

**IMPLEMENTASI JARINGAN SYARAF TIRUAN *BACKPROPAGATION*
UNTUK MENENTUKAN PREDIKSI JUMLAH PERMINTAAN
PRODUKSI DODOL APEL**

SKRIPSI

**OLEH
FARRAH NURMALIA SARI
NIM. 15610069**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**IMPLEMENTASI JARINGAN SYARAF TIRUAN *BACKPROPAGATION*
UNTUK MENENTUKAN PREDIKSI JUMLAH PERMINTAAN
PRODUKSI DODOL APEL**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)**

**Oleh
Farrah Nurmalia Sari
NIM.15610069**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**


**IMPLEMENTASI JARINGAN SYARAF TIRUAN *BACKPROPAGATION*
UNTUK MENENTUKAN PREDIKSI JUMLAH PERMINTAAN
PRODUKSI DODOL APEL**

SKRIPSI

**Oleh
Farrah Nurmalia Sari
NIM.15610069**

**Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal 8 Desember 2021**

Pembimbing I,


**Ari Kusumastuti, M.Pd., M.Si
NIP.19770521 200501 2 004**

Pembimbing II,


**Ach. Nasichuddin, M.A
NIP. 19730705 200003 1 002**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika



**Dr. Elly Susanti, M.Sc
NIP. 19741129 200012 2 005**

**IMPLEMENTASI JARINGAN SYARAF TIRUAN *BACKPROPAGATION*
UNTUK MENENTUKAN PREDIKSI JUMLAH PERMINTAAN
PRODUKSI DODOL APEL**

SKRIPSI

Oleh
Farrah Nurmalia Sari
NIM.15610069

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)
Tanggal 8 Desember 2021

Penguji Utama : Muhammad Khudzaifah, M.Si
Ketua Penguji : Hisyam Fahmi, M.Kom
Sekretaris Penguji : Ari Kusumastuti, M.Pd., M.Si
Anggota Penguji : Ach. Nasichuddin, M.A

.....
.....
.....
.....

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika



Dr. Elly Susanti, M.Sc
NIP. 19741129 200012 2 005



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Farrah Nurmalia Sari

NIM : 15610069

Program Studi : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*
untuk Menentukan Prediksi Jumlah Permintaan Produksi
Dodol Apel

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan pengambilan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar rujukan. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 8 Desember 2021
Yang membuat pernyataan,



Farrah Nurmalia Sari
NIM.15610069

MOTO

*“And when you want something, all the universe conspires in helping you to
achieve it”*

The Alchemist - Paulo Coelho

PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur yang tak terhingga kepada sang pencipta Allah SWT, penulis persembahkan skripsi ini kepada Ayah Sueb Priadi dan Ibu Elvi Ernasari tercinta yang senantiasa tulus mendoakan, memberi nasihat, semangat, mendukung pendidikan penulis, serta senantiasa memberikan kasih sayang dan perhatian. Serta untuk kakak tercinta Laili Indria Sari sekeluarga dan adik Fadilla Zulfia Sari, terima kasih telah menjadi kuat bersama.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh

Segala puji bagi Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* untuk Menentukan Prediksi Jumlah Permintaan Produksi Dodol Apel” sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana pada bidang Matematika di Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun manusia dari jalan kegelapan menuju jalan yang teran benerang, yakni Agama Islam.

Dalam penyusunan skripsi ini, tidak lepas dari petunjuk dan bimbingan serta masukan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. M. Zainuddin, M.A. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Elly Susanti, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Bapak Hisyam Fahmi, M.Kom, Ibu Ari Kusumastuti, M.Pd., M.Si, Bapak Ach. Nasichuddin, M.A dan Bapak Muhammad Khudzaifah, M.Si selaku

dosen pembimbing dan dosen penguji yang telah banyak memberikan arahan, nasihat, ilmu dan juga berbagi pengalaman berharga kepada penulis.

5. Segenap civitas akademika Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, terutama kepada para bapak dan ibu dosen yang telah memberikan bimbingan keilmuan selama masa perkuliahan berlangsung.
6. Ayah, ibu, kakak sekeluarga serta adik tercinta yang selalu memberikan dukungan moral dan spiritual demi keberhasilan penulis.
7. Semua pihak yang terlibat dalam pengumpulan data serta informasi pada skripsi, khususnya Bapak Syamsul Huda beserta Istri dari pihak CV. Bagus Agriseta Mandiri Kota Batu.
8. Semua pihak yang ikut membantu, memberikan saran serta masukan atas skripsi yang penulis kerjakan.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan limpahan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua. Penulis juga berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan pembaca pada umumnya. Aamiin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh

Malang, 8 Desember 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGAJUAN	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	
HALAMAN MOTO	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
مستخلص	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Peramalan	7
2.2 Jaringan Syaraf Tiruan	7
2.2.1 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan	10
2.2.2 Fungsi Aktivasi	12
2.3 <i>Backpropagation</i>	14
2.3.1 Algoritma <i>Backpropagation</i>	15
2.4 Pengujian <i>K-Fold Cross Validation</i>	22
2.5 Produksi	22
2.6 Larangan Berlaku Boros dalam Islam	23

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian	26
3.2 Sumber Data	26
3.3 Representasi Data Penelitian	26
3.4 Metode Pengolahan Data	27

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data	34
4.2 Normalisasi Data	34
4.3 <i>Pre-processing</i> Data	35
4.4 Menentukan Arsitektur Jaringan	36
4.5 Menentukan Parameter Pelatihan.....	36
4.6 Pelatihan Data	37
4.7 Pengujian Data	42
4.8 <i>K-Fold Cross Validation</i>	45
4.9 Implementasi JST <i>Backpropagation</i> dalam Pandangan Islam.....	47

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49

DAFTAR PUSTAKA	51
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	53
----------------------	-----------

RIWAYAT HIDUP	62
----------------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	<i>K-fold Cross Validation</i>	33
Tabel 4.1	Data Penjualan Bulanan Dodol Apel.....	34
Tabel 4.2	Normalisasi Data.....	34
Tabel 4.3	Data Latih.....	35
Tabel 4.4	Data Uji.....	36
Tabel 4.5	Bobot Layer Tersembunyi Pelatihan Data	37
Tabel 4.6	Bobot Layer Keluaran Pelatihan Data	37
Tabel 4.7	Bias Layer Tersembunyi Pelatihan	38
Tabel 4.8	Bias Layer Keluaran Pelatihan.....	38
Tabel 4.9	Nilai <i>error</i> (E)	38
Tabel 4.10	Hasil Target Pelatihan Data	40
Tabel 4.11	Denormalisasi Hasil Target Pelatihan Data	41
Tabel 4.12	Nilai <i>error</i> pada Hasil Pengujian Data.....	42
Tabel 4.13	Nilai MSE pada Hasil Pengujian Data.....	43
Tabel 4.14	Hasil Peramalan dari Pengujian Data.....	43
Tabel 4.15	Data Target Hasil Pengujian	43
Tabel 4.16	Hasil dari Proses <i>K-fold Cross Validation</i> (12 – 10 – 1)	46
Tabel 4.17	Hasil dari Proses <i>K-fold Cross Validation</i> (6 – 8 – 1).....	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Jaringan syaraf layar tunggal (Hermawan, 2006)	11
Gambar 2.2	Jaringan syaraf layar banyak (Hermawan, 2006).....	12
Gambar 2.3	Fungsi aktivasi sigmoid biner (Fausett, 1994)	14
Gambar 2.4	Jaringan syaraf tiruan <i>backpropagation</i> (Sun, 2020).....	15
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i>	27
Gambar 4.1	Proses Pelatihan Jaringan	39
Gambar 4.2	Fungsi kinerja MSE.....	39
Gambar 4.3	Plot Regresi	40
Gambar 4.4	Grafik Perbandingan Nilai Keluaran JST dan Data Target.....	42
Gambar 4.5	Plot Regresi	44
Gambar 4.6	Grafik Perbandingan Nilai Keluaran JST dan Data Target.....	45

ABSTRAK

Sari, Farrah Nurmalia. 2021. **Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* untuk Menentukan Prediksi Jumlah Permintaan Produksi Dodol Apel**. Skripsi Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Ari Kusumastuti, M.Pd., M.Si (II) Ach. Nasichuddin, M.A

Kata Kunci: akurasi, *backpropagation*, data penjualan bulanan dodol apel, jaringan syaraf tiruan, *k-fold cross validation*, prediksi

Peramalan berkaitan penting dalam pembuatan perencanaan sehingga akan mempengaruhi cara pembuatan keputusan (*decision making*). Salah satu metode peramalan adalah Jaringan Syaraf Tiruan dengan algoritma *backpropagation*. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur akurasi dari arsitektur jaringan yang digunakan dalam menghitung prediksi penjualan bulanan dodol apel dari CV. Bagus Agriseta Mandiri di tahun yang akan datang. Data yang digunakan sebanyak 36 data penjualan bulanan yang tercatat pada pembukuan tahun 2017, 2018 dan 2019. Data tersebut kemudian dinormalisasi dan dibagi 66,66% menjadi data latih dan 33,33% menjadi data uji untuk kemudian dapat diproses pada jaringan. Arsitektur jaringan yang digunakan adalah 12 : 10 : 1, dimana 12 neuron layar masukan, 10 neuron di satu layar tersembunyi dan 1 neuron layar keluaran. Jaringan dengan kerangka tersebut menghasilkan MAPE sebesar 20.161% dengan akurasi 79.839%. Model tersebut memiliki kemampuan peramalan dengan kategori cukup atau layak. Selanjutnya, dilakukan perhitungan validasi jaringan keseluruhan menggunakan metode *K-fold cross validation* dengan $K = 3$. Hasilnya, nilai keseluruhan MAPE rata-rata sebesar 47.079% dan nilai keseluruhan akurasi rata-rata sebesar 52.921%. Berdasarkan hal tersebut, nilai MAPE berada diantara 20% dan 50%, maka model peramalan yang digunakan berada pada kategori cukup atau layak. Sebagai perbandingan, telah dilakukan pengujian menggunakan *fold* yang sama namun dengan arsitektur jaringan yang berbeda yakni model 6 – 8 – 1. MAPE yang didapatkan bernilai 26.74% dan nilai akurasi sistemnya adalah 73.18% sehingga kedua model peramalan memiliki kemampuan peramalan di kategori yang sama yakni cukup atau layak.

ABSTRACT

Sari, Farrah Nurmalia. On 2021. **The Implementation of Artificial Neural Network Backpropagation to Predict the Demand of Apple Paste.** Thesis. Mathematics Study Program, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang. Advisors: (I) Ari Kusumastuti, M.Pd., M.Si. (II) Ach. Nasichuddin, M.A.

Keywords: accuracy, backpropagation, monthly data of apple paste demand, artificial neural network, k-fold cross validation, forecasting

Forecasting is important in accordance with the planning strategy, therefore it will affect the way of decision making. One of the forecasting methods is Artificial Neural Network with Backpropagation as the algorithm. This research aims to measure the accuracy of the network architecture which is being applied in order to calculate the prediction of the future's apple paste product monthly demand which was obtained from CV. Bagus Agriseta Mandiri. The data used are 36 monthly data from the year of 2017, 2018 and 2019. Furthermore, the data obtained are normalized and divided into two, 66,66% as the data for training process and 33,33% as the data for testing process. Network architecture applied in this research is 12 : 10 : 1, where 12 are neurons for input layer, 10 are neurons for one hidden layer and 1 is neuron for output layer. The Network with that framework obtained a result 20.161% for MAPE and 79.839% for the accuracy. That model is categorized as good enough for its forecasting ability. Moreover, the network was entirely validated using k-fold cross validation method with $k = 3$. The result obtained as follows: the average of MAPE is 47.079% and the average accuracy is 52.921%. According to it, the entire model can be categorized as good enough in order to run a forecast. As a comparison, another testing has been done with the same fold but different in the network architecture (model 6 – 8 – 1). The second model obtained results as follows: the average of MAPE is 26.74% and the average accuracy is 73.18%, so that the two prediction models' ability are in the same category, it is good enough to run a forecast.

مستخلص

ساري ، فرح نورماليا. ٢٠٢١. تنفيذ عودة انتشار الشبكة العصبية الاصطناعية للتنبؤ بالطلب من معجون التفاح. البحث العلمي قسم الرياضيات ، كلية العلوم والتكنولوجيا ، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج المشرفة: (١) آري كوسوماستوتي ، الماجستير. (٢) ناصح الدين ، الماجستير

الكلمات الرئيسية: الدقة ، الانتشار العكسي ، البيانات الشهرية للطلب على معجون التفاح ، الشبكة العصبية الاصطناعية ، التحقق من صحة *k-fold* ، التنبؤ

التنبؤ هو في الأساس افتراض حول حدوث حدث في الوقت الحالي أو في المستقبل. يعد التنبؤ أمراً مهماً وفقاً لاستراتيجية التخطيط ، وبالتالي سيؤثر على طريقة اتخاذ القرار. إحدى طرق التنبؤ هي الشبكة العصبية الاصطناعية ذات الانتشار العكسي كخوارزمية. يهدف هذا البحث إلى قياس دقة بنية الشبكة التي يتم تطبيقها من أجل حساب التنبؤ بالطلب الشهري لمنتج معجون التفاح في المستقبل والذي تم الحصول عليه من السيرة الذاتية. باجوس أجريسييتا مانديري (CV. Bagus Agriseta Mandiri). البيانات التي يتم استخدامها هي ٣٦ بيانات شهرية من عام ٢٠١٧ و ٢٠١٨ و ٢٠١٩. ثم يتم تطبيع البيانات وتقسيم ٦٦.٦٦٪ إلى بيانات تدريب و ٣٣.٣٣٪ إلى بيانات اختبار ليتم معالجتها بعد ذلك على الشبكة. بنية الشبكة المطبقة في هذا البحث هي ١٢ : ١٠ : ١ ، حيث ١٢ عبارة عن خلية عصبية لطبقة الإدخال ، و ١٠ خلايا عصبية لطبقة واحدة مخفية و ١ هو الخلايا العصبية لطبقة الإخراج. حصلت الشبكة مع هذا الإطار على نتيجة ٢٠.١٦١٪ MAPE. ٧٩.٨٣٩٪ للدقة. تم تصنيف هذا النموذج على أنه جيد بما يكفي لقدرته على التنبؤ. علاوة على ذلك ، تم التحقق من الشبكة تماماً باستخدام طريقة التحقق من صحة *k-fold* مع $k = 3$ والنتيجة المتحصل عليها كالتالي: معدل MAPE ٤٧،٠٧٩٪ و متوسط دقة ٥٢.٩٢١٪. وفقاً للنتيجة ، يمكن تصنيف النموذج بأكمله على أنه جيد بما يكفي لتشغيل التنبؤ. للمقارنة ، تم إجراء اختبار باستخدام نفس الطية ولكن مع بنية شبكة مختلفة ، أي نموذج ٦ - ٨ - ١. تبلغ قيمة MAPE التي تم الحصول عليها ٢٦.٧٤٪ وقيمة دقة النظام ٧٣.١٨٪ بحيث يكون لكلا نموذجي التنبؤ قدرات التنبؤ في نفس الفئة ، وهي كافية أو جديرة.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peramalan atau *forecasting* sudah menjadi bagian dari strategi pasar dibalik dunia perindustrian sehingga akan mempengaruhi aspek lain seperti pembuatan keputusan (*decision making*). Utamanya, peramalan pada bidang industri digunakan untuk mengetahui jumlah penjualan produk di masa mendatang. Setelah diketahui jumlah penjualan di masa mendatang, produsen akan memproduksi produk mendekati hasil dari peramalan yang telah dilakukan, sehingga tidak mengakibatkan kekurangan stok atau bahkan bisa berlebih sehingga produk mengalami *overproduction*. Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui hasil peramalan penjualan di masa yang akan datang sehingga jumlah produk yang akan diproduksi tidak melenceng terlalu jauh dari perkiraan produk terjual.

Overproduction termasuk dalam sebuah pemborosan di dunia industri yang paling sering dialami produsen. *Overproduction* menjadi titik latar belakang dilakukannya penelitian ini dikarenakan hal tersebut menyebabkan jumlah produk lebih banyak dari jumlah permintaan yang berakibat tidak terjualnya stok atau persediaan sampai habis sehingga barang akan rusak karena disimpan terlalu lama. Oleh karena itu, *overproduction* dapat dihindari salah satunya dengan diterapkannya sistem peramalan.

Peran ilmu ekonomi dalam produksi suatu barang menimbulkan efek yang signifikan. Disamping produsen yang harus mengejar laba untuk menutup biaya

produksi, produsen juga harus cermat dalam memenuhi permintaan konsumen yang tidak dapat dipastikan jumlahnya dan selalu berubah-ubah. Produsen makanan basah tidak seharusnya memproduksi lebih banyak dari jumlah permintaan, karena ditakutkan makanan tersebut tidak habis terjual kemudian basi dan berjamur. Hal tersebut berdampak pada kerugian produsen dikarenakan target penjualan yang tidak terpenuhi padahal biaya produksi sudah terlanjur terpankas.

CV. Bagus Agriseta Mandiri merupakan sebuah rumah produksi berbasis UMKM (Usaha Kecil, Mikro, Menengah) yang menjadi pabrik dari bermacam olahan buah dan sayur di Kota Batu dan salah satu produknya adalah dodol apel. Data dari produk dodol apel dipilih karena CV. Bagus Agriseta Mandiri terkenal dengan produk dodol apelnnya, sehingga catatan jumlah penjualan bulannya selalu paling tinggi diantara produk lain. Data penjualan bulanan dihimpun dari catatan penjualan harian oleh mesin *counter* di rumah produksi. Karakteristik data penjualan bulanan dodol apel adalah data primer dan data yang disusun berdasarkan urutan waktu atau *time series*. Selama ini, permasalahan dari pabrik CV. Bagus adalah sering memproduksi dodol apel dengan jumlah yang tidak menentu untuk memenuhi permintaan dari pasar yang juga tidak dapat dipastikan. Seperti yang telah diketahui, makanan basah seperti dodol tidaklah bertahan lama, sehingga *overproduction* akan membuat dodol beresiko tidak habis terjual dan semakin mendekati masa kadaluarsa yang berakibat pada rusaknya makanan dan berakhir dengan pembuangan makanan atau menyiakan makanan. Hal tersebut dapat menimbulkan kerugian yang berarti pada rumah produksi.

Terdapat dua kata bahasa arab dalam Al-Qur'an yang secara harfiah bisa diartikan sebagai pemborosan bersifat *overproduction*, yakni *israf* dan *mubazir*. Secara istilah, *israf* merupakan pengeluaran yang berlebihan sedangkan *mubazir* lebih dekat dengan menyia-nyiakan (pengeluaran di jalan yang tidak benar). Ketika barang yang diproduksi berlebihan tidak memiliki masa kadaluarsa sehingga bisa dijual lagi di hari lain, maka digolongkan sebagai *israf*. Sebaliknya ketika barang yang diproduksi secara berlebih tersebut memiliki masa kadaluarsa sehingga tidak bisa dipasarkan lagi setelah lewat masanya, maka digolongkan ke dalam *tabdzir*. Oleh karena itu, sifat dari *overproduction* pada produksi dodol sendiri lebih dekat dengan *tabdzir* karena dodol merupakan produk makanan yang memiliki masa kadaluarsa (Walenna, 2018).

Allah SWT. telah memerintahkan umat untuk menjauhi perbuatan *tabdzir* yang disampaikan dalam QS. Al-Isra' ayat 26-27 yang berarti:

“Dan berikanlah kepada keluarga-keluarga yang dekat akan haknya, kepada orang yang dalam perjalanan, dan janganlah kamu menghambur-hamburkan hartamu secara boros. Sesungguhnya pemboros-pemboros itu adalah saudara-saudara syaitan dan syaitan itu adalah sangat ingkar terhadap Tuhannya.”

Berdasarkan masalah tersebut, salah satu upaya untuk mengurangi sisa dodol yang sudah terlanjur diproduksi namun tidak habis terjual adalah dilakukannya prediksi jumlah penjualan di masa mendatang. Metode yang dapat digunakan adalah metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *Backpropagation*, prosesnya dimulai dari pengumpulan data dan dinormalisasi, membagi data menjadi data latih dan data uji, selanjutnya dilakukan pelatihan dan pengujian data sehingga nanti ditemukan hasil keluaran (*output*) dari proses peramalan. Harapan kedepannya, jumlah produksi dodol tidak akan berbeda jauh dengan jumlah penjualan dan pabrik tidak akan mengalami banyak kerugian. Oleh karena itu,

akan dilakukan penelitian mengenai prediksi jumlah penjualan dodol apel dengan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* atau selanjutnya akan dituliskan sebagai JST *backpropagation*.

Sebelum penelitian ini dilakukan, Brigitta Ranindya Siwi pernah meneliti peramalan menggunakan metode yang sama pada tahun 2017 dengan judul “Prediksi Jumlah Produksi *Cone Ice Cream* menggunakan Metode Backpropagation”. Metode *backpropagation* bisa diterapkan dengan baik pada bidang peramalan (*forecasting*) dikarenakan dalam prosesnya terdapat beberapa layer tersembunyi yang bisa divariasikan sesuai data sehingga lebih fleksibel pada perubahan aturan perkiraan. Pada hasil akhirnya, akan didapatkan hasil prediksi yang memiliki nilai kesalahan serendah mungkin.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka diperoleh suatu rumusan masalah sebagai berikut: “Bagaimanakah penerapan JST *backpropagation* untuk memprediksi jumlah permintaan produksi dodol apel menggunakan data histori tahun 2017 sampai tahun 2019?”

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah untuk mengetahui prediksi jumlah permintaan produksi dodol apel pada rumah produksi UMKM CV. Bagus Agriseta Mandiri dengan metode JST *backpropagation* menggunakan perangkat lunak *Matlab*.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah di atas, manfaat penelitian dirumuskan sebagai berikut:

1. Menunjukkan kaitan antara konsep matematika terutama mengenai peramalan menggunakan algoritma JST *backpropagation* dalam dunia industri.
2. Memberikan wawasan pengetahuan dan pustaka serta menjadi salah satu bahan rujukan dan kajian bagi pembaca mengenai algoritma JST *backpropagation* yang diterapkan pada peramalan jumlah permintaan produksi dodol apel pada rumah produksi UMKM CV. Bagus Agrista Mandiri melalui perangkat lunak *Matlab* berdasarkan data historis yang telah ada.

1.5 Batasan Masalah

Agar mendekati sasaran penelitian sesuai yang diharapkan, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini hanya akan membahas mengenai algoritma JST *backpropagation* yang diterapkan pada jumlah penjualan produk.
2. Data yang digunakan adalah data dari hasil rata-rata penjualan dodol apel setiap bulan mulai tahun 2017-2019.
3. Objek penelitian jenis varian yang diproduksi yakni dodol buah apel.
4. Perangkat lunak yang digunakan untuk meramal jumlah penjualan produk adalah *Matlab*.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan proposal skripsi ini digunakan sistematika penulisan sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Bab ini menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II Kajian Pustaka

Bab ini merupakan bab yang berisikan konsep-konsep yang menjadi landasan pembahasan masalah yaitu metode algoritma JST *backpropagation* yang digunakan pada bidang peramalan dalam kegiatan perindustrian.

Bab III Metode Penelitian

Bab ini berisi mengenai pendekatan penelitian, sumber data, variabel penelitian dan analisis data.

Bab IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini menjelaskan mengenai pengolahan data dan analisis data yang sudah dikaji

Bab V Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Peramalan

Peramalan atau dikenal juga dengan *forecasting* pada dasarnya merupakan sebuah presumsi mengenai kejadian yang terjadi saat ini atau yang akan datang. Peramalan dilakukan utamanya untuk memenuhi keperluan menyusun perencanaan dan menentukan sebuah keputusan. Analisa peramalan atau prediksi penting dilakukan dalam sebuah pembelajaran sehingga penelitian akan mengeluarkan hasil yang tepat dan terarah. Oleh karenanya, diperlukan analisa yang baik menggunakan metode yang telah diuji sebelumnya sehingga keakuratan hasil dapat benar-benar bisa diperhitungkan (Siregar, 2017).

Peramalan biasa digunakan pada bidang perindustrian untuk meramal permintaan produksi di masa yang akan datang. Data historis atau data pada kejadian sebelumnya dapat digunakan sebagai alat bantu. Selanjutnya, data tersebut diproyeksikan ke masa depan menggunakan pendekatan matematis. Dalam menghitung peramalan, akan selalu diusahakan untuk meminimalkan kesalahan (*error*) yang dapat diukur menggunakan *mean square error*, *mean absolute error*, dan lain sebagainya (Subagyo, 1986).

2.2 Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan (*artificial neural network*) atau bisa disebut juga dengan JST merupakan metode kecerdasan dalam komputasi tingkat lanjut yang dapat menganalisis informasi secara kuantitas dengan pembelajaran dan pelatihan seperti halnya sistem kecerdasan pada manusia. JST merupakan satu dari metode

yang cocok digunakan untuk model hubungan unit yang kompleks karena JST termasuk non-linier, dapat memproses data paralel dengan jumlah unit yang besar serta bisa mentoleransi *error* yang terjadi (Wang, 2017).

Karakteristik dari JST hampir sama dengan jaringan syaraf pada biologi. Terdapat elemen perhitungan non-linier dasar yang diasumsikan sebagai neuron dan terorganisasi sebagai sebuah jaringan yang saling terhubung sehingga mirip dengan jaringan syaraf pada manusia. Metode ini terbentuk dengan tujuan mampu untuk menjadi pemecah permasalahan tertentu yang berhubungan dengan pengenalan pola ataupun klasifikasi yang dihasilkan dari proses pembelajaran, dan *backpropagation* merupakan salah satu model pembelajaran yang bisa diterapkan dalam JST (Puspitaningrum, 2006).

Terdapat dua konsep pada JST, yakni (Budiharto, 2014):

a. Konsep jaringan syaraf pada otak manusia

Otak manusia memiliki neuron yang fungsinya untuk memproses setiap informasi yang diterima oleh reseptor. Setiap neuron satu memiliki akson dan setidaknya satu dendrit. Setiap satu sel syaraf terhubung dengan satu sel syaraf lain. Impuls tersebar melalui sinapsis dan menghasilkan interaksi antara satu sel dan sel lainnya sehingga otak manusia akan bekerja untuk memberikan respon tertentu. Berikut bagian dari sel syaraf manusia:

1. Dendrit: menerima impuls/masukan dari sel syaraf lain melalui sinapsis.
2. Akson: mengirimkan impuls dari satu sel syaraf ke sel lainnya yang berakibat akhir memunculkan respon pada organ maupun otot.
3. Sinapsis: penghubung antar-neuron.

b. Proses yang terjadi pada otak

Dendrit mengirimkan impuls serta sinyal dari satu neuron ke neuron lain. Sinyal dan impuls tersebut berasal dari badan sel yang dikirimkan melalui akson. Impuls yang dikirim melalui sinapsis berasal dari cabang-cabang akson dari sel syaraf yang terhubung dengan dendrit dari sel syaraf lain. Selain sebagai penghubung antar-neuron, sinapsis juga disebut sebagai unit fungsional antara sel satu dengan lainnya. Misalkan ada serabut akson yang terhubung dengan dendrit melalui sinapsis, maka kuatnya sinapsis sebagai penghubung dapat menguat atau melemah tergantung seberapa besar perambatan (*propagation*) sinyal yang diterima. Begitu juga neuron lain akan menerima informasi atau impuls hanya jika memenuhi nilai tertentu (*threshold*/nilai ambang).

Berdasarkan dua konsep jaringan syaraf biologis di atas, maka dapat diketahui konsep dasar pada jaringan syaraf tiruan adalah sebagai berikut (Kusumadewi, 2004):

- a. Impuls/informasi/masukan (*input*) dikirim ke neuron dengan bobot tertentu, selanjutnya nilai bobot dari setiap informasi yang datang akan dijumlahkan menggunakan sebuah fungsi perambatan.
- b. Hasil dari penjumlahan nilai bobot tersebut akan dibandingkan dengan nilai ambang (*threshold*) melalui fungsi aktivasi setiap neuron. Ketika nilai informasi melewati nilai ambang tertentu, maka fungsi neuron akan diaktifkan dan neuron akan mengirim informasi sebagai keluaran melalui bobot-bobot keluarannya ke semua neuron yang berhubungan dengannya.

Namun jika nilai bobot tidak melewati nilai ambang tertentu, maka neuron tidak akan diaktifkan sehingga informasi tidak bisa tersebar ke neuron lain.

Beberapa hal berikut dapat menentukan karakteristik dari JST, yakni:

- a. Pola hubungan antara neuron satu dengan neuron lain (arsitektur jaringan)
- b. Bobot penghubung yang ditentukan oleh metode *training/learning/algorithm*
- c. Fungsi aktivasi untuk memberi batas pada keluaran.

Neuron merupakan unit yang memproses informasi, dimana neuron akan menjadi landasan dalam pengoperasian jaringan syaraf tiruan. Neuron memiliki tiga bagian pembentuk, yakni (Kristanto, 2004):

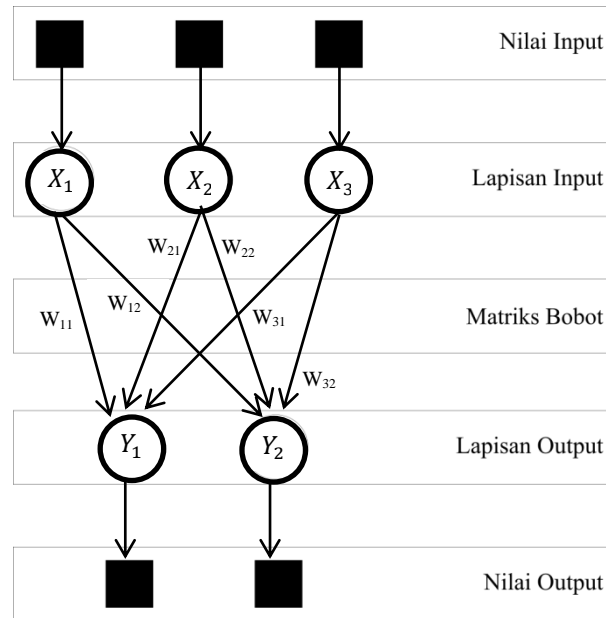
- a. Kumpulan dari setiap unit yang terhubung oleh jalur penghubung (sinapsis). Setiap sinapsis memiliki sebuah indeks tertentu untuk memutuskan masukan mana yang akan diproses menjadi keluaran.
- b. Unit penjumlahan (*summing unit*) yang akan menjumlahkan total masukan-masukan dari sinyal yang telah dikalikan dengan bobotnya.
- c. Fungsi aktivasi yang pada akhirnya akan memutuskan apakah sinyal dari masukan neuron akan dilanjutkan ke neuron yang lainnya ataukah tidak.

2.2.1 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Arsitektur jaringan pada JST merupakan gambaran susunan neuron yang ada dalam layar-layar beserta pola koneksinya. Ada dua jenis umum dari arsitektur JST, yakni layar tunggal (*single layer*) dan juga layar banyak (*multi layer*). Dalam menentukan banyaknya layar dalam suatu jaringan, layar masukan (*input layer*) tidak ikut dihitung sebagai layar karena pada unit masukan tidak terjadi proses perhitungan apapun.

Berikut merupakan arsitektur jaringan yang biasa digunakan dalam jaringan syaraf tiruan (Kusumadewi, 2004):

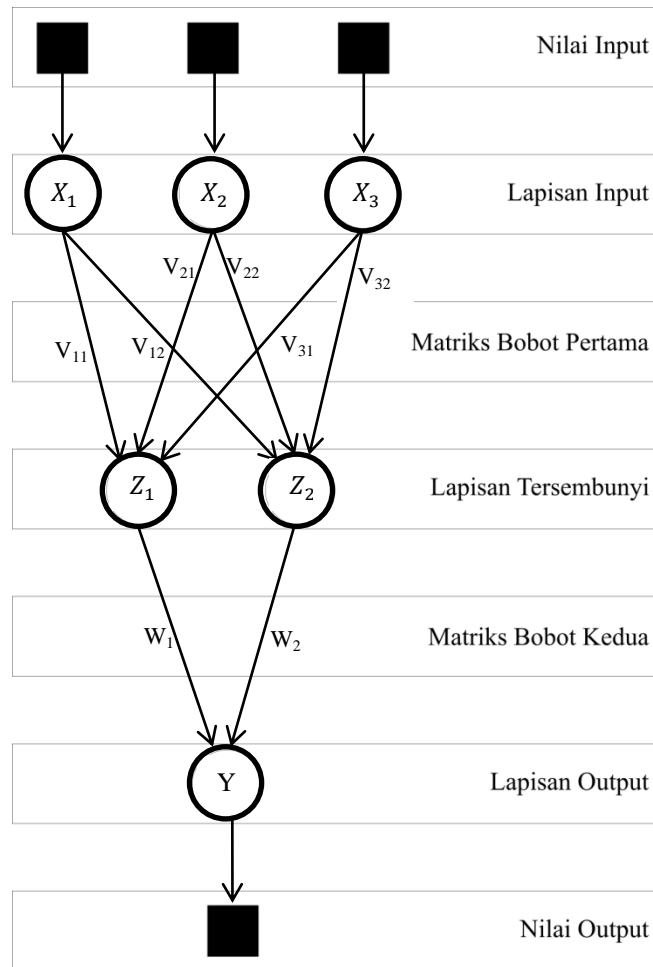
a. Jaringan syaraf layar tunggal (*single layer network*)



Gambar 2. 1 Jaringan syaraf layar tunggal (Hermawan, 2006)

Jaringan layar tunggal hanya memiliki satu layar yang terdapat bobot di setiap konektornya. Pada jaringan ini terdapat dua jenis layar, yakni layar masukan yang bertugas menerima sinyal dari luar dan layar keluaran (*output layer*) yang bertugas memberikan respon atau hasil dari jaringan. Bobot pada satu layar keluaran tidak saling berpengaruh dengan bobot pada layar keluaran yang lain. Tidak ada layar tersembunyi (*hidden layer*) yang harus dilewati, sehingga input yang diterima jaringan langsung diolah menjadi keluaran.

b. Jaringan syaraf layer banyak (*multiple layer network*)



Gambar 2. 2 Jaringan syaraf layer banyak (Hermawan, 2006)

Jaringan ini merupakan perluasan dari jaringan layer tunggal. Selain ada unit masukan dan keluaran, dalam jaringan ini akan ada juga unit-unit lain yang biasa disebut layer tersembunyi, dimana unit-unit dalam satu layarnya juga tidak saling berhubungan. Jaringan ini biasa digunakan untuk mencari solusi dari permasalahan yang lebih kompleks.

2.2.2 Fungsi Aktivasi

Fungsi aktivasi digunakan ketika ingin mendapatkan keluaran tertentu dari suatu neuron berdasar pada proses yang telah dilakukan

terhadap data masukan dengan tidak melebihi batasan sinyal pada keluaran. Dengan kata lain, fungsi aktivasi mencegah nilai keluaran menjadi sangat besar sehingga dapat melumpuhkan struktur JST sendiri (Siang, 2009).

Sebelumnya telah disampaikan bahwa JST memiliki operasi-operasi dasar. Operasi tersebut meliputi penjumlahan bobot sinyal masukan dan menghasilkan keluaran juga fungsi aktivasi. Maka fungsi aktivasi yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah fungsi aktivasi sigmoid biner. Fungsi tersebut dipilih karena memenuhi beberapa syarat yang bisa diterapkan dalam model JST *Backpropagation*.

Fungsi sigmoid biner dikatakan memenuhi syarat untuk JST *Backpropagation* karena fungsi tersebut kontinu dan terdiferensial dengan mudah serta fungsinya tidak menurun secara monotonis (*non-decreasing monotonically*). JST yang memerlukan nilai keluaran pada interval 0 sampai dengan 1 sering menggunakan fungsi sigmoid biner dikarenakan fungsi ini memiliki nilai pada range 0 sampai 1. Fungsi sigmoid biner didefinisikan sebagai berikut (Fausett, 1994):

$$y = f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad (2.1)$$

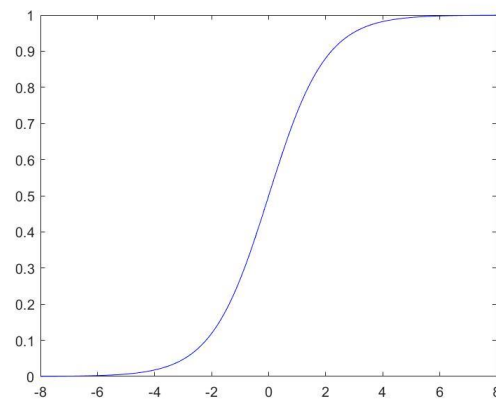
Dimana:

$f(x)$ = fungsi aktivasi

x = keluaran unit pada layer tersembunyi

Pemilihan fungsi aktivasi yang sesuai juga dibutuhkan untuk menunjukkan ketidak-linearitas pada jaringan layer tersembunyi karena hal tersebut memberikan gambaran hubungan non-linear antara masukan dan

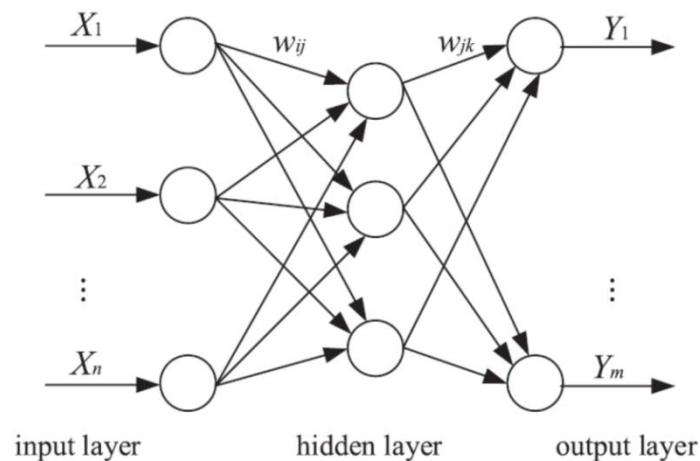
keluaran. Apabila tidak menggunakan fungsi aktivasi, maka meskipun jaringan memiliki banyak layer hanya akan memproses neuron seperti jaringan layer tunggal karena layer-layernya hanya menyajikan fungsi linear. Bagaimanapun, penggunaan fungsi aktivasi sigmoid biner juga dapat membatasi kemungkinan keluaran sehingga biasa akan muncul nilai yang tidak diinginkan (Chopra, 2019).



Gambar 2.3 Fungsi aktivasi sigmoid biner (Fausett, 1994)

2.3 *Backpropagation*

Backpropagation atau propagasi balik adalah algoritma pembelajaran yang digunakan pada jaringan dengan layer banyak untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan neuron yang ada pada layer tersembunyi. Setiap unit yang ada dalam layer masukan terhubung pada layer tersembunyi dan selanjutnya terhubung juga dengan setiap unit yang ada pada layer keluaran. Untuk mengubah nilai bobot dalam arah mundur pada algoritma *backpropagation*, maka digunakan hitungan *error* keluaran. *Error* tersebut didapatkan setelah dilakukan fase *forward propagation* (propagasi maju). Pada masa propagasi maju, fungsi aktivasi sigmoid akan berperan untuk mengaktifkan neuron sehingga dapat menurunkan gradien dan meminimalkan penjumlahan *error* kuadrat pada keluaran JST (Puspitaningrum, 2006).



Gambar 2. 4 Jaringan syaraf tiruan *backpropagation* (Sun, 2020)

Apabila nilai keluarannya mencapai *error* tertentu maka nilai tersebut diterima, sebaliknya jika nilai keluaran melebihi *error*, maka unit neuron akan dikembalikan kepada layar masukan untuk diproses kembali pada nilai bobot dan biasnya. Perlu diperhatikan bahwa tidak ada hubungann antar-neuron pada layar yang sama. Proses ini akan terus berulang sampai semua kendala terpenuhi dan didapatkan nilai keluaran yang sesuai (Chopra, 2019).

2.3.1 Algoritma *Backpropagation*

Algoritma pelatihan *backpropagation* secara umum terdiri dari tiga tahap, yakni:

a. Propagasi maju

Pada tahap propagasi maju, sinyal masukan dipropagasikan ke layar tersembunyi dengan fungsi aktivasi yang telah ditentukan. Keluaran dari setiap unit layar tersembunyi tersebut selanjutnya dipropagasikan maju ke layar tersembunyi di atasnya menggunakan fungsi aktivasi yang telah ditentukan juga. Selanjutnya sistem akan berjalan sedemikian rupa secara terus-

menerus sampai menghasilkan keluaran jaringan. Keluaran jaringan selanjutnya akan dibandingkan dengan target yang akan dicapai. Selisih antara target dan keluaran merupakan sebuah kesalahan yang terjadi dalam proses. Apabila kesalahan lebih kecil dari batas maksimum kesalahan yang ditentukan, maka iterasi dihentikan. Tapi apabila kesalahan lebih besar dari batas maksimum kesalahan yang ditentukan, maka bobot setiap garis dalam jaringan akan diatur ulang untuk mengurangi kesalahan yang terjadi. Pada setiap layer, akan dilakukan penjumlahan berbobot dan penerapan fungsi sigmoid di setiap unit pengolah untuk menghitung keluarannya (Siang, 2009).

b. Propagasi mundur

Pada tahap ini dilakukan proses penghitungan *error* dan mengubah bobot pada semua interkoneksi. Pada semua unit pengolah akan dihitung *error*nya, dan pada semua sambungan akan diubah nilai bobotnya. Proses perhitungan dilakukan mundur, dimulai dari layer keluaran sampai pada layer masukan. Selanjutnya, hasil keluaran yang didapatkan pada propagasi maju akan dibandingkan dengan hasil keluaran yang diinginkan. Perbedaan dari hasil tersebut kemudian dijadikan dasar untuk menghitung *error* pada setiap layer di jaringan. Karena propagasinya mundur, maka menghitung *error* juga dilakukan dari layer keluaran terlebih dahulu, selanjutnya setiap bobot sambungan yang menuju layer keluaran disesuaikan. Setelah itu nilai *error*

pada layar tersembunyi dihitung sekaligus dengan perubahan bobot yang tertuju pada layar tersembunyi. Berikut proses terus berlanjut sampai pada layar masukan (Hermawan, 2006).

c. Perubahan bobot

Setelah faktor *error* dihitung, maka bobot semua garis akan dimodifikasi secara bersama-sama. Perubahan bobot suatu garis berdasar atas faktor *error* dari unit di layar atasnya. Penyesuaian bobot koneksi dilakukan untuk meminimalisir *error* yang terjadi (Kusumadewi, 2004).

Berikut adalah alur secara rinci dari algoritma *backpropagation* (Aini, 2019):

1. Inisiasi semua bobot bilangan acak kecil
2. Apabila kondisi berhenti belum terpenuhi, maka perlu dilakukan langkah 3-8
3. Setiap masukan menerima masukan sinyal x_i (neuron ke- i pada layar masukan) dan melanjutkan ke layar tersembunyi
4. Menjumlahkan semua sinyal masukan yang memiliki bobot di unit tersembunyi
5. Setiap keluaran menjumlahkan bobot neuron masukan
6. Setiap unit keluaran menghitung *error* pada setiap layar
7. Setiap layar tersembunyi menjumlahkan nilai dari layar masukan dari unit-unit yang berada di layar atasnya
8. Setiap keluaran menghitung bobot pembaruan dan bias
9. Berhenti ketika kondisi terpenuhi

a. Propagasi Maju

Terdapat langkah 3 sampai langkah 5 dalam tahap propagasi maju, setiap unit masukan ($x_i, i = 1, \dots, n$) menerima sinyal dan melanjutkannya ke layar tersembunyi. Saat di langkah ke 4, setiap unit tersembunyi ($Z_j, j = 1, \dots, p$) menjumlahkan berat dari sinyal masukan dengan persamaan berikut:

$$z_in_{jk} = v_{0j} + \sum_{n=1}^i x_i v_{ij} \quad (2.2)$$

Dengan:

z = neuron pada layar tersembunyi

v_{0j} = neuron masukan dengan berat bias dari unit x_i ke unit z_j

x_i = neuron ke- i pada layar masukan

v_{ij} = nilai bobot dari neuron masukan ke neuron tersembunyi

Selanjutnya, dihitung menggunakan fungsi aktivasi yang digunakan:

$$z_j = f(z_in_j) \quad (2.3)$$

Dengan:

z_j = unit j pada layar tersembunyi

z_in_j = keluaran unit z_j

Karena fungsi aktivasi yang digunakan adalah sigmoid biner, maka:

$$y = f(x) = \frac{1}{1+e^{-z_in_j}} \quad (2.4)$$

Langkah selanjutnya adalah mengirim semua neuron kepada layar keluaran, dimana pada langkah 5, setiap keluaran y_k , ($k = 1, \dots, m$) menjumlahkan bobot neuron masukan menggunakan persamaan:

$$y_in_k = w_{0k} + \sum_{j=1}^p z_j w_{jk} \quad (2.5)$$

Dengan:

y_in_k = unit keluaran dari y_k

w_{0k} = bobot bias dari neuron tersembunyi k

z_j = unit j pada layar tersembunyi

w_{jk} = nilai bobot dari neuron tersembunyi ke neuron keluaran

Langkah terakhir dari propagasi maju yaitu mengaplikasikan fungsi aktivasi kembali:

$$y_k = f(y_in_k) \quad (2.6)$$

Dengan:

y_k = unit k pada layar keluaran

y_in_k = keluaran unit y_k

b. Propagasi Mundur

Pada propagasi mundur terdapat langkah 6 sampai pada langkah 7. Langkah 6 dilakukan saat setiap unit keluaran y_k , ($k = 1, \dots, m$) menerima pola target yang sesuai dengan pola masukan saat pelatihan dan menghitung *error*nya pada setiap layar dengan persamaan:

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_in_k) \quad (2.7)$$

Dikarenakan $f'(y_in_k) = y_k$ menggunakan fungsi sigmoid, maka:

$$f'(y_in_k) = f(y_in_k)(1 - f(y_in_k)) = y_k(1 - y_k) \quad (2.8)$$

Dengan:

δ_k = faktor pengendalian bobot pada w_{jk}

t = target keluaran

y_k = neuron keluaran k

(y_{in_k}) = unit keluaran y_k

Selanjutnya, faktor pengendalian bobot dan bias dihitung menggunakan persamaan berikut (untuk mengoreksi w_{jk}) :

$$\Delta w_{jk} = a\delta_k x_j \quad (2.9)$$

$$\Delta w_{0k} = a\delta_k \quad (2.10)$$

Dengan:

Δw_{jk} = selisih bobot antara $w_{jk}(t)$ dan $w_{jk}(t + 1)$

Δw_{0k} = selisih bobot bias pada neuron tersembunyi k

a = konstanta laju pelatihan (learning rate) $0 < a < 1$

δ_k = faktor pengendalian bobot pada w_{jk}

x = masukan

Pada langkah 7, setiap layar tersembunyi z_j , ($j = 1, \dots, p$) menjumlahkan nilai layar masukan (a) dari unit-unit yang ada pada layar atasnya menggunakan persamaan:

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k W_{jk} \quad (2.11)$$

Dengan:

δ_{in_j} = unit keluaran δ_j

δ_k = faktor pengendalian bobot pada w_{jk}

w_{jk} = nilai bobot dari neuron tersembunyi ke neuron keluaran

Pada langkah selanjutnya, penghitungan *error* di setiap layer telah dilakukan menggunakan persamaan:

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(x_{in_j}) \quad (2.12)$$

Dengan:

δ_j = faktor pengendalian bobot pada v_{ij}

δ = faktor pengendalian

x = masukan

Ketika menghitung faktor pengendalian bobot dan bias selesai dilakukan, maka selanjutnya untuk memperbarui v_{ij} :

$$\Delta v_{ij} = a \delta_j x_i \quad (2.13)$$

Dengan:

Δv_{ij} = selisih antara $v_{ij}(t)$ dan $v_{ij}(t + 1)$

a = konstanta laju pelatihan (*learning rate*) $0 < a < 1$

δ_j = faktor pengendalian bobot pada v_{ij}

x_i = neuron masukan i

c. Memperbarui Bobot dan Bias

Langkah selanjutnya adalah langkah 8 dimana setiap keluaran $y_k, k = 1, \dots, m$ menghitung perubahan bobot dan bias penimbangannya ($j = 0, 1, \dots, p$) menggunakan persamaan:

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk} \quad (2.14)$$

Dengan:

w_{jk} = nilai bobot dari neuron tersembunyi ke neuron keluaran

Δw_{jk} = selisih bobot antara $w_{jk}(t)$ dan $w_{jk}(t + 1)$

Setiap layar tersembunyi $z_j, j = 1, \dots, p$ menghitung perubahan bobot dan bias ($i = 0, 1, \dots, p$) menggunakan persamaan:

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \quad (2.15)$$

Dengan:

v_{ij} = nilai bobot dari neuron masukan ke neuron tersembunyi

Δv_{ij} = selisih antara $v_{ij}(t)$ dengan $v_{ij}(t + 1)$

2.4 Pengujian *K-Fold Cross Validation*

Data keluaran yang sudah didapatkan dari hasil metode *backpropagation* akan diuji keakuratannya menggunakan *K-fold cross validation*. *K-fold cross validation* merupakan sebuah teknik pengujian yang membagi data set menjadi sebanyak K bagian. Selanjutnya, percobaan akan dilakukan sesuai dengan banyaknya K bagian. Data sejumlah K dijadikan data pengujian, lalu sisanya akan dijadikan sebagai data pelatihan. Satu buah K akan menghasilkan satu nilai akurasi, maka untuk menghitung nilai akurasi total akan didapatkan dari nilai rata-rata akurasi keseluruhan K (Putri, 2018).

2.5 Produksi

Produksi adalah sebuah aktivitas yang menimbulkan manfaat berupa bentuk, waktu, tempat, atau gabungan dari ketiganya. Sedangkan, perencanaan produksi merupakan rencana mengenai produk berupa apa, berapa jumlahnya dan dalam periode berapa lama. Apa yang ada dalam perencanaan produksi periode ini belum tentu akan termasuk dalam periode waktu yang akan datang (Ahyari, 1994).

Kegiatan produksi yang dilakukan oleh produsen bertujuan untuk mendapatkan profit maksimum. Teori produksi menjelaskan bahwa pelaku

produksi (produsen) harus mampu mengoptimalkan efisiensi produksinya. Proses produksi berawal dari *input* dan berakhir dengan *output*. Namun diantara keduanya, ada tahapan-tahapan produksi (*stages of production*) lain, yakni cara mendapatkan input, proses produksi, dan sistem imbalan (Rosyidi, 2014).

Berdasarkan kelima tahapan produksi yang telah disebutkan, maka dipilih proses produksi sebagai topik utama yang akan dibahas lebih dalam pada penelitian ini. Proses peramalan terwujud dalam penentuan keputusan dalam proses produksi yang akan ditempuh untuk mencapai tujuan dari proses produksi sendiri, yakni pada sistem imbalan. Sistem imbalan berarti bahwa produsen harus mendapatkan keuntungan yang sebesar-besarnya dengan biaya produksi yang seminimal mungkin.

2.6 Larangan Berlaku Boros dalam Islam

Setiap larangan dalam ajaran Islam, diiringi dengan perintah atau kewajiban yang patut dipenuhi oleh umat Islam. Kewajiban umat Islam dalam membelanjakan harta dan memenuhi kebutuhan pribadi dengan memerangi rasa kikir dan bakhil beriringan dengan larangan membelanjakan harta dengan cara berlebih-lebihan atau disebut *tabdzir*. Pemborosan yang paling sering ditemui adalah pemborosan dalam pembelian hal-hal yang tidak memiliki nilai guna. Sikap sederhana sebisa mungkin ditekankan karena dalam Islam mengenal adanya hari perhitungan, dimana harta yang dibelanjakan akan dipertanggungjawabkan kelak.

Kata *tabdzir* secara etimologi memiliki arti sebuah perbuatan yang sifatnya pemborosan, sia-sia, dan tidak berguna. Kamus *al-Munawwir* menuliskan

(الاسراف) atau (تَبذِيرًا) sebagai bahasa arab dari kata boros. Al-Qur'an sendiri membahas mengenai makna *mubazir* dalam Q.S. Al-Isra' ayat 26-27.

وَعَاءَاتٍ ذَا الْقُرْبَىٰ حَقَّهُ وَالْمِسْكِينَ وَابْنَ السَّبِيلِ وَلَا تُبَذِّرْ تَبْذِيرًا ﴿٢٦﴾ إِنَّ الْمُبَذِّرِينَ كَانُوا إِخْوَانَ الشَّيْطَانِ طَوَّافِينَ ﴿٢٧﴾
 الشَّيْطَانُ لِرَبِّهِ كَفُورًا ﴿٢٧﴾

“Dan berikanlah kepada keluarga-keluarga yang dekat akan haknya, kepada orang yang dalam perjalanan, dan janganlah kamu menghambur-hamburkan hartamu secara boros. Sesungguhnya pemboros-pemboros itu adalah saudara-saudara syaitan dan syaitan itu adalah sangat ingkar terhadap Tuhannya.”

Tafsir Al-Azhar menerangkan bahwa menurut Imam Syafi’I, *mubazir* merupakan pembelanjaan harta pada hal-hal yang bukan jalannya. Menurut Imam Malik, *mubazir* artinya mengumpulkan harta dengan jalan yang baik namun membelanjakan harta dengan jalan yang kurang tepat. Menurut Ibnu Katsir, perbuatan yang dilakukan berlebihan memiliki kecenderungan mendekati perbuatan buruk, oleh sebab itu berbuat sesuatu harus dalam porsi yang secukupnya (Hamka, 1999).

Tafsir Al-Maraghi menjelaskan bahwa adanya perintah untuk membelanjakan harta dengan secukupnya, tidak kikir dan tidak pula berlebihan seperti yang disebutkan dalam Q.S. Al-Furqan ayat 67:

وَالَّذِينَ إِذَا أَنْفَقُوا لَمْ يُسْرِفُوا وَكَانَ بَيْنَ ذَلِكَ فَوَاقِمًا ﴿٦٧﴾

“Dan orang-orang yang apabila membelanjakan, mereka tidak berlebihan, dan tidak kikir, dan adalah di tengah-tengah antara yang demikian”

Yazid bin Abu Habib menyampaikan bahwa para sahabat Rasulullah SAW. tidak memakan makanan untuk bersenang-senang dan tidak berhias serta berpakaian untuk keindahan, namun sebaliknya mereka makan untuk menutupi kelaparan serta memperkuat ibadah kepada Allah dan berpakaian untuk menutupi aurat. Umar bin Abdul al Aziz berkata kepada putranya, Ashim “Wahai anakku,

makanlah setengah perutmu dan janganlah kamu membuang pakaianmu sebelum ia buruk” (Al-Maraghi, 1992).

Sikap *tabdzir* dapat dibatasi dengan mengenali keadaan diri sendiri, tahu seberapa besar kebutuhan sehingga tidak melakukan pengeluaran yang berlebihan. Membedakan kebutuhan dan keinginan juga merupakan salah satu langkah yang baik untuk menghindari keborosan dalam hal-hal yang kurang bermanfaat. Hal tersebut dapat menghindarkan manusia dari berhutang, karena konsep dasar *tabdzir* sendiri adalah berlaku cukup atau berada di tengah-tengah. Perbuatan boros tidak harus berhubungan dengan harta, bahkan terkadang manusia tidak sadar melakukannya dalam kegiatan sehari-hari. Sebagai contoh sederhana adalah membuang-buang air ketika berwudhu dan menghidupkan listrik di ruangan yang tidak digunakan (Soim, 2007).

Akibat dari *tabdzir* yang tersirat dalam Al-Qur’an antara lain adalah tidak terawatnya harta benda yang menjadikan sebuah kerusakan. Sebagai contohnya adalah membeli buah-buahan terlalu banyak, lalu menyimpannya dalam waktu lama dan menjadikannya rusak karena tidak dihabiskan. Akibat lain dari *tabdzir* adalah hidup dekat dengan rasa kekurangan. Uang akan terus dikeluarkan tanpa tujuan yang jelas sehingga tumbuh perilaku konsumtif. Hal tersebut membuat harta kehilangan kemaslahatannya baik untuk diri sendiri maupun untuk orang lain. Sebaliknya, usaha dalam menghindarkan diri dari perilaku *tabdzir* utamanya adalah berusaha untuk hidup secara sederhana dan pandai dalam bersyukur atas segala rezeki yang diberikan oleh Allah SWT (Soim, 2007).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Pendekatan deskriptif kuantitatif yang dimaksud adalah penelitian menggunakan data berupa angka dari data yang pernah ada sebelumnya, selanjutnya data tersebut dianalisis serta disusun untuk memenuhi kebutuhan penelitian.

3.2 Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data primer yang didapat dari jumlah penjualan bulanan dodol apel selama beberapa tahun terakhir mulai tahun 2017 hingga tahun 2019. Pengambilan data dilaksanakan pada Hari Selasa, 16 Maret 2021 di lokasi pabrik pembuatan dodol apel CV. Bagus Agriseta Mandiri Kota Batu, Jawa Timur.

3.3 Representasi Data Penelitian

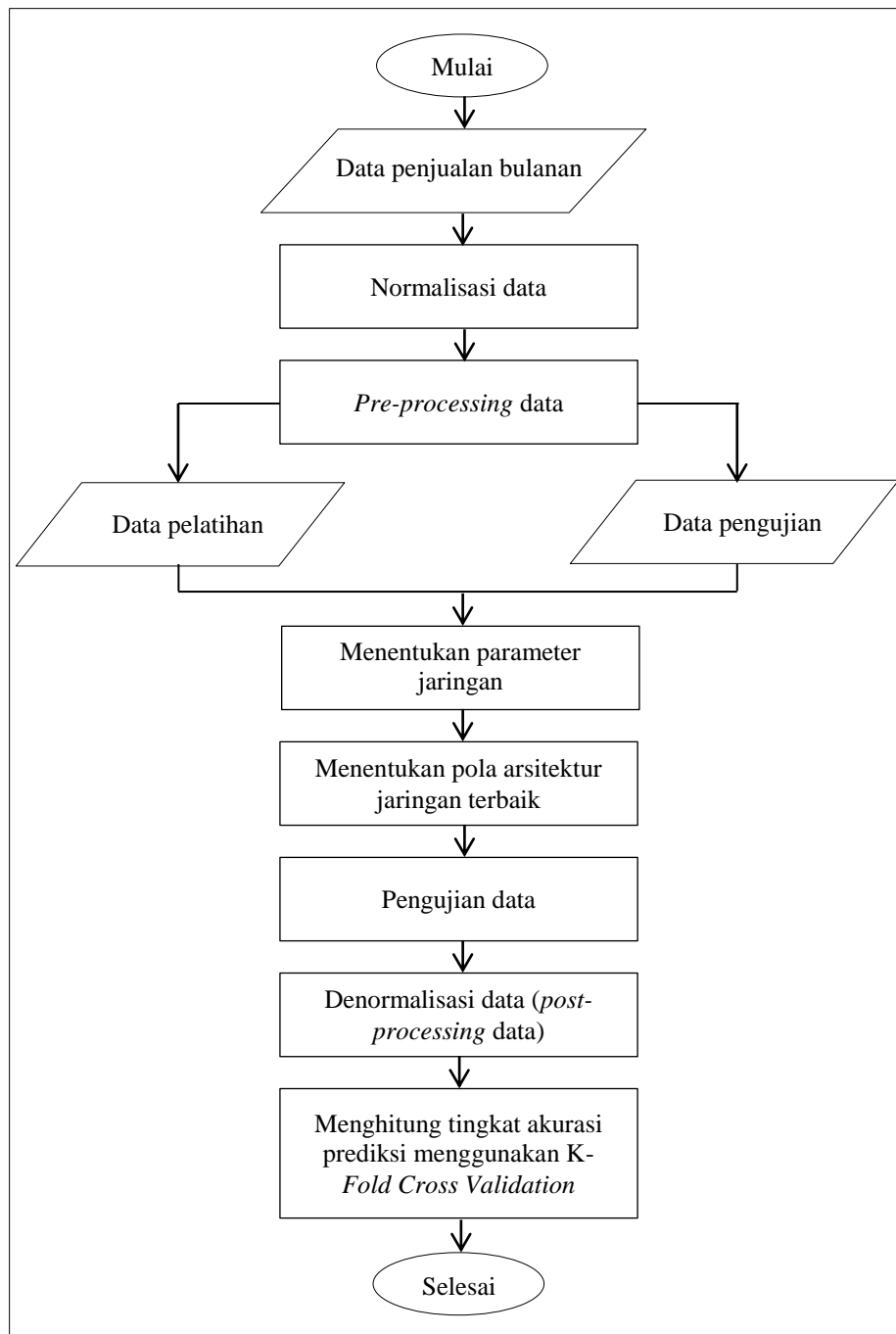
Analisis ini menggunakan aturan atau *rule* yang merepresentasikan data masukan, berikut adalah *rules* yang digunakan:

x_i = Jumlah penjualan produk pada bulan ke- i dalam satu tahun,

$i = (1, 2, 3, \dots, 12)$

Jumlah masukan ditentukan berdasarkan data penjualan bulanan pada setiap tahunnya mulai dari tahun 2017-2019 (bulan ke-1 sampai bulan ke-36) yang akan dimasukkan ke dalam sistem.

3.4 Metode Pengolahan Data



Gambar 3. 1 Flowchart

Berdasarkan pada gambar 3.1, metode pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini memiliki langkah-langkah sebagai berikut: (Nababan, 2019)

1. Mengumpulkan data
2. Fungsi aktivasi yang digunakan merupakan *sigmoid biner* (range 0 sampai 1), fungsi tersebut merupakan fungsi *asimtotik* (tidak pernah mencapai 0 maupun 1), maka normalisasi data dilakukan dengan mentransformasikan data pada interval yang lebih kecil, yakni [0.1;0.8] yang ditunjukkan dengan rumus: (Sutojo, 2011)

$$X' = \frac{0,8(x-a)}{b-a} + 0,1 \quad (3.1)$$

dimana:

X' = data hasil normalisasi

a = data minimum

b = data maksimum

x = data asli

3. *Pre-processing data*: Membagi data menjadi dua kelompok, yakni data pelatihan (*data training*) dan data pengujian (*data testing*). Selanjutnya menentukan data masukan dan data keluaran (data target).
4. Memanggil data pelatihan yang sudah ternormalisasi dari *file excel*, menentukan layar tersembunyi, keluaran, fungsi aktivasi dan algoritma pelatihan. Secara sistematis, proses ini dapat ditulis dengan:

$$y_in_k = \sum_{j=1}^p w_{jk} f[v_{oj} + \sum_{i=1}^i x_i v_{ij}] + w_{0k} \quad (3.2)$$

dengan:

y_in_k = unit keluaran

w_{jk} = nilai bobot dari neuron tersembunyi ke neuron keluaran

- v_{0j} = neuron masukan dengan berat bias dari unit x_i ke unit z_j
- x_i = neuron ke- i pada layar masukan
- v_{ij} = nilai bobot dari neuron masukan ke neuron tersembunyi
- w_{0k} = bobot bias dari neuron tersembunyi k

5. Menentukan parameter pelatihan yang digunakan:

- a. Melatih jaringan menggunakan fungsi kinerja MSE (*Mean Squared Error*):

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n} \quad (3.3)$$

dengan:

MSE = *Mean Squared Error*

n = jumlah data

Y_i = data yang didapatkan dari hasil pengamatan

\hat{Y}_i = data target

- b. Maksimum *epoch*. Iterasi akan berhenti apabila nilai *epoch* melebihi maksimum *epoch*. Nilai *default epoch* adalah 10, namun dalam penelitian ini akan digunakan nilai *epoch* sebesar 1000.
- c. Target *error* atau disebut *goal*. *Goal* disini menentukan batas nilai MSE yang akan dicapai agar iterasi diberhentikan. Pelatihan akan dilakukan sampai mendekati nilai target. Nilai *default target error* adalah 0, dan dalam penelitian ini akan digunakan nilai *goal* 0,001.
- d. Momentum atau perubahan bobot baru berdasarkan bobot sebelumnya. Besar momentum antara 0 sampai 1, apabila momentum = 0, maka perubahan bobot hanya akan dipengaruhi gradiennya, apabila momentum = 1, maka perubahan bobot

nilainya sama dengan sebelumnya. Dalam penelitian ini, akan digunakan nilai momentum 0,95.

- e. *Show* untuk menampilkan frekuensi perubahan MSE dan memiliki nilai *default* 25, disini akan menggunakan 20 untuk nilai show.
- f. *Learning rate* atau laju pembelajaran, yakni besarnya rasio dalam perubahan bobot dan bias yang terjadi dalam pelatihan jaringan, digunakan nilai 0,1 untuk *learning rate* dalam penelitian ini.

Parameter yang digunakan tidak memiliki nilai yang pasti untuk mendapatkan *error* terkecil. Oleh karena itu, harus dilakukan beberapa kali percobaan rancangan dalam pelatihan data sehingga nilai *error* terkecil dapat ditemukan.

6. Selanjutnya data latih diproses sehingga menghasilkan data hasil pelatihan dan arsitektur jaringan terbaik dengan nilai MSE terkecil untuk kemudian digunakan pada data uji. Arsitektur jaringan terdiri dari tiga bagian, yakni jumlah neuron pada layar masukan, jumlah neuron pada layar tersembunyi dan jumlah neuron pada keluaran. Data latih dilakukan juga untuk mencari bobot keluaran terbaik yang nantinya akan dipakai sebagai bobot perhitungan data uji. Hasil pelatihan antara lain akan menampilkan
 - a. Nilai bobot antara layar masukan dan layar tersembunyi (bobot layar tersembunyi)
 - b. Nilai bobot antara layar tersembunyi dan layar keluaran (bobot layar keluaran)
 - c. Nilai bias antara layar masukan dan layar tersembunyi (bias layar tersembunyi)

- d. Nilai bias antara layar tersembunyi dan layar keluaran (bias layar keluaran)
- e. Jumlah iterasi atau perulangan dalam melakukan perhitungan
- f. Nilai keluaran (Y)
- g. Nilai *error* (E)
- h. *Error* MSE (target *error*) dengan:

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n} \quad (3.4)$$

dengan:

MSE = Mean Squared Error

n = jumlah data

Y_i = data yang didapatkan dari hasil pengamatan

\hat{Y}_i = data target

7. Perhitungan dalam pengujian data dan pelatihan data menggunakan cara yang berbeda, dimana parameter yang digunakan dalam pelatihan data masih dapat diubah, sedangkan parameter yang digunakan dalam pengujian data menggunakan bobot keluaran yang didapatkan dari hasil pelatihan data. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *error* yang terjadi pada hasil pengujian data.
8. Denormalisasi data dilakukan agar bentuk data hasil uji kembali serupa dengan data asli sehingga keduanya dapat dibandingkan. Rumus denormalisasi data adalah sebagai berikut:

$$x = \frac{(x' - 0,1)(b - a)}{0,8} + a \quad (3.5)$$

9. Langkah terakhir, yakni menghitung tingkat akurasi prediksi menggunakan *K-Fold Cross Validation*. Penelitian ini akan menggunakan

K-3 dikarenakan data awal yang digunakan dalam peramalan adalah 33,33% untuk data pengujian dan 66,66% untuk data pelatihan. Data set akan dibagi menjadi 3, selanjutnya tiap *fold* ada 12 data pengujian dan sisanya adalah data pelatihan. Satu kotak berikut merepresentasikan 12 bulan data. Kotak berwarna biru merupakan data pengujian, dan kotak berwarna kuning merupakan data pelatihan. Rata-rata akurasi dari masing-masing K akan menghasilkan total akurasi prediksi yang dijalankan menggunakan metode *JST backpropagation*. Sebelum mendapatkan nilai akurasi, tiap-tiap *fold* akan dicari nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) terlebih dahulu. Berikut rumus MAPE: (Rinjani, 2019)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{x-y}{y} \right| \times 100\% \quad (3.6)$$

dengan:

MAPE = *Mean Absolute Percentage Error*

n = jumlah data

x = data asli hasil pengujian

y = data peramalan hasil pengujian

Nilai MAPE juga memiliki kriteria sebagai berikut: (Rinjani, 2019)

- a. $MAPE < 10\%$: kemampuan peramalan sangat baik
- b. $10\% \leq MAPE < 20\%$: kemampuan peramalan baik
- c. $20\% \leq MAPE < 50\%$: kemampuan peramalan cukup
- d. $MAPE \geq 50\%$: kemampuan peramalan buruk

Setelah ditemukan nilai MAPE, untuk mendapatkan akurasinya maka digunakan rumus:

$$Akurasi = 100 - MAPE \quad (3.7)$$

Tabel 3. 1 K-fold Cross Validation

		12 Data Tahun 2017	12 Data Tahun 2018	12 Data Tahun 2019
K1	Latih			
	Uji			
K2	Latih			
	Uji			
K3	Latih			
	Uji			

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Data primer didapatkan dari data penjualan bulanan Dodol Apel oleh CV. Bagus Agriseta Mandiri Kota Batu mulai tahun 2017 sampai dengan tahun 2019. Data penjualan terdapat pada Tabel 4.1 (Lampiran 1).

Tabel 4. 1 Data Penjualan Bulanan Dodol Apel

No	Tahun	Bulan ke-					
		1	2	.	.	11	12
1	2017	11517	10874	.	.	9006	6721
2	2018	14335	9917	.	.	9166	13590
3	2019	12632	5695	.	.	11489	13618

4.2 Normalisasi Data

Normalisasi data dilakukan dengan tujuan agar fungsi aktivasi *sigmoid biner* dapat diaktifkan dan agar nilai masukan memiliki rentang nilai mulai dari nol sampai dengan satu. Data penjualan yang sudah dinormalisasi terdapat pada Tabel 4.2 (Lampiran 1).

Tabel 4. 2 Normalisasi Data

No	Tahun	Bulan ke-					
		1	2	.	.	11	12
1	2017	0.7427	0.7069	.	.	0.6026	0.4751
2	2018	0.9000	0.6534	.	.	0.6115	0.8584
3	2019	0.8050	0.4178	.	.	0.7412	0.8600

4.3 *Pre-processing Data*

Data yang terdapat pada penelitian ini merupakan data penjualan bulanan dari dodol apel yang totalnya berjumlah 36 data, selanjutnya data tersebut dibagi menjadi data pelatihan (*data training*) dan data pengujian (*data testing*). Data yang digunakan untuk proses pelatihan sejumlah 24 data, dan 12 data lainnya digunakan untuk pengujian. Jumlah data yang digunakan untuk pelatihan dalam JST *backpropagation* lebih banyak daripada data yang dilakukan untuk pengujian karena model yang diperlukan diharapkan memiliki hasil seoptimal mungkin. Hasil pembagian pelatihan data dan pengujian data serta ketentuan data dan target terdapat pada Tabel 4.3 (Lampiran 2) dan Tabel 4.4 (Lampiran 3).

Tabel 4. 3 Data Latih

Data Latih (<i>Data Training</i>)							
Pola	x₁	x₂	.	.	x₁₁	x₁₂	Target
1	0.7427	0.7069	.	.	0.6026	0.4751	0.9000
2	0.7069	0.1000	.	.	0.4751	0.9000	0.6534
3	0.1000	0.6766	.	.	0.9000	0.6534	0.4795
4	0.6766	0.5301	.	.	0.6534	0.4795	0.4446
5	0.5301	0.4907	.	.	0.4795	0.4446	0.1000
6	0.4907	0.4679	.	.	0.4446	0.1000	0.4446
7	0.4679	0.6065	.	.	0.1000	0.4446	0.5491
8	0.6065	0.5824	.	.	0.4446	0.5491	0.3518
9	0.5824	0.5952	.	.	0.5491	0.3518	0.6906
10	0.5952	0.6026	.	.	0.3518	0.6906	0.6085
11	0.6026	0.4751	.	.	0.6906	0.6085	0.6115
12	0.4751	0.9000	.	.	0.6085	0.6115	0.8584

Tabel 4. 4 Data Uji

Data Uji (Data Testing)							
Pola	x_1	x_2	.	.	x_{11}	x_{12}	Target
1	0.9000	0.6534	.	.	0.6115	0.8584	0.8050
2	0.6534	0.4795	.	.	0.8584	0.8050	0.4178
3	0.4795	0.4446	.	.	0.8050	0.4178	0.1000
4	0.4446	0.1000	.	.	0.4178	0.1000	0.7557
5	0.1000	0.4446	.	.	0.1000	0.7557	0.5629
6	0.4446	0.5491	.	.	0.7557	0.5629	0.5199
7	0.5491	0.3518	.	.	0.5629	0.5199	0.7348
8	0.3518	0.6906	.	.	0.5199	0.7348	0.4974
9	0.6906	0.6085	.	.	0.7348	0.4974	0.6144
10	0.6085	0.6115	.	.	0.4974	0.6144	0.6205
11	0.6115	0.8584	.	.	0.6144	0.6205	0.7412
12	0.8584	0.8050	.	.	0.6205	0.7412	0.8600

4.4 Menentukan Arsitektur Jaringan

Arsitektur jaringan syaraf tiruan *backpropagation* yang digunakan dalam penelitian ini adalah 12 – 10 – 1, artinya ada 12 nilai masukan (12 bulan data penjualan dodol apel), 10 neuron pada layar tersembunyi dan 1 keluaran yakni data penjualan dodol apel pada tiap 1 bulan berikutnya.

4.5 Menentukan Parameter Pelatihan

Parameter pelatihan data ditentukan sebelum dilakukannya pelatihan data itu sendiri. Berikut adalah parameter untuk pelatihan data yang telah ditetapkan:

- a. Melatih jaringan menggunakan fungsi kinerja MSE
- b. Nilai epoch: 1000
- c. Target error: 0,001
- d. Nilai momentum: 0,95
- e. Show: 20

- f. Learning rate: 0,1

4.6 Pelatihan Data

Pelatihan data dilakukan untuk mencari bobot keluaran terbaik yang nantinya akan dipakai untuk bobot perhitungan pada pengujian data. Hasil pelatihan data adalah sebagai berikut:

- a. Nilai bobot antara layar masukan dan layar tersembunyi (bobot layar tersembunyi) terdapat pada Tabel 4.5 (Lampiran 4).

Tabel 4. 5 Bobot Layar Tersembunyi Pelatihan Data

$v[i,]$	$v[,j]$					
	1	2	.	.	11	12
1	-2.7432	3.0597	.	.	-0.0821	-1.6000
2	3.6922	3.6105	.	.	4.9904	0.7354
3	1.4700	-1.3203	.	.	-2.2949	1.0424
4	-3.9721	-1.9191	.	.	1.4819	2.8935
5	2.9802	0.1341	.	.	1.3023	3.9615
6	3.7381	-0.8039	.	.	0.5796	-3.0991
7	-0.3029	-0.3611	.	.	-0.2971	1.2835
8	3.5567	4.1998	.	.	0.6031	0.9358
9	-4.0153	0.9185	.	.	-0.6823	-0.2310
10	2.4599	3.3928	.	.	-3.1655	-1.1063

- b. Nilai bobot antara layar tersembunyi dan layar keluaran (bobot layar keluaran) terdapat pada Tabel 4.6 (Lampiran 4).

Tabel 4. 6 Bobot Layar Keluaran Pelatihan Data

$v[j,]$	$v[,k]$					
	1	2	.	.	9	10
1	0.2663	1.5814	.	.	-0.0302	-0.5538

- c. Nilai bias antara layar masukan dan layar tersembunyi (bias layar tersembunyi) terdapat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Bias Layar Tersembunyi Pelatihan

$w[0, j]$	$w[j]$
	1
0	13.5599
1	-13.1451
2	7.4549
3	5.9121
4	-8.7426
5	-3.3029
6	-3.5585
7	-11.1660
8	7.4737
9	6.3822

- d. Nilai bias antara layar tersembunyi dan layar keluaran (bias layar keluaran) terdapat pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Bias Layar Keluaran Pelatihan

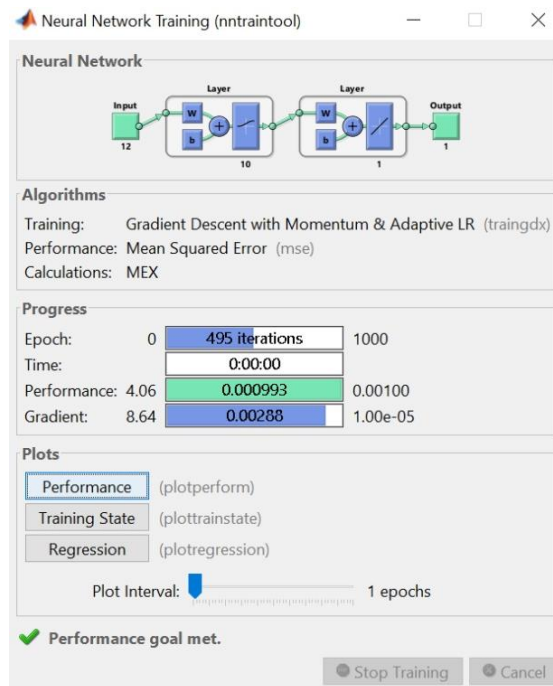
$w[j, k]$
0.2733

Gambar jaringan dari poin a sampai d dapat dilihat pada lampiran 5.

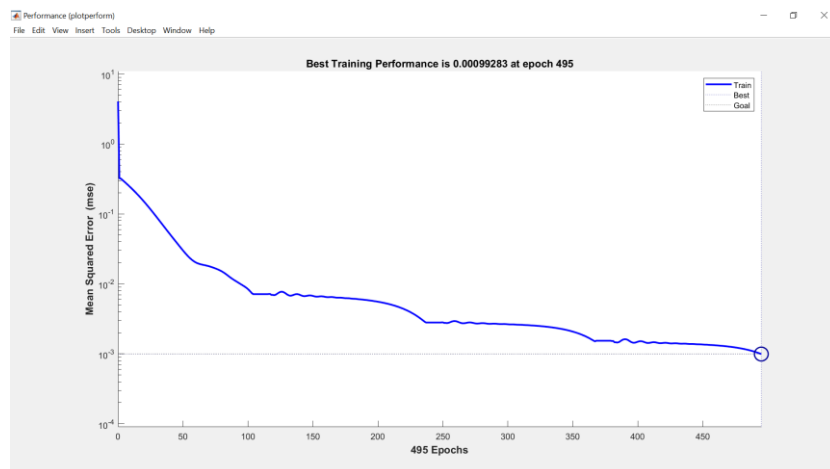
- e. Jumlah iterasi atau perulangan dalam melakukan perhitungan: 495.
 f. Nilai keluaran (Y) terdapat pada Tabel 4.10.
 g. Nilai *error* (E) atau target *error* terdapat pada Tabel 4.9 (Lampiran 6).

Tabel 4. 9 Nilai *error* (E)

x_1	x_2	.	.	x_{11}	x_{12}
0.0187	0.0134	.	.	-0.0203	-0.0284

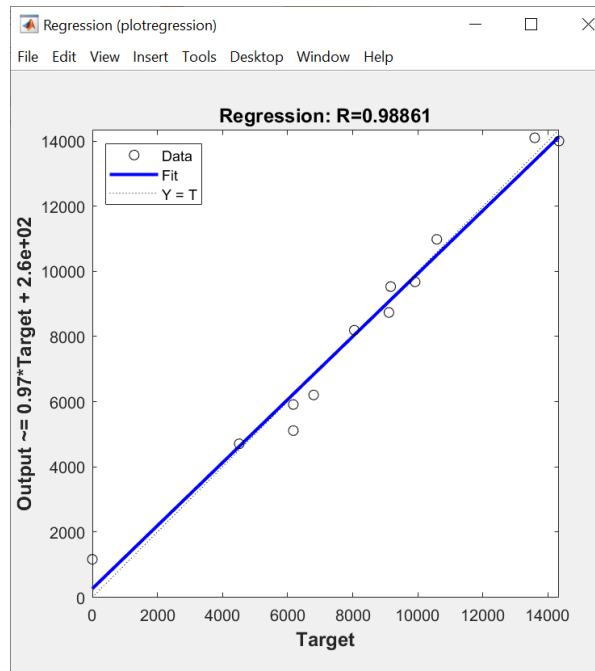
h. *Error MSE*

Gambar 4. 1 Proses Pelatihan Jaringan



Gambar 4. 2 Fungsi kinerja MSE

Setelah dilakukan pelatihan data, Gambar 4.2 menjelaskan bahwa *error goal (MSE)* dengan nilai 0,00099283 tercapai pada saat *epoch* ke-495. Selanjutnya Gambar 4.3 menjelaskan koefisien korelasi R yang memiliki nilai 0,98861, dimana hal tersebut menunjukkan bahwa data memiliki hubungan linier yang kuat karena nilai R mendekati 1.



Gambar 4. 3 Plot Regresi

Hasil keluaran dari pelatihan data yang tertera pada *software matlab* kemudian dijabarkan dalam Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Hasil Target Pelatihan Data

Nilai Keluaran (Y)	
Bulan	Nilai
Bulan ke-1	0.8813
Bulan ke-2	0.6400
Bulan ke-3	0.4464
Bulan ke-4	0.4300
Bulan ke-5	0.1649
Bulan ke-6	0.3853
Bulan ke-7	0.5572
Bulan ke-8	0.3627
Bulan ke-9	0.7129
Bulan ke-10	0.5876
Bulan ke-11	0.6319
Bulan ke-12	0.8868

Selanjutnya, hasil data latih tersebut didenormalisasi menggunakan persamaan 4.1 untuk kemudian dibandingkan dengan data target yang asli.

$$x = \frac{(X' - 0,1)(b - a)}{0,8} + a \quad (4.1)$$

dengan:

x = data asli

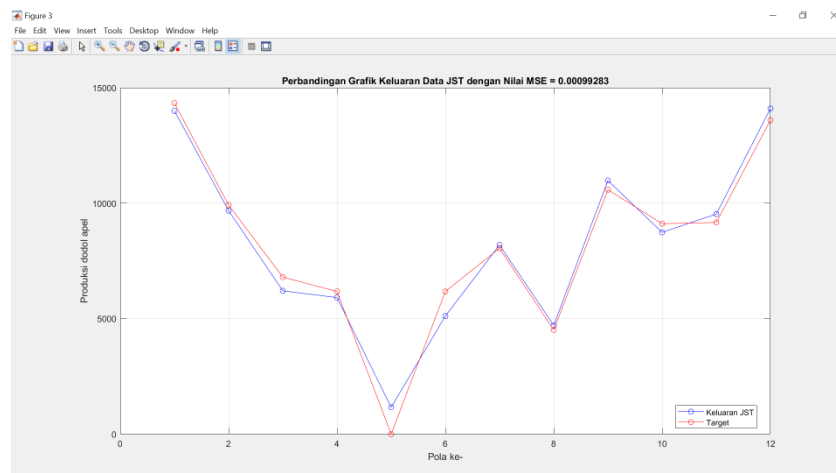
X' = data hasil normalisasi

a = data asli minimum

b = data asli maksimum

Tabel 4. 11 Denormalisasi Hasil Target Pelatihan Data

Nilai Keluaran (Y)	
Bulan	Nilai
Bulan ke-1	13999.2724
Bulan ke-2	9676.3054
Bulan ke-3	6206.7825
Bulan ke-4	5912.6608
Bulan ke-5	1163.4922
Bulan ke-6	5112.2983
Bulan ke-7	8192.1951
Bulan ke-8	4707.8015
Bulan ke-9	10982.8576
Bulan ke-10	8736.8992
Bulan ke-11	9530.5003
Bulan ke-12	14098.2796



Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Nilai Keluaran JST dan Data Target

Kemudian hasil dari keluaran JST dibandingkan nilainya dengan data asli target sehingga didapatkan grafik seperti di atas. Grafik tersebut menunjukkan bahwa keluaran dari data pelatihan JST memiliki hasil yang tidak jauh berbeda dengan data asli target. Oleh karena itu, pelatihan data dapat diteruskan untuk pengujian data.

4.7 Pengujian data

Pengujian data diproses berdasarkan bobot keluaran yang diperoleh dari pelatihan data. Hasil dari pengujian data adalah sebagai berikut:

- Nilai *error* (E) terdapat pada Tabel 4.12 (Lampiran 6)

Tabel 4. 12 Nilai *error* pada Hasil Pengujian Data

Nilai <i>error</i>				
0.251898162	0.210701159	.	0.121355165	-0.475511663

- MSE (*Mean Squared Error*)

Semakin kecil nilai MSE, maka model peramalan akan semakin baik.

Tabel 4. 13 Nilai MSE pada Hasil Pengujian Data

MSE
0.18075559

c. Hasil pengujian data

Hasil keluaran yang didapatkan setelah data diuji menggunakan JST *backpropagation* pada *software matlab* kemudian dijabarkan dalam Tabel 4.14.

Tabel 4. 14 Hasil Peramalan dari Pengujian Data

Hasil Peramalan	
Bulan	Nilai
Bulan ke-1	17145.700189
Bulan ke-2	9470.501400
Bulan ke-3	509.682307
Bulan ke-4	7075.602671
Bulan ke-5	5463.400874
Bulan ke-6	8824.806397
Bulan ke-7	10146.421680
Bulan ke-8	2579.899977
Bulan ke-9	24081.082703
Bulan ke-10	24693.022943
Bulan ke-11	13663.532863
Bulan ke-12	5097.425395

d. Target pengujian

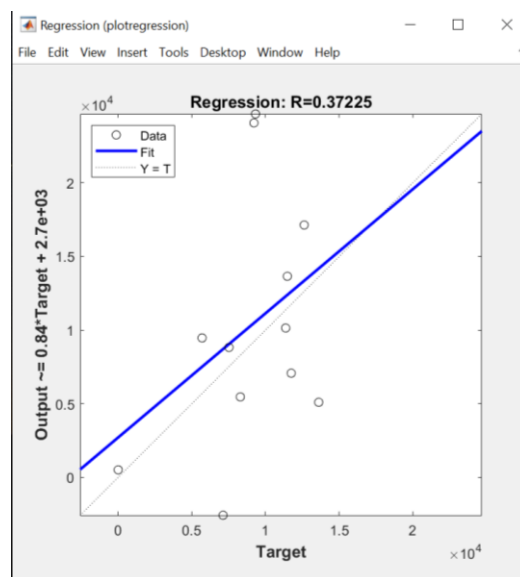
Tabel 4. 15 Data Target pada Pengujian Data

Bulan	Data Normalisasi	Data Asli (<i>Actual</i>)
Bulan ke-1	0.804959888	12632
Bulan ke-2	0.417823509	5695
Bulan ke-3	0.1	0
Bulan ke-4	0.755737705	11750

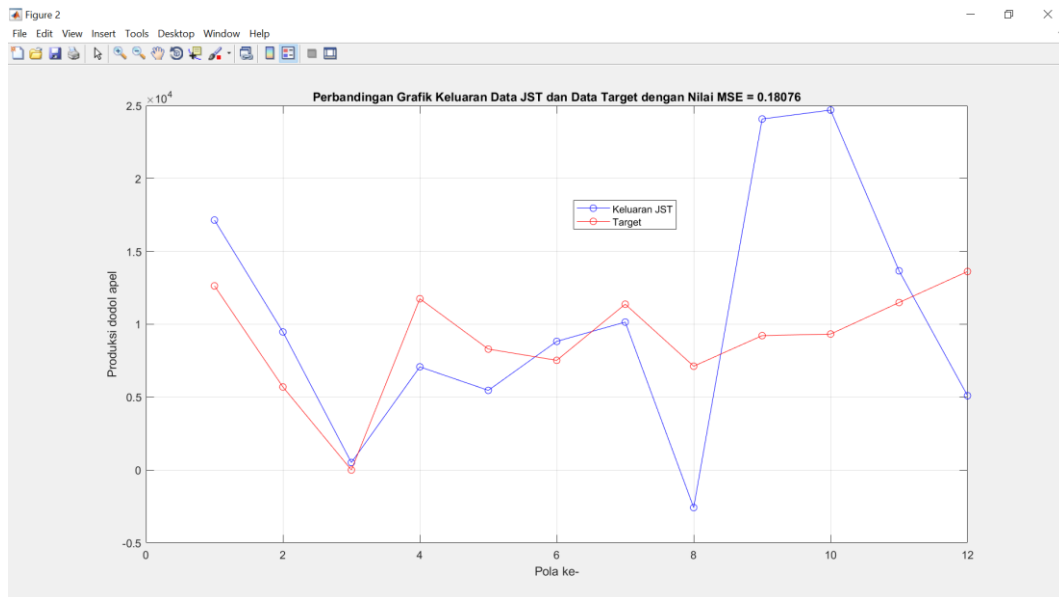
Lanjutan Tabel 4.15

Bulan	Data Normalisasi	Data Asli (<i>Actual</i>)
Bulan ke-5	0.562922916	8295
Bulan ke-6	0.519895361	7524
Bulan ke-7	0.734754098	11374
Bulan ke-8	0.497404953	7121
Bulan ke-9	0.614433205	9218
Bulan ke-10	0.620460412	9326
Bulan ke-11	0.741171957	11489
Bulan ke-12	0.859986048	13618

Gambar 4.5 menunjukkan koefisien korelasi R yang memiliki nilai 0,37225, dimana hal tersebut menerangkan bahwa data memiliki hubungan linier yang cukup atau layak.



