* atau *non-hybrid*. Adapun kerangka pikir dari penelitian ini seperti berikut;



Gambar 2. Kerangka Pikir Penelitian

2.5 Parameter Evaluasi

Menurut Herdianto (2013), Prediksi adalah proses memperkirakan sesuatu akan terjadi di masa depan berdasarkan informasi yang Anda miliki saat ini. Prediksi tidak selalu memberikan jawaban yang pasti, tetapi usahakan untuk memberikan jawaban yang sedekat mungkin dengan fakta. Prediksi bertujuan untuk mengenali pola sistematis serta menemukan pola hubungan kecenderungan yang didasarkan pada data historis. Pengumpulan data historis disini berperan sebagai tahapan pertama yang dilakukan untuk sebuah prediksi atau perama. Prediksi menggunakan metode jaringan saraf tiruan atau *artificial neural network* dengan algoritma *backpropagation* mendapatkan model jaringan terbaik setelah mempresentasikan hasil akurasi jaringan. (Aina, 2018).

Dikatakan kurang akurat bila perbedaan antara hasil prediksi dengan data target (historis) sangat besar. Perbedaan antara keduanya sering disebut sebagai kesalahan. Semakin besar *error* yang dihasilkan, semakin tidak akurat hasil prediksi yang diperoleh (Aina, 2018). Ada beberapa ukuran kinerja prediksi yang digunakan yaitu MSE (*Mean Squared Error*) dan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Dapat di lihat di persamaan 29 dan 30.

$$\text{MSE} = \frac{\sum_{t=1}^n e_i^2}{n} \quad (29)$$

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - F_t}{Y_t} \right| \quad (30)$$

Dimana:

e_i = Selisih antara data aktual ke-i dan data prediksi ke-i

F_t = Nilai prediksi ke-t

n = Banyaknya data observasi

Y_t = Data aktual ke-t