

TUGAS AKHIR

**PENENTUAN KUALITAS TEKSTUR PADA KERIPIK TAHU
MENGUNAKAN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK
BACKPROPAGATION**

(Studi Kasus di UKM Gunung Merapi)

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Teknik Industri**



Oleh

Nama : Galuh Rafidya Kusumaningrum

No. Mahasiswa : 09 522 153

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2014

PERNYATAAN

Demi Allah, saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 12 Desember 2014

Galuh Rafidya Kusumaningrum

NIM 09522153

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PENENTUAN KUALITAS TEKSTUR PADA KERIPIK TAHU
MENGUNAKAN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK
BACKPROPAGATION**

TUGAS AKHIR



Oleh
Nama : Galuh Rafidya Kusumaningrum
No. Mahasiswa : 09 522 153

Yogyakarta, 12 Desember 2014

Pembimbing,

A handwritten signature in black ink, which appears to be "Ridwan", is written over the printed name of the supervisor.

(Muhammad Ridwan Andi Purnomo, ST., M.Sc., Ph.D)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**PENENTUAN KUALITAS TEKSTUR PADA KERIPIK TAHU
MENGUNAKAN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK
BACKPROPAGATION
(Studi Kasus di UKM Gunung Merapi)**

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Galuh Rafidya Kusumaningrum
No. Mahasiswa : 09522153

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, Desember 2014

Tim Penguji

Muhammad Ridwan Andi Purnomo, ST., M.Sc., Ph.D
Ketua

Sri Indrawati, ST., M.Eng.
Anggota I

Sri Kusumadewi, Dr., S.Si., MT.
Anggota II

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Industri
Universitas Islam Indonesia

Yuli Agusti Rochman, ST., M.Eng

SURAT KETERANGAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menerangkan bahwa :

Nama : Galuh Rafidya Kusumaningrum
Nomor Mahasiswa : 09 522 153
Jurusan : Teknik Industri
Fakultas : Teknologi Industri - Universitas Islam Indonesia

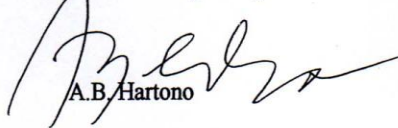
Telah melakukan penelitian dan pengumpulan data dengan kuesioner dan *interview* di UKM Gunung Merapi, Jl. Parang Tritis, Prancak Weden, Desa Panggung Harjo, Kecamatan Sewon, Kabupaten Bantul, Yogyakarta dari bulan Januari – Maret 2014.

Demikian surat keterangan ini diberikan agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 25 Maret 2014

Mengetahui,

Pemilik UKM Gunung Merapi


A.B. Hartono

HALAMAN PERSEMBAHAN

Untuk kedua orang tuaku, Widowati Handayaningsih dan Agus Purwanto yang telah memberikan kasih sayang, kesabaran, semangat dan selalu mendoakanku setiap saat.

*Dosen pembimbingku, Bapak Muhammad Ridwan Andi Purnomo, ST., M.Sc., Ph.D.
Sahabatku, Dina, Irna, Nanda, Rani, Retno, Yanti, Kiki dan teman-teman KKN unit 26
yang selalu memberikan semangat, dukungan dan canda tawanya.*

MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras untuk (urusan yang lain), dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap”
(QS. Al-Insyirah: 6-8)

“Allah meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”
(QS. Al-Mujadilah: 11)

“Learn from yesterday, live for today, hope for tomorrow. The important thing is not to stop questioning.”
(Albert Einstein)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarrakatuh

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas Rahmat dan Hidayat-Nya yang telah dilimpahkan. Tak lupa Sholawat beriring salam kami haturkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan umatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "PENENTUAN KUALITAS TEKSTUR PADA KERIPIK TAHU MENGGUNAKAN *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK BACKPROPAGATION*".

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Jurusan Teknik Industri dalam menyelesaikan studi Strata-1 pada Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah meluangkan waktu dan perhatiannya sehingga baik langsung maupun tidak langsung turut membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih ini penulis persembahkan kepada:

1. Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Ketua Prodi Teknik Industri serta staff pengurus Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Muhammad Ridwan Andi Purnomo, ST., M.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran serta waktunya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak A.B. Hartono selaku pemilik UKM Gunung Merapi yang telah membantu penulis sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.
5. Mama, Papa serta keluarga yang telah memberikan do'a dan dorongan mental maupun materi.
6. Teman-teman dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih atas masukan, dorongan dan semangatnya.

Semoga Allah SWT memberikan balasan Rahmat dan Hidayah-Nya kepada pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan kesalahan serta masih

jauh dari sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak merupakan masukan yang sangat berguna bagi penulis untuk memperbaiki dan menyempurnakan penulisan lain yang akan datang. Semoga Tugas Akhir ini dapat diterima dan bermanfaat baik bagi penulis maupun pembaca.

Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarrakatuh

Yogyakarta, 12 Desember 2014

Galuh Rafidya Kusumaningrum

ABSTRAK

Saat ini banyak produsen tahu kesulitan dalam meningkatkan harga jual tahu, dikarenakan tidak adanya pengendalian harga di pasar. Agar tahu tetap laku di pasar, maka produsen harus melakukan inovasi produk terhadap tahu. Salah satunya yaitu dengan cara mengolah tahu menjadi keripik tahu. UKM Gunung Merapi merupakan salah satu produsen yang mengolah tahu menjadi keripik tahu. Keripik tahu yang sudah ada memiliki rasa yang kurang enak dan tekstur yang kasar sehingga keripik kurang diterima oleh konsumen. Penelitian ini difokuskan pada kualitas tekstur sesuai dengan target yang diharapkan. Untuk menghasilkan produk yang berkualitas, maka dilakukan rekayasa kualitas dengan cara mengetahui level faktor yang berpengaruh dan bagaimana level faktor tersebut harus diatur. Penelitian ini memecahkan masalah dalam penentuan setting level optimal pada tekstur keripik tahu menggunakan metode Artificial Neural Network (ANN) backpropagation yang didasari oleh desain eksperimen. Fungsi dari penggunaan ANN ini ialah untuk menyederhanakan eksperimen sehingga waktu yang digunakan untuk eksperimen pengembangan produk lebih singkat. Hasil penelitian ini menunjukkan tekstur keripik tahu dengan setting level lama penggorengan sebesar 7 menit, suhu pada microwave adalah high, lama pada microwave sebesar 11 menit dan kuantitas bumbu sebesar 7,5 gram. Pemodelan ANN dapat memprediksi respon tekstur yang mendekati nilai target renyah sebesar 3,0874. Dari hasil analisis dan pemodelan tersebut diketahui bahwa pemodelan ANN dapat menyelesaikan masalah setting level optimal dengan baik.

Kata kunci: Rekayasa kualitas, Artificial Neural Network (ANN), Desain Eksperimen

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
SURAT KETERANGAN PERUSAHAAN.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematikan Penulisan.....	3

BAB II KAJIAN LITERATUR

2.1 Kajian Deduktif	5
2.1.1 Definisi Kualitas	5
2.1.2 Desain Eksperimen	6
2.1.3 Variabel Respon.....	6
2.1.4 Faktor Kendali	7
2.1.5 Level Faktor	7
2.1.6 Derajat Kebebasan	7
2.1.7 <i>Orthogonal Array</i>	7

2.1.8 Uji Organoleptik	8
2.1.9 Definisi Jaringan Syaraf Tiruan	9
2.1.10 Komponen Jaringan Syaraf.....	9
2.1.11 Arsitektur Jaringan.....	10
2.1.12 Fungsi Aktivasi.....	13
2.2.13 ANN <i>Backpropagation</i>	15
2.1.14 Arsitektur <i>Backpropagation</i>	15
2.1.15 Fungsi Aktivasi ANN.....	16
2.1.16 Algoritma <i>Backpropagation</i>	18
2.1.17 MATLAB.....	19
2.1.19 Pemrograman <i>Backpropagation</i> dengan MATLAB.....	20
2.2. Kajian Induktif.....	21

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian.....	24
3.2 Penentuan Variabel Respon.....	24
3.3 Penentuan Faktor Berpengaruh.....	24
3.4 Penentuan Level Faktor.....	25
3.5 Perhitungan Derajat Kebebasan.....	25
3.6 Pemilihan <i>Orthogonal Array</i>	25
3.7 Uji Organoleptik.....	26
3.8 Pembangunan Model ANN.....	26
3.9 Pelatihan Jaringan.....	27
3.10 Pengujian Data.....	27
3.11 Pembahasan.....	28
3.12 Kesimpulan dan Saran.....	28
3.13 Diagram Alir Penelitian.....	29

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1	Pengumpulan Data.....	30
4.2	Tahapan Proses Pembuatan Keripik Tahu.....	30
4.3	Penentuan Variabel Respon.....	31
4.4	Penentuan Faktor Berpengaruh.....	31
4.5	Penentuan Level Faktor.....	33
4.6	Perhitungan Derajat Kebebasan.....	34
4.7	Pemilihan <i>Orthogonal Array</i>	35
4.8	Pengujian Organoleptik untuk Respon Tekstur.....	36
4.9	Pembangunan ANN <i>Backpropagation</i>	38
4.10	Pelatihan Jaringan.....	39
4.11	Pengujian Data.....	41

BAB V PEMBAHASAN

5.1	Eksperimen Konfirmasi.....	45
-----	----------------------------	----

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1	Kesimpulan.....	47
6.2	Saran	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Karakteristik Kualitas.....	7
Tabel 4.1	Level Faktor Kendali.....	33
Tabel 4.2	<i>Orthogonal Array</i> L9(3 ⁴) standar.....	35
Tabel 4.3	18 Data <i>Orthogonal Array</i> L9(3 ⁴).....	36
Tabel 4.4	Uji Organoleptik untuk Respon Tekstur 1.....	37
Tabel 4.5	Data Pelatihan Jaringan.....	40
Tabel 4.6	Data Pengujian.....	42
Tabel 4.7	Hasil <i>Mean Squared Error</i>	42
Tabel 4.8	Hasil Uji Data.....	44
Tabel 5.1	Kategori Tekstur.....	45
Tabel 5.2	Uji Organoleptik untuk Respon Tekstur 2.....	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jaringan syaraf sederhana.....	10
Gambar 2.2 Jaringan syaraf dengan lapisan tunggal.....	11
Gambar 2.3 Jaringan syaraf dengan banyak lapisan.....	12
Gambar 2.4 Jaringan syaraf dengan lapisan kompetitif.....	13
Gambar 2.5 Arsitektur <i>Backpropagation</i>	16
Gambar 2.6 Fungsi <i>linear</i> (identitas).....	17
Gambar 2.7 Fungsi <i>sigmoid biner</i>	17
Gambar 2.8 Fungsi <i>sigmoid bipolar</i>	17
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	29
Gambar 4.1 Faktor berpengaruh.....	32
Gambar 4.2 Arsitektur jaringan ANN <i>backpropagation</i> model 1.....	38
Gambar 4.3 Arsitektur jaringan ANN <i>backpropagation</i> model 2.....	39
Gambar 4.4 Grafik plot pelatihan jaringan.....	41
Gambar 4.5 Grafik perbandingan <i>output</i>	43
Gambar 4.6 Grafik hasil uji data.....	44

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini industri pengolahan makanan sudah mengalami kemajuan yang pesat sehingga banyak produsen yang berlomba-lomba untuk menjadi yang terbaik. Hal ini dapat didukung dengan kemajuan teknologi yang semakin canggih. Akan tetapi, hal tersebut sangat jauh berbeda dengan kondisi para produsen makanan berskala Usaha Kecil Menengah (UKM), dengan keterbatasan teknologinya, mereka harus berpikir bagaimana cara meningkatkan *value added* terhadap produknya. Berbicara tentang industri olahan makanan maka hal yang perlu diperhatikan adalah kualitas makanan tersebut. Kualitas yang baik harus didukung dengan adanya pengolahan pangan yang tepat, sehingga produk tersebut dapat diterima konsumen dan bersaing dengan industri pangan *modern*. Kualitas menurut Kotler (1997) adalah keseluruhan ciri dan karakteristik produk atau jasa yang mendukung kemampuan untuk memuaskan kebutuhan. Definisi ini menekankan pada fokus pelanggan.

Di Indonesia sudah banyak pelaku UKM yang mengolah bahan baku kedelai menjadi berbagai produk makanan. Salah satu produk olahan dari kedelai yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia adalah tahu. Tidak adanya pengendalian harga di pasar menimbulkan persaingan dagang yang tidak sehat. Perbedaan harga yang signifikan menyebabkan konsumen cenderung memilih harga tahu yang lebih murah. Hal ini menyebabkan produsen tahu untuk menaikkan harga jual tahu menjadi sangat sulit, karena para produsen khawatir akan ditinggalkan oleh konsumen. Secara tidak langsung hal ini dimanfaatkan oleh konsumen untuk menekan harga jual tahu, sehingga *value added* tahu menjadi kurang. Produsen tahu harus berpikir keras dan melakukan inovasi untuk meningkatkan *value added* tahu agar variasi produk semakin banyak dan konsumen tertarik dengan produk tersebut. Salah satu inovasi produsen yang dapat dilakukan contohnya adalah dengan mengolah tahu mentah menjadi keripik tahu. Saat ini tidak sedikit keripik tahu yang sudah beredar di pasar. Namun pada kenyataannya keripik tahu yang beredar memiliki rasa yang kurang enak dan tekstur yang kasar sehingga menyebabkan keripik tersebut kurang diterima oleh konsumen. Salah satu

produsen yang mengolah tahu menjadi keripik tahu adalah UKM Gunung Merapi yang terletak di daerah Bantul.

Di UKM tersebut dilakukan penelitian rekayasa kualitas guna mencoba menentukan kualitas tekstur keripik tahu yang baik dengan cara menentukan *setting* level optimal dari faktor-faktor yang berpengaruh terhadap tekstur tahu. Metode yang digunakan untuk menentukan *setting* level optimal kualitas tekstur keripik tahu tersebut adalah metode *Artificial Neural Network* (ANN) yang didasari oleh desain eksperimen. ANN atau yang biasa disebut dengan Jaringan Syaraf Tiruan merupakan sistem komputasi dimana arsitektur dan operasi diilhami dari pengetahuan tentang sel syaraf biologis manusia yang selalu mencoba menstimulasi proses pembelajaran pada otak manusia tersebut (Erna Dwi Astuti, 2009). Jaringan syaraf tiruan dikonfigurasi untuk aplikasi tertentu, seperti pengenalan pola atau klasifikasi data, melalui proses pembelajaran. JST menemukan cara untuk memecahkan masalah dengan sendirinya sehingga kita bisa melakukan hal-hal yang kita tidak tahu persis bagaimana melakukannya. Selain itu, kita bisa menyelesaikan masalah tanpa harus mengetahui terlebih dahulu bagaimana menyelesaikan masalah tersebut (Sutojo et al., 2011). Desain eksperimen yang akan dilakukan bertujuan untuk mengidentifikasi level faktor optimal, sedangkan ANN untuk memprediksi hasil respon dari level faktor optimal pada proses desain eksperimen. Dengan metode ini diharapkan penelitian rekayasa kualitas tekstur keripik tahu yang dihasilkan sesuai dengan keinginan konsumen.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, maka dapat dirumuskan pokok permasalahan yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah menentukan *setting* level optimal yang sesuai dengan target yang diharapkan.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah, mudah dipahami dan topik yang dibahas tidak meluas, maka perlu dilakukan pembatasan lingkup penelitian. Adapun pembatasan lingkup penelitian ini adalah:

- a. Objek penelitian dilakukan pada UKM Gunung Merapi Bantul Yogyakarta, UKM lain tidak diperhatikan.

- b. Objek penelitian yang digunakan hanya satu jenis keripik tahu, yaitu keripik tahu rasa *barbeque*. Tidak menggunakan rasa lain selain rasa *barbeque*.
- c. Variabel respon yang digunakan yaitu tingkat kerenyahan tekstur keripik tahu.
- d. Penelitian tidak menggunakan faktor gangguan (*noise*).
- e. Penelitian ini tidak membahas biaya eksperimen, proses produksi, dan proses bisnis.
- f. Perancangan model yang digunakan yaitu metode *Artificial Neural Network*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian memuat uraian yang menyebutkan secara jelas maksud dan tujuan yang akan dicapai dari penelitian yang dilakukan. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui *setting* level optimal yang sesuai dengan target yang diharapkan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Memberikan kemudahan bagi UKM untuk menyelesaikan permasalahan dalam menentukan level faktor pada tekstur keripik tahu dengan menggunakan *Artificial Neural Network*.
- b. Dapat meningkatkan kualitas keripik tahu.
- c. Memberikan tambahan wawasan dan dapat digunakan sebagai bahan rujukan untuk penelitian selanjutnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan tugas akhir ini, sistematika penulisan dibagi menjadi beberapa bagian sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian serta sistematika penelitian dari Tugas Akhir “Penentuan Kualitas Tekstur pada Keripik Tahu menggunakan *Artificial Neural Network Backpropagation*”.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Bab ini berisi sub bab yaitu kajian deduktif dan kajian induktif mengenai penjelasan teori penunjang yang digunakan sebagai landasan dalam menyelesaikan permasalahan yang ada dan menjawab rumusan masalah, terutama mengenai *Artificial Neural Network*.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang uraian metode pengumpulan data, diagram alir penelitian dan cara pengolahan serta analisis data.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini berisikan pengumpulan data-data yang akan diolah sesuai dengan penelitian yang dilakukan, serta memberikan langkah-langkah penyelesaian kasus yang diangkat.

BAB V PEMBAHASAN

Bab ini berisikan pembahasan dan pengujian model terhadap kasus yang akan diselesaikan menggunakan landasan berupa teori-teori penunjang penelitian yang disajikan pada bab-2.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dari pembahasan yang telah dilakukan dengan menjawab rumusan masalah yang telah diajukan.

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

BAB II

KAJIAN LITERATUR

Bab ini berisi tentang penjelasan teori penunjang yang akan digunakan sebagai landasan dalam menyelesaikan permasalahan yang ada dan menjawab rumusan masalah yang diajukan.

2.2 Kajian Deduktif

2.1.1 Definisi Kualitas

Definisi kualitas sangat beranekaragam dan mengandung banyak makna, seringkali para ahli memiliki pendapat yang berbeda-beda tergantung dari perspektif yang digunakan dalam mendefinisikan kualitas. Beberapa pengertian kualitas menurut para ahli adalah sebagai berikut:

American Society For Quality Control (Kotler, 1994) mendefinisikan kualitas adalah keseluruhan ciri serta sifat dari suatu produk atau pelayanan yang berpengaruh pada kemampuannya untuk memuaskan kebutuhan yang dinyatakan atau yang tersirat. Kualitas menurut Taguchi adalah untuk menghasilkan produk dan jasa yang dapat memenuhi kebutuhan dan harapan konsumen berkaitan dengan umur produk atau jasa (Irwan Soejanto, 2009). Menurut Goetsh dan Davis dalam Fandy dan Anastasia (1998), yang dimaksud kualitas adalah suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, jasa, manusia, proses dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan.

Kualitas adalah sesuatu yang diputuskan oleh pelanggan. Artinya, kualitas didasarkan pada pengalaman aktual pelanggan atau konsumen terhadap produk atau jasa yang diukur berdasarkan persyaratan-persyaratan tersebut (Tony Wijaya, 2011). Menurut Kotler (1997) mendefinisikan kualitas sebagai keseluruhan ciri dan karakteristik produk atau jasa yang mendukung kemampuan untuk memuaskan kebutuhan. Definisi ini menekankan pada fokus pelanggan.

Dalam *Quality Vocabulary*, kualitas didefinisikan sebagai totalitas dari karakteristik suatu produk yang menunjang kemampuannya untuk memuaskan kebutuhan yang dispesifikasikan atau ditetapkan. Kualitas sering kali diartikan sebagai kepuasan

pelanggan (*costumer satisfaction*) atau kesesuaian terhadap kebutuhan atau persyaratan (*conformance to the requirements*) (Gaspersz, 2011).

Dari definisi-definisi diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa kualitas dimaksudkan untuk memenuhi atau melebihi harapan pelanggan. Kualitas adalah suatu kondisi dinamis yang selalu berubah (*moving target*). Dimana dalam hal ini kualitas harus diperbaiki setiap waktu karena produk yang dianggap berkualitas pada saat ini mungkin akan dianggap kurang berkualitas pada masa yang akan datang.

2.1.2 Desain Eksperimen

Suatu desain eksperimen adalah evaluasi secara serentak terhadap dua atau lebih faktor (parameter) terhadap kemampuannya untuk mempengaruhi rata-rata atau variabilitas hasil gabungan dari karakteristik produk atau proses tertentu. Untuk mencapai hal ini secara efektif, level dari faktor kontrol dibuat bervariasi, hasil dari kombinasi pengujian tertentu diamati, dan kumpulan hasil selengkapnya dianalisa untuk menentukan faktor-faktor yang berpengaruh dan tingkatan yang baik, dan apakah peningkatan atau pengurangan tingkatan-tingkatan tersebut akan menghasilkan perbaikan lebih lanjut (Irwan Soejanto, 2009).

2.1.3 Variabel Respon

Variabel respon atau variabel tak bebas adalah variabel yang perubahannya tergantung pada variabel-variabel lain. Dalam merencanakan suatu eksperimen harus dipilih dan ditentukan dengan jelas variabel tak bebas mana yang akan diselidiki.

Variabel respon (karakteristik kualitas) adalah obyek yang menarik dari produk atau proses (Irwan Soejanto, 2009).

Karakteristik kualitas dapat dikelompokkan menurut nilai targetnya dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Karakteristik Kualitas

Karakteristik	Target	Contoh
<i>Nominal-the-best</i>	Tertuju pada nilai tertentu	<i>Voltage</i>
<i>Smaller-the-better</i>	Sekecil mungkin (0, zero). Semakin kecil, maka semakin baik.	Persentase kecacatan, keausan alat, kekasaran permukaan.
<i>Larger-the-better</i>	Sebesar mungkin (). Semakin besar, maka semakin baik.	Kuat tekan, kuat tarik, kekuatan las.

2.1.4 Faktor Kendali

Faktor kendali adalah faktor yang nilainya dapat diatur atau dikendalikan., atau faktor yang nilainya ingin kita atur atau kendalikan. Faktor kendali adalah faktor-faktor yang nilai-nilainya ditentukan oleh ahli teknik. Faktor-faktor kendali dapat mempunyai nilai satu atau lebih yang disebut level (Irwan Soejanto, 2009).

2.1.5 Level Faktor

Level faktor adalah nilai-nilai tertentu atau sifat (*atribute*) yang diberikan pada suatu faktor, yang mungkin berupa faktor kendali, gangguan, signal, atau skala. Pemilihan jumlah level penting artinya untuk ketelitian hasil eksperimen dan ongkos pelaksanaan eksperimen. Makin banyak level yang diteliti maka hasil eksperimen akan lebih teliti karena data yang diperoleh lebih banyak. Tetapi banyaknya level akan meningkatkan jumlah pengamatan sehingga menaikkan ongkos eksperimen (Irwan Soejanto, 2009).

2.1.6 Derajat Kebebasan

Derajat kebebasan adalah sebuah konsep yang mendeskripsikan seberapa besar eksperimen yang mesti dilakukan dan seberapa banyak informasi yang didapatkan dari eksperimen tersebut. Perhitungan derajat kebebasan dilakukan untuk menghitung jumlah minimum eksperimen yang harus dilakukan untuk menyelidiki faktor yang diamati (Irwan Soejanto, 2009).

2.1.7 Orthogonal Array

Orthogonal Array adalah suatu matriks yang elemen-elemennya disusun menurut baris dan kolom. Setiap kolom mewakili faktor/kondisi yang dapat diubah dalam eksperimen. Baris menunjukkan keadaan dari faktor. *Array* disebut *orthogonal* karena level-level dari faktor berimbang dan dapat dipisahkan dari pengaruh faktor lain dalam eksperimen.

Jadi *orthogonal array* adalah matriks seimbang dari faktor dan level, sedemikian sehingga pengaruh suatu faktor atau level tidak baur (*confounded*) dengan pengaruh faktor atau level yang lain. (Belavendram, 1995).

2.1.8 Uji Organoleptik

Menurut Amerine et al (1965) uji organoleptik adalah pengujian yang menggunakan indera peraba, pembau, penglihatan, pencicipi dan pendengar untuk memberikan penilaian secara subyektif. Orang atau kelompok yang mempunyai tugas untuk memberikan penilaian tersebut disebut panelis. Panelis ini dibedakan menjadi 5 macam yaitu:

a. Panel Perseorangan

Adalah orang yang sangat ahli dengan kepekatan spesifik yang sangat tinggi yang diperoleh karena bakat atau latihan-latihan yang sangat intensif. Panel perseorangan sangat mengenal sifat, peranan dan cara pengolahan bahan yang akan dinilai dengan menguasai metode-metode analisis organoleptik dengan sangat baik, keuntungan menggunakan panelis ini adalah kepekaan tinggi sehingga kemungkinan terjadi kesalahan dapat dihindari, penilaian cepat dan efisien. Panel perseorangan biasanya digunakan untuk mendeteksi penyimpangan yang tidak terlalu banyak dan mengenali penyebabnya.

b. Panel Terbatas

Panel terbatas terdiri dari 3-5 orang yang mempunyai kepekaan tinggi sehingga kemungkinan terjadi kesalahan bisa lebih dapat dihindari. Panelis ini mengenal dengan baik faktor-faktor dalam uji organoleptik dan dapat mengetahui cara pengolahan dan pengaruh bahan baku terhadap hasil akhir.

c. Panel Terlatih

Panel terlatih terdiri dari 7-15 orang yang mempunyai kepekaan cukup baik. Untuk menjadi panelis terlatih perlu didahului dengan seleksi dan latihan-latihan. Panelis ini dapat menilai beberapa sifat rangsangan sehingga tidak terlampau spesifik. Keputusan diambil setelah data dianalisis secara statistik.

d. **Panel Setengah Terlatih**

Terdiri dari 15-25 orang yang sebelumnya dilatih untuk mengetahui sifat sensorik tertentu. Panel agak terlatih dapat dipilih dari kalangan terbatas dengan menguji kepakaannya terlebih dahulu. Sedangkan data yang sangat menyimpang boleh tidak digunakan dalam analisis.

e. **Panel Tidak Terlatih**

Terdiri lebih dari 25 orang yang dapat dipilih berdasarkan jenis kelamin, suku bangsa, tingkat sosial dan pendidikan. Panel tidak terlatih hanya diperbolehkan menilai sifat-sifat organoleptik yang sederhana seperti sifat kesukaan tetapi tidak boleh digunakan dalam uji pembedaan.