Gambar 4. 5 Plot Regresi



Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Nilai Keluaran JST dan Data Target

Selanjutnya, hasil dari pengujian data menggunakan JST dibandingkan dengan data asli target sehingga didapatkan grafik seperti pada Gambar 4.6. Gambar 4.6 menunjukkan bahwa kedua titik memiliki posisi berbeda di setiap garis bulan, sehingga dapat dikatakan bahwa data hasil pengujian tidaklah sama dengan data target. Perbedaan nilai di setiap bulan tersebut dideskripsikan pada nilai error Tabel 4.12. Pada bulan tertentu khususnya bulan 8, 9 dan 10 terjadi perbedaan yang sangat signifikan antara hasil peramalan JST dan data target asli, ditunjukkan dengan jauhnya posisi titik biru dan merah pada bulan yang sama. Adanya perbedaan tersebut membuat sistem perlu dievaluasi lagi tingkat keakurasiannya menggunakan metode *K-Fold Cross Validation*.

4.8 K-Fold Cross Validation

Pembagian data latih dan data uji pada tahap *pre-processing data* adalah 33,33% data uji dan 66,66% data latih. Berdasarkan hal tersebut, maka ditentukan K sebanyak 3 *fold*, dimana masing-masing *fold* akan ada 36 data: 12 data uji dan

24 data latih. Data-data tersebut secara bergantian menjadi data uji dan data latih, selanjutnya dijalankan pada pengujian peramalan JST *backpropagation* dengan arsitektur jaringan yang telah digunakan pada pengujian utama yakni 12 – 10 – 1, artinya ada 12 nilai masukan (12 bulan data penjualan dodol apel), 10 neuron pada layar tersembunyi dan 1 keluaran yakni data penjualan dodol apel pada tiap 1 bulan berikutnya. Perinciannya ada pada Tabel 4.16 (Lampiran 7).

Tabel 4. 16 Hasil dari Proses K-fold Cross Validation (12 – 10 – 1)

<i>fold</i>		12 Data Tahun 2017	12 Data Tahun 2018	12 Data Tahun 2019	MAPE	Akurasi
K1	Latih				52.361%	47.639%
	Uji					
K2	Latih				68.716%	31.284%
	Uji					
K3	Latih				20.161%	79.839%
	Uji					
Rata-Rata					47.079%	52.921%

Hasil penghitungan MAPE dan akurasi dari setiap *fold* dirata-rata untuk mencari nilai akurasi keseluruhan. Berdasarkan Tabel 4.16, rata-rata total MAPE dari arsitektur jaringan yang digunakan untuk peramalan JST *backpropagation* ini adalah 47.079% dan nilai akurasi sistemnya adalah 52.921%. Menurut Rinjani (2019), MAPE dengan rentang nilai antara 20% sampai 50% menunjukkan arsitektur jaringan yang digunakan dalam peramalan termasuk dalam kategori cukup atau layak.

Sebagai perbandingan pula, telah dicari nilai akurasi peramalan oleh *fold* yang sama namun menggunakan pengujian peramalan JST *backpropagation* dengan arsitektur yang berbeda yakni 6 – 8 – 1, artinya ada 6 nilai masukan (6 bulan data penjualan dodol apel), 8 neuron pada layar tersembunyi dan 1 keluaran

yakni data penjualan dodol apel pada tiap 1 bulan berikutnya. Perinciannya ada pada Tabel 4.17 (Lampiran 8).

Tabel 4. 17 Hasil dari Proses K-fold Cross Validation (6 – 8 – 1)

fold		Bulan						MAPE	Akurasi
		1-6	7-12	13-18	19-24	25-30	31 - 36		
K1	Latih							30.61%	69.39%
	Uji								
K2	Latih							23.25%	76.75%
	Uji								
K3	Latih							26.37%	73.63%
	Uji								
Rata-Rata								26.74%	73.18%

Berdasarkan Tabel 4.17, rata-rata total MAPE dari arsitektur jaringan yang digunakan untuk peramalan JST *backpropagation* ini adalah 26.74% dan nilai akurasi sistemnya adalah 73.18%. Menurut Rinjani (2019) hasil MAPE pada rentang nilai antara 20% sampai 50% menunjukkan bahwa arsitektur jaringan yang digunakan dalam peramalan termasuk dalam kategori cukup atau layak.

4.9 Implementasi JST *Backpropagation* dalam Pandangan Islam

Peramalan menggunakan JST *Backpropagation* merupakan salah satu bentuk pencegahan perilaku *tabdzir* yang berarti boros atau berlebih-lebihan, khususnya dalam bidang produksi pada perindustrian. Al-Qur'an telah membahas mengenai makna *mubazir* dalam Q.S. Al-Isra' ayat 26-27. Agama Islam menganjurkan untuk menghindari diri dari perilaku boros atau berlebihan sebagaimana yang tertuang dalam Q.S. Al-A'raf ayat 31. Ayat tersebut menyatakan bahwa Allah menghendaki hambanya yang berlaku seimbang atau berada di tengah-tengah. Berlaku seimbang dalam berbagai hal berarti tidak melakukan pemborosan atau berlebih-lebihan sehingga menimbulkan kerugian. Surah lain mengenai anjuran untuk tidak boros adalah pada Q.S. Al-An'am ayat

141. Menurut *Tafsir Al-Azhar*, perilaku boros yang tertuang dalam surah tersebut menceritakan mengenai umat yang menghabiskan hasil panen secara langsung sekaligus tanpa menyimpan untuk kebutuhan hari esok (Hamka, 1999).

Anjuran menghindarkan diri dari perilaku *tabdzir* baiknya diterapkan dalam kegiatan produksi di dunia industri agar produsen dapat meminimalkan jumlah kerugian yang kemungkinan akan terjadi. Pada penelitian ini, perilaku *tabdzir* dikaitkan dengan istilah *overproduction* atau kelebihan produksi yang menyebabkan produk makanan basah akan membusuk ketika tidak habis terjual dalam periode tertentu. Berdasarkan hal tersebut, kelebihan produksi dodol apel bisa dikategorikan dalam perilaku *tabdzir*. *Tabdzir* dapat dihindari dengan berbagai upaya seperti: Manajemen Tempat Kerja , *Just In Time strategy* (meningkatkan kualitas, mengurangi inventori), dan *Process-Focused-Information* yang termasuk didalamnya adalah peramalan jumlah produksi (Walenna, 2018).

Peramalan jumlah produk dodol apel terjual di masa mendatang dapat diimplementasikan menggunakan metode *JST Backpropagation*. Hasil penelitian menunjukkan perkiraan penjualan bulanan yang akan terjadi di satu tahun kedepannya. Data tersebut dapat menjadi acuan oleh pihak produsen agar terhindar dari *overproduction* atau kelebihan produksi, sehingga pihak produsen hanya akan memproduksi dodol apel sesuai dengan permintaan pasar yang telah diramalkan atau diperkirakan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai JST *Backpropagation* dalam memprediksi penjualan bulanan Dodol Apel di masa yang akan datang dapat disimpulkan bahwa model jaringan 12 – 10 – 1 menghasilkan nilai MSE sebesar 0.18075559 dan nilai MAPE sebesar 20.161% dengan akurasi 79.839% dengan kemampuan peramalan berada pada kategori cukup atau layak. Perhitungan validasi jaringan keseluruhan menggunakan metode *K-fold cross validation* dengan $K = 3$ menunjukkan bahwa model jaringan untuk peramalan memiliki nilai MAPE rata-rata sebesar 47.079% dan nilai akurasi rata-rata sebesar 52.921%. Nilai MAPE berada diantara 20% dan 50%, maka model peramalan yang digunakan berada pada kategori cukup atau layak. Sebagai perbandingan, telah dilakukan pengujian menggunakan *fold* yang sama namun dengan arsitektur jaringan yang berbeda yakni 6 – 8 – 1. MAPE yang didapatkan bernilai 26.74% dan nilai akurasi sistemnya adalah 73.18% sehingga kemampuan model peramalan masuk pada kategori cukup atau layak.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka penulis memberikan saran sebaiknya dilakukan beberapa kali percobaan menggunakan arsitektur jaringan yang berbeda-beda sehingga dapat ditemukan hasil penelitian dengan tingkat akurasi yang cukup baik. Nilai MAPE dan akurasi pada proses validasi di dua jaringan berbeda (12 – 10 – 1 dan 6 – 8 – 1) memiliki hasil kemampuan peramalan pada

kategori yang sama, sehingga perlu diperhatikan bahwa *JST Backpropagation* butuh untuk dikembangkan dengan jumlah variabel yang lebih besar dan lebih banyak untuk bisa diselesaikan menggunakan jaringan yang lebih kompleks sehingga dapat ditemukan hasil peramalan terbaik dengan akurasi tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahyari, Agus. 1994. *Manajemen Produksi Perencanaan Sistem Produksi*. Yogyakarta: BPFÉ.
- Aini, H., & Haviluddin. 2019. Crude Palm Oil Prediction Based on Backpropagation Neural Network Approach. *Journal of Knowledge Engineering and Data Science (KEDS)*. Vol. 02 No. 01. Hal. 1-9.
- Al-Maraghi, Ahmad Mustafa. 1992. *Terjemah Tafsir Al-Maraghi*. Semarang: Toha Putra.
- Al-Qur'an Terjemah. 2015. *Departemen Agama RI*. Bandung: CV Darus Sunnah.
- Budiharto, Widodo dan Derwin Suhartono. 2014. *Artificial Intelligence: Konsep dan Penerapannya*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Chopra, S., Chopra, A. N., & Yadav, D. 2019. Artificial Neural Networks Based Indian Stock Market Price Prediction: Before and After Demonetization. *International Journal of Swarm Intelligence and Evolutionary Computation*. Vol. 08 No. 01.
- Fausett, L. 1994. *Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms and Applications*. New Jersey: Prentice Hall.
- Hamka. 1999. *Tafsir Al Azhar*. Jakarta: PT Pustaka Panji Mas
- Hermawan, Arief. 2006. *Jaringan Syaraf Tiruan - Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Andi.
- Kristanto, Andri. 2004. *Jaringan Syaraf Tiruan (Konsep Dasar, Algoritma dan Aplikasi)*. Yogyakarta: Penerbit Gava Media.
- Kusumadewi, Sri. 2004. *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan (Menggunakan MATLAB dan Excel Link)*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- Nababan, D. & Winarto, S. 2019. Analisis Keakuratan Curah Hujan dengan Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan. *Informatics Engineering Research and Technology*. Vol. 1 No. 1.
- Puspitaningrum, Diah. 2006. *Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan*. Yogyakarta: Andi.
- Putri, R. P. P., Furqon, M. T., Rahayudi, B. 2018. Implementasi Metode JST-Backpropagation Untuk Klasifikasi Rumah Layak Huni (Studi Kasus: Desa Kidal Kecamatan Tumpang Kabupaten Malang). *Jurnal*

Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer. Vol. 02 No. 10. Hal. 3360-3365.

- Rinjani, S. N., Hoyyi, A., Suparti. 2019. Pemodelan Fungsi Transfer dan *Backpropagation Neural Network* untuk Peramalan Harga Emas. *Jurnal Gaussian*. Vol. 08 No. 04. Hal. 474-485.
- Rosyidi, Suherman. 2014. *Pengantar Teori Ekonomi*. Jakarta: Rajawali Press.
- Siang, Jong Jek. 2009. *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan MATLAB*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Siregar, S. P., & Wanto, A. 2017. Analysis Accuracy of Artificial Neural Network using Backpropagation Algorithm in Predicting Process (Forecasting). *International Journal of Information System and Technology*. Vol. 01 No. 01. Hal. 34-42.
- Siwi, Brigitta Ranindya. 2017. “Prediksi Jumlah Produksi Cone Ice Cream Menggunakan Metode Backpropagation”. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. Jurusan Teknik Informatika. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.
- Soim, Ahmad. 2007. “Konsep Tabdzir dalam Al-Qur’an”. Skripsi. Fakultas Ushuluddin. Jurusan Ilmu Ushuluddin. Institut Agama Islam Negeri Walisongo Semarang.
- Subagyo, Pangestu. 1986. *Forecasting Konsep dan Aplikasi*. Yogyakarta: BPPE UGM.
- Sutojo, T. 2011. *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi Offset
- Sun, W., & Huang, C. 2020. A Carbon Price Prediction Model based on Secondary Decomposition Algorithm and Optimized Backpropagation Neural Network. *Journal of Cleaner Production*. 118671.
- Walenna, A. M. A. A., Wulantari, N., S, Erdin D., & T, Hafizhta A. 2018. Studi Komparatif Hukum Tabdzir dan 7 Waste dalam Proses Menufaktur untuk Meminimalkan Biaya (Cost). *Prosiding Konferensi Integrasi Interkoneksi Islam dan Sains*. Vol. 01. Hal. 1-6.
- Wang, Z. H., Gong, D.Y., Li, X., Li, G.T., & Zhang, D. H. 2017. Prediction of Bending Force in The Hot Strip Rolling Process using Artificial Neural Network and Genetic Algorithm (ANN-GA). *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*.

LAMPIRAN

Lampiran 1: Data Penjualan Bulanan Dodol Apel CV Bagus Agriseta Mandiri (pcs/bulan)

No	Tahun	Bulan ke-											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2017	11517	10874	0	10332	7706	7001	6593	9076	8644	8874	9006	6721
2	2018	14335	9917	6800	6175	0	6175	8048	4512	10583	9112	9166	13590
3	2019	12632	5695	0	11750	8295	7524	11374	7121	9218	9326	11489	13618

Normalisasi Data Penjualan Bulanan Dodol Apel CV Bagus Agriseta Mandiri (pcs/bulan)

No	Tahun	Bulan ke-											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2017	0.7427	0.7069	0.1000	0.6766	0.5301	0.4907	0.4679	0.6065	0.5824	0.5952	0.6026	0.4751
2	2018	0.9000	0.6534	0.4795	0.4446	0.1000	0.4446	0.5491	0.3518	0.6906	0.6085	0.6115	0.8584
3	2019	0.8050	0.4178	0.1000	0.7557	0.5629	0.5199	0.7348	0.4974	0.6144	0.6205	0.7412	0.8600

Lampiran 2: Data Pelatihan untuk Peramalan Penjualan Dodol Apel

Data Latih (<i>Data Training</i>)													
Pola	x₁	x₂	x₃	x₄	x₅	x₆	x₇	x₈	x₉	x₁₀	x₁₁	x₁₂	Target
1	0.7427	0.7069	0.1000	0.6766	0.5301	0.4907	0.4679	0.6065	0.5824	0.5952	0.6026	0.4751	0.9000
2	0.7069	0.1000	0.6766	0.5301	0.4907	0.4679	0.6065	0.5824	0.5952	0.6026	0.4751	0.9000	0.6534
3	0.1000	0.6766	0.5301	0.4907	0.4679	0.6065	0.5824	0.5952	0.6026	0.4751	0.9000	0.6534	0.4795
4	0.6766	0.5301	0.4907	0.4679	0.6065	0.5824	0.5952	0.6026	0.4751	0.9000	0.6534	0.4795	0.4446
5	0.5301	0.4907	0.4679	0.6065	0.5824	0.5952	0.6026	0.4751	0.9000	0.6534	0.4795	0.4446	0.1000
6	0.4907	0.4679	0.6065	0.5824	0.5952	0.6026	0.4751	0.9000	0.6534	0.4795	0.4446	0.1000	0.4446
7	0.4679	0.6065	0.5824	0.5952	0.6026	0.4751	0.9000	0.6534	0.4795	0.4446	0.1000	0.4446	0.5491
8	0.6065	0.5824	0.5952	0.6026	0.4751	0.9000	0.6534	0.4795	0.4446	0.1000	0.4446	0.5491	0.3518
9	0.5824	0.5952	0.6026	0.4751	0.9000	0.6534	0.4795	0.4446	0.1000	0.4446	0.5491	0.3518	0.6906
10	0.5952	0.6026	0.4751	0.9000	0.6534	0.4795	0.4446	0.1000	0.4446	0.5491	0.3518	0.6906	0.6085
11	0.6026	0.4751	0.9000	0.6534	0.4795	0.4446	0.1000	0.4446	0.5491	0.3518	0.6906	0.6085	0.6115
12	0.4751	0.9000	0.6534	0.4795	0.4446	0.1000	0.4446	0.5491	0.3518	0.6906	0.6085	0.6115	0.8584

Lampiran 3: Data Pengujian untuk Peramalan Penjualan Dodol Apel

Data Uji (Data Testing)													
Pola	x₁	x₂	x₃	x₄	x₅	x₆	x₇	x₈	x₉	x₁₀	x₁₁	x₁₂	Target
1	0.9000	0.6534	0.4795	0.4446	0.1000	0.4446	0.5491	0.3518	0.6906	0.6085	0.6115	0.8584	0.8050
2	0.6534	0.4795	0.4446	0.1000	0.4446	0.5491	0.3518	0.6906	0.6085	0.6115	0.8584	0.8050	0.4178
3	0.4795	0.4446	0.1000	0.4446	0.5491	0.3518	0.6906	0.6085	0.6115	0.8584	0.8050	0.4178	0.1000
4	0.4446	0.1000	0.4446	0.5491	0.3518	0.6906	0.6085	0.6115	0.8584	0.8050	0.4178	0.1000	0.7557
5	0.1000	0.4446	0.5491	0.3518	0.6906	0.6085	0.6115	0.8584	0.8050	0.4178	0.1000	0.7557	0.5629
6	0.4446	0.5491	0.3518	0.6906	0.6085	0.6115	0.8584	0.8050	0.4178	0.1000	0.7557	0.5629	0.5199
7	0.5491	0.3518	0.6906	0.6085	0.6115	0.8584	0.8050	0.4178	0.1000	0.7557	0.5629	0.5199	0.7348
8	0.3518	0.6906	0.6085	0.6115	0.8584	0.8050	0.4178	0.1000	0.7557	0.5629	0.5199	0.7348	0.4974
9	0.6906	0.6085	0.6115	0.8584	0.8050	0.4178	0.1000	0.7557	0.5629	0.5199	0.7348	0.4974	0.6144
10	0.6085	0.6115	0.8584	0.8050	0.4178	0.1000	0.7557	0.5629	0.5199	0.7348	0.4974	0.6144	0.6205
11	0.6115	0.8584	0.8050	0.4178	0.1000	0.7557	0.5629	0.5199	0.7348	0.4974	0.6144	0.6205	0.7412
12	0.8584	0.8050	0.4178	0.1000	0.7557	0.5629	0.5199	0.7348	0.4974	0.6144	0.6205	0.7412	0.8600

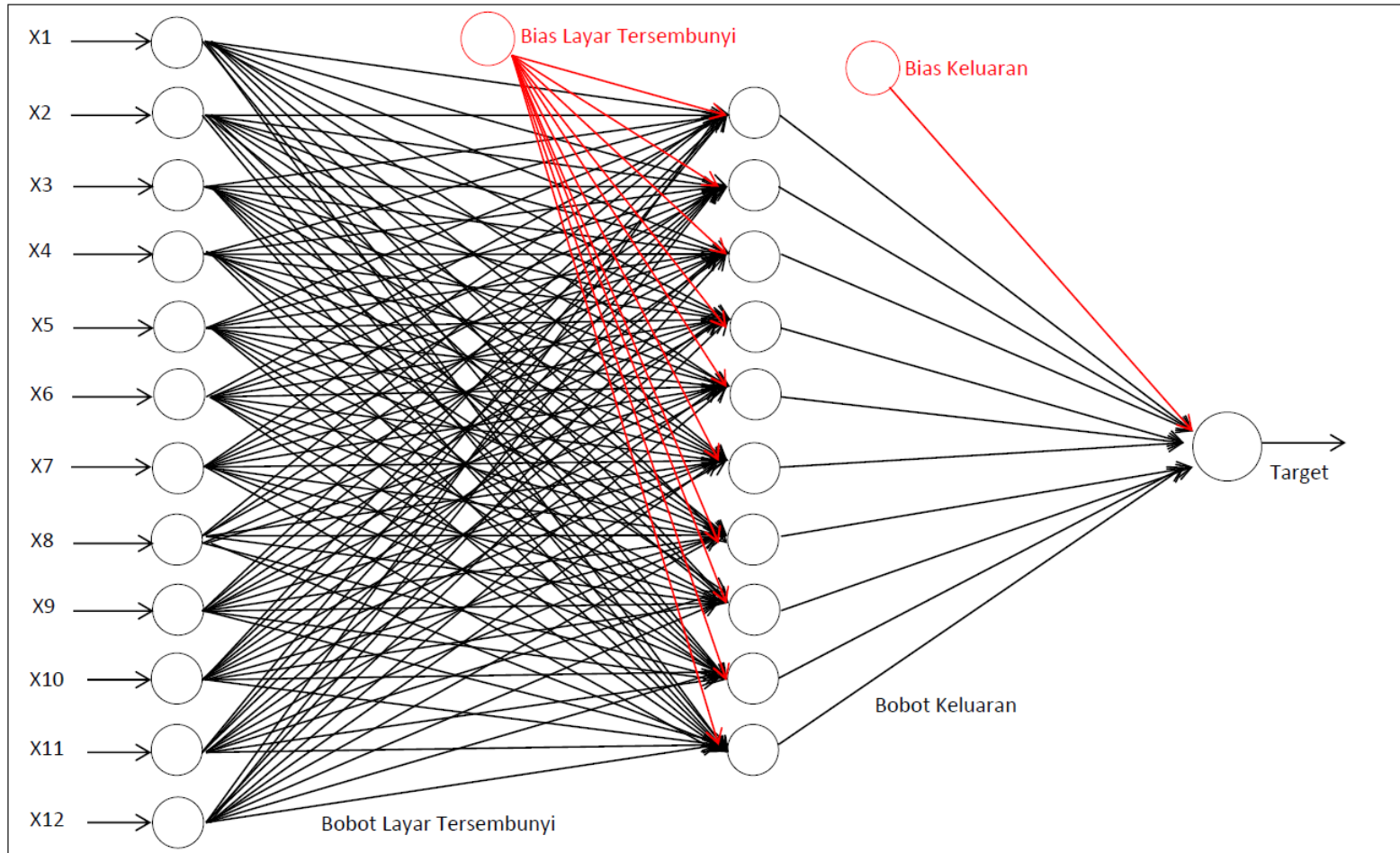
Lampiran 4: Bobot Layar Tersembunyi Pelatihan Data

$v[i,]$	$v[,j]$											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-2.7432	3.0597	-0.1317	0.6906	-4.6386	-3.6907	-4.0014	-2.9805	-2.0961	-2.8373	-0.0821	-1.6000
2	3.6922	3.6105	-1.3271	4.0605	0.5676	-0.4378	2.5907	-1.9661	3.1212	-0.1937	4.9904	0.7354
3	1.4700	-1.3203	1.8539	-5.0679	-5.0541	-2.4765	3.2233	2.6637	-2.2618	-3.3366	-2.2949	1.0424
4	-3.9721	-1.9191	1.8624	-3.4500	-5.2335	3.3442	-3.0474	1.9647	1.8021	-2.0608	1.4819	2.8935
5	2.9802	0.1341	-0.7434	4.6435	6.0604	-0.6924	2.4980	-3.1246	-3.7974	0.0093	1.3023	3.9615
6	3.7381	-0.8039	-3.3563	-5.0305	6.0119	3.2268	1.8887	-0.3676	0.9812	2.4292	0.5796	-3.0991
7	-0.3029	-0.3611	-3.5239	6.2907	-2.2192	2.0179	4.6146	-2.6932	0.7604	-3.2904	-0.2971	1.2835
8	3.5567	4.1998	2.5717	6.7020	2.1535	0.7360	-2.2937	3.6510	-1.0926	1.9328	0.6031	0.9358
9	-4.0153	0.9185	1.3749	-7.9162	-6.6606	0.3824	3.7220	-1.5810	-2.5198	1.6596	-0.6823	-0.2310
10	2.4599	3.3928	-3.4667	-1.6700	-3.8044	1.5640	1.0335	2.6686	2.1919	-3.4980	-3.1655	-1.1063

Bobot Layar Keluaran Pelatihan Data

$v[j,]$	$v[,k]$									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.2663	1.5814	0.8235	-0.2348	0.4636	-0.1524	-0.6234	0.1537	-0.0302	-0.5538

Lampiran 5: Gambar Jaringan



Lampiran 6: Nilai *error* (E) atau Target *Error* pada Hasil Pelatihan Data


X₁	X₂	X₃	X₄	X₅	X₆	X₇	X₈	X₉	X₁₀	X₁₁	X₁₂
0.0187	0.0134	0.0331	0.0146	-0.0649	0.0593	-0.0080	-0.0109	-0.0223	0.0209	-0.0203	-0.0284


Nilai *error* (E) atau Target *Error* pada Hasil Pengujian Data

X₁	X₂	X₃	X₄	X₅	X₆	X₇	X₈	X₉	X₁₀	X₁₁	X₁₂
0.2519	0.2107	0.0284	-0.2609	-0.1580	0.0726	-0.0685	-0.5414	0.8295	0.8576	0.1214	-0.4755

Lampiran 7: Hasil dari Proses K-fold Cross Validation (12 – 10 – 1)

	Tahun	Data Bulan Ke-												MAPE	Akurasi
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
K1	2017	11517	10874	0	10332	7706	7001	6593	9076	8644	8874	9006	6721	52.361%	47.639%
	2018	14335	9917	6800	6175	0	6175	8048	4512	10583	9112	9166	13590		
	2019	12632	5695	0	11750	8295	7524	11374	7121	9218	9326	11489	13618		
K2	2017	11517	10874	0	10332	7706	7001	6593	9076	8644	8874	9006	6721	68.716%	31.284%
	2018	14335	9917	6800	6175	0	6175	8048	4512	10583	9112	9166	13590		
	2019	12632	5695	0	11750	8295	7524	11374	7121	9218	9326	11489	13618		
K3	2017	11517	10874	0	10332	7706	7001	6593	9076	8644	8874	9006	6721	20.161%	79.839%
	2018	14335	9917	6800	6175	0	6175	8048	4512	10583	9112	9166	13590		
	2019	12632	5695	0	11750	8295	7524	11374	7121	9218	9326	11489	13618		
Rata - Rata												47.079%	52.921%		

 = Data Uji

 = Data Latih

Lampiran 8: Hasil dari Proses K-fold Cross Validation (6 – 8 – 1)

	Tahun	Data bulan ke-						MAPE	Akurasi
		1	2	3	4	5	6		
K1	2017	11517	10874	0	10332	7706	7001	30.61%	69.39%
		6593	9076	8644	8874	9006	6721		
	2018	14335	9917	6800	6175	0	6175		
		8048	4512	10583	9112	9166	13590		
	2019	12632	5695	0	11750	8295	7524		
		11374	7121	9218	9326	11489	13618		
K2	2017	11517	10874	0	10332	7706	7001	23.25%	76.75%
		6593	9076	8644	8874	9006	6721		
	2018	14335	9917	6800	6175	0	6175		
		8048	4512	10583	9112	9166	13590		
	2019	12632	5695	0	11750	8295	7524		
		11374	7121	9218	9326	11489	13618		
K3	2017	11517	10874	0	10332	7706	7001	26.37%	73.63%
		6593	9076	8644	8874	9006	6721		
	2018	14335	9917	6800	6175	0	6175		
		8048	4512	10583	9112	9166	13590		

Lanjutan tabel dari Lampiran 8: Hasil dari Proses *K-fold Cross Validation* (6 – 8 – 1)

	Tahun	Data bulan ke-						MAPE	Akurasi
		1	2	3	4	5	6		
	2019	12632	5695	0	11750	8295	7524		
		11374	7121	9218	9326	11489	13618		
Rata - Rata								26.74%	73.18%



= Data Uji



= Data Latih

RIWAYAT HIDUP



Farrah Nurmalia Sari biasa dipanggil Farrah, lahir di Batu pada tanggal 11 November 1996 dan bertempat tinggal bersama orang tua di Kota Batu Jawa Timur. Anak kedua dari Bapak Sueb Priadi dan Ibu Elvi Ernasari ini menempuh pendidikan dasar di MI Miftahul Ulum Batu lulus tahun 2009, kemudian melanjutkan ke SMP Assalam Batu lulus tahun 2012, selanjutnya pendidikan SMA ditempuh di SMA Negeri 02 Batu lulus tahun 2015. Selepas lulus SMA, pendidikan S1 ditempuh penulis di Jurusan Matematika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail*: farrahnurmalias@gmail.com.



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG FAKULTAS
SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang Telp./Fax.(0341)558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Farrah Nurmalia Sari
NIM : 15610069
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Matematika
Judul Skripsi : Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*
untuk Menentukan Prediksi Jumlah Permintaan
Produksi Dodol Apel
Pembimbing I : Ari Kusumastuti, M.Pd., M.Si
Pembimbing II : Ach. Nasichuddin, M.A

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	27 Agustus 2020	Konsultasi dan Revisi Bab I	1.
2.	17 September 2020	Konsultasi dan Revisi Bab II	2.
3.	02 November 2020	Konsultasi dan Revisi Bab III	3.
4.	01 Desember 2020	Konsultasi Kajian Agama Bab II	4.
5.	24 Desember 2020	Konsultasi Kajian Agama	5.
6.	24 Maret 2021	Konsultasi Bab I, Bab II dan Bab III	6.
7.	24 November 2021	Konsultasi dan Revisi Bab IV dan V	7.
8.	24 November 2021	Konsultasi Kajian Agama Bab IV	8.
9.	28 Desember 2021	ACC Kajian Agama Keseluruhan	9.
10.	28 Desember 2021	ACC Keseluruhan	10.

Malang, 29 Desember 2021
Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika



Dr. Elly Susanti, M.Sc
NIP. 19741129 200012 2 005