2.1.9 Definisi Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan merupakan simulasi abstrak dari sistem syaraf nyata yang berisi kumpulan unit neuron yang berhubungan satu sama lain melalui koneksi akson. Model seperti itu memiliki kemiripan yang kuat dengan akson dan dendrit dalam sistem syaraf (Kung, 1993).

Jaringan syaraf tiruan merupakan sistem komputasi yang di mana arsitektur dan operasi diilhami dari pengetahuan tentang sel syaraf biologis di dalam otak, yang merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba menstimulasi proses pembelajaran pada otak manusia tersebut (Arief Hermawan, 2006).

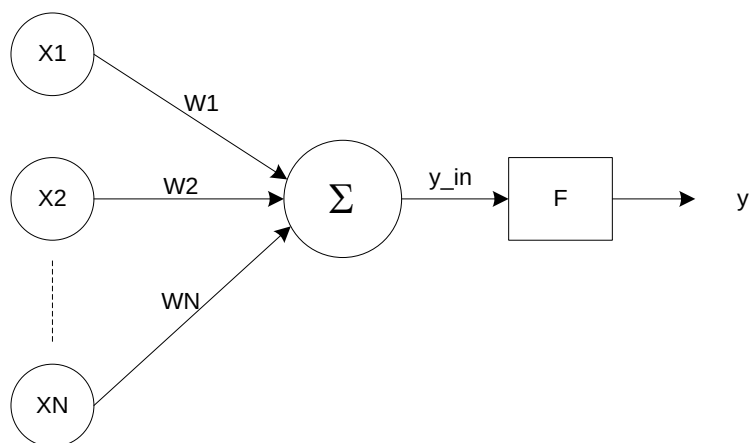
Menurut Fausett dalam Sri Kusumadewi & Sri Hartati (2006), jaringan syaraf tiruan merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Istilah buatan disini digunakan karena jaringan syaraf ini diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran.

2.1.10 Komponen Jaringan Syaraf

Pada dasarnya, jaringan syaraf seperti halnya dengan otak manusia. Jaringan syaraf terdiri dari beberapa neuron yang dimana antara neuron memiliki hubungan. Pada jaringan syaraf, input dikirim ke neuron dengan bobot kedatangan tertentu. Input akan diproses oleh suatu fungsi perambatan yang akan menjumlahkan semua nilai-nilai bobot yang datang. Hasil penjumlahan ini lalu dibandingkan dengan suatu nilai ambang

(*threshold*) tertentu melalui fungsi aktivasi setiap neuron. Jika input tersebut melewati suatu nilai ambang tertentu, maka neuron tersebut akan diaktifkan. Jika neuron diaktifkan, maka neuron tersebut akan mengirimkan output melalui bobot-bobot outputnya ke semua neuron yang berhubungan dengannya, demikian seterusnya.

Pada jaringan syaraf, neuron-neuron akan dikumpulkan dalam lapisan neuron (*neuron layers*). Biasanya neuron-neuron pada satu lapisan akan dihubungkan dengan lapisan-lapisan sebelum dan sesudahnya. Informasi yang diberikan pada jaringan syaraf akan dirambatkan mulai dari lapisan input sampai ke lapisan output melalui lapisan tersembunyi (*hidden layer*). Jaringan syaraf sederhana dapat dilihat pada Gambar 2.1 di bawah ini (Sri Kusumadewi & Sri Hartati, 2006).



Gambar 2.1 Jaringan syaraf sederhana

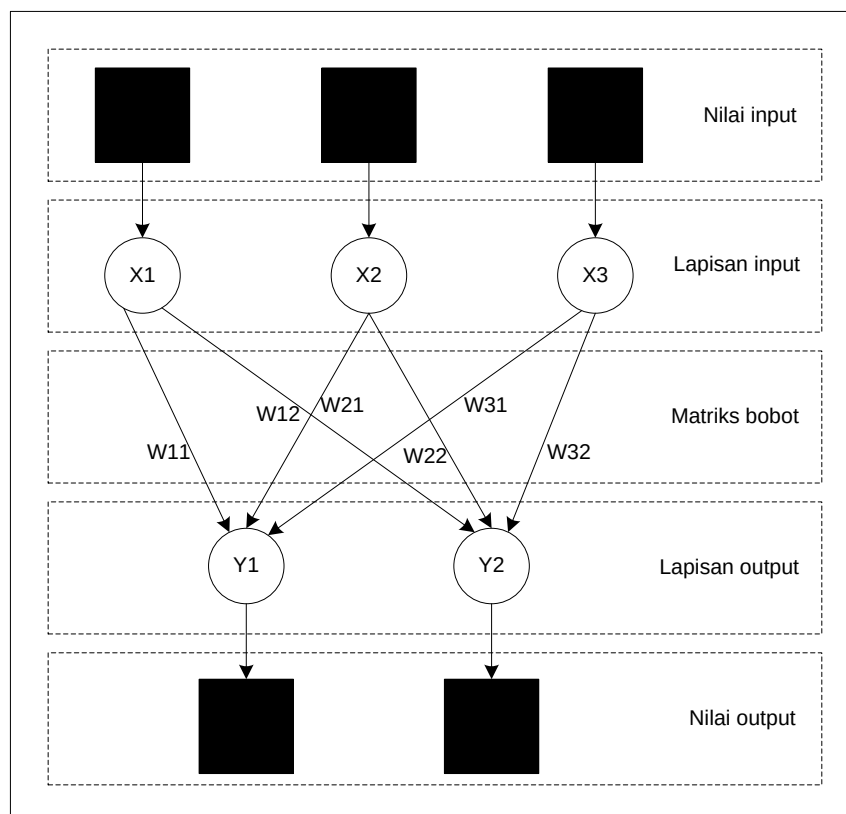
2.1.11 Arsitektur Jaringan

Beberapa arsitektur jaringan yang sering digunakan dalam jaringan syaraf tiruan antara lain (Sri Kusumadewi, 2003):

a. Jaringan dengan Lapisan Tunggal (*Single Layer Net*)

Pada jaringan ini hanya memiliki satu lapisan dengan bobot-bobot yang terhubung. Jaringan ini hanya menerima *input* yang secara langsung akan mengolahnya menjadi *output* tanpa melalui lapisan tersembunyi (*hidden layer*). Lapisan input mempunyai 3 neuron yaitu X1, X2, dan X3. Sedangkan lapisan output mempunyai 2 neuron yaitu Y1 dan Y2. Seberapa besar hubungan antara 2

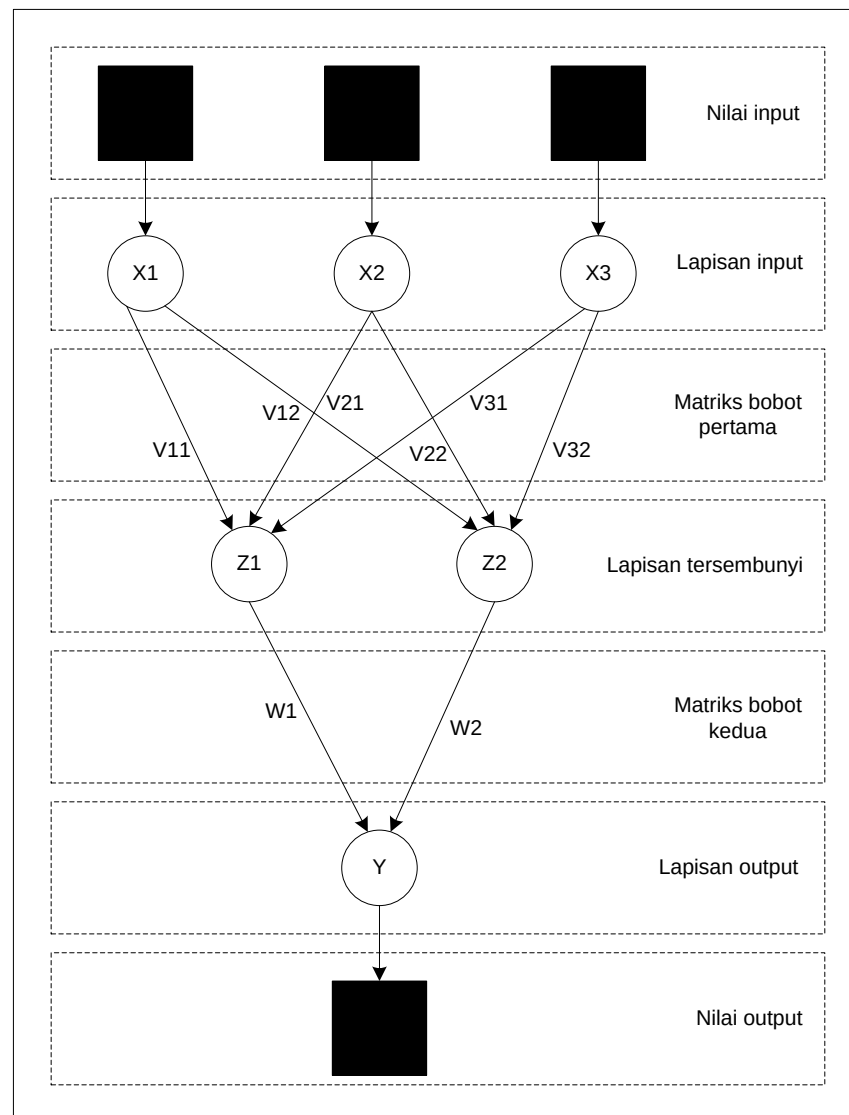
neuron ditentukan oleh bobot yang bersesuaian. Jaringan dengan lapisan tunggal dapat dilihat pada Gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2.2 Jaringan dengan lapisan tunggal

b. Jaringan dengan Banyak Lapisan (*Multilayer Net*)

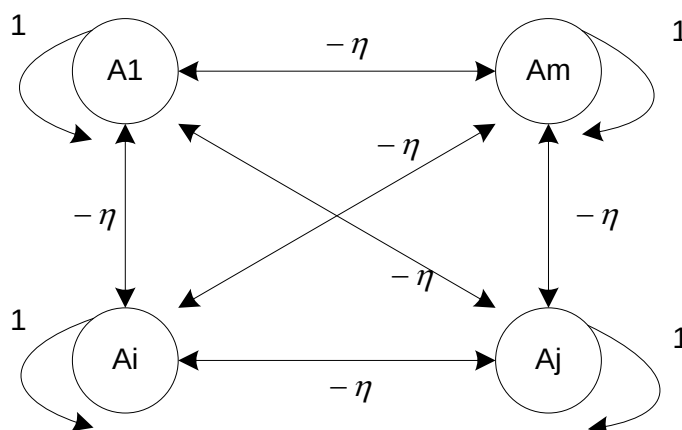
Jaringan ini memiliki 1 atau lebih lapisan yang terletak diantara lapisan input dan lapisan output yang disebut lapisan tersembunyi (*hidden layer*). Umumnya, terdapat lapisan bobot-bobot yang terletak antara 2 lapisan yang bersebelahan. Jaringan dengan banyak lapisan dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih sulit daripada jaringan dengan lapisan tunggal. Tetapi pembelajaran pada jaringan ini lebih sukses dalam menyelesaikan masalah. Gambar 2.3 merupakan jaringan dengan banyak lapisan.



Gambar 2.3 Jaringan dengan banyak lapisan

c. Jaringan dengan Lapisan Kompetitif (*Competitive Layer Net*)

Jaringan ini memiliki bobot yang telah ditentukan dan tidak memiliki proses pelatihan. Nilai bobot setiap neuron untuk dirinya sendiri adalah 1, sedangkan untuk neuron lainnya bernilai *random* negatif. Gambar 2.4 merupakan jaringan dengan lapisan kompetitif yang memiliki bobot $-\eta$.



Gambar 2.4 Jaringan dengan lapisan kompetitif

2.1.12 Fungsi Aktivasi

Fungsi aktivasi yang sering digunakan dalam jaringan syaraf tiruan diantaranya adalah sebagai berikut (Sutojo, et al., 2001):

a. Fungsi undak biner *hard limit*

Fungsi undak biner ini biasanya digunakan oleh jaringan lapisan tunggal untuk mengkonversi nilai input dari suatu variabel yang bernilai kontinu ke suatu nilai *output* biner (0 atau 1). Rumus dari fungsi undak biner *hard limit* adalah sebagai berikut.

$$y = 0, \text{ jika } x \leq 0; 1, \text{ jika } x > 0$$

b. Fungsi undak biner *threshold*

Fungsi undak biner *threshold* berbeda dengan fungsi undak biner *hard limit*. Pada fungsi ini menggunakan nilai ambang Θ sebagai batasnya. Fungsi undak biner *threshold* dirumuskan sebagai berikut.

$$y = 0, \text{ jika } x < \Theta; 1, \text{ jika } x \geq \Theta$$

c. Fungsi bipolar *symetric hard limit*

Fungsi bipolar *symetric hard limit* mempunyai *output* yang bernilai 1, 0, atau -1. Secara matematis, rumus dari fungsi ini adalah sebagai berikut.

$$y = 1, \text{ jika } x > 0; 0, \text{ jika } x = 0; -1, \text{ jika } x < 0$$

d. Fungsi bipolar dengan *threshold*

Untuk fungsi bipolar dengan *threshold* mempunyai *output* yang bernilai 1, 0, atau -1. Rumus dari fungsi bipolar (dengan nilai ambang Θ) adalah sebagai berikut.

$$y = 1, \text{ jika } x \geq \Theta; -1, \text{ jika } x < \Theta$$

e. Fungsi *linear* (identitas)

Pada fungsi *linear* nilai *input* dan nilai *output* adalah sama. Secara matematis, fungsi *linear* dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$y = x$$

f. Fungsi *saturating linear*

Fungsi ini akan bernilai 1 jika inputnya lebih dari $\frac{1}{2}$. Jika nilai *input* terletak antara $-\frac{1}{2}$ dan $\frac{1}{2}$ maka outputnya akan bernilai sama dengan nilai *input* ditambah $\frac{1}{2}$. Jika inputnya kurang dari $-\frac{1}{2}$ maka fungsi bernilai 0. Fungsi *saturating linear* dirumuskan sebagai berikut.

$$y = 1, \text{ jika } x \geq 0; x+0,5, \text{ jika } -0,5 \leq x \leq 0,5; 0, \text{ jika } x \leq 0$$

g. Fungsi *symetric saturating linear*

Fungsi ini akan bernilai 1 jika inputnya lebih dari 1. Jika nilai *input* terletak antara -1 dan 1 maka outputnya akan bernilai sama dengan nilai *input*. Sedangkan jika inputnya kurang dari -1 maka fungsi akan bernilai -1. Secara matematis, rumus dari fungsi ini adalah sebagai berikut.

$$y = 1, \text{ jika } x \geq 1; x, \text{ jika } -1 \leq x \leq 1; -1, \text{ jika } x \leq -1$$

h. Fungsi *sigmoid biner*

Fungsi *sigmoid biner* memiliki nilai pada *range* 0 sampai 1. Biasanya fungsi ini digunakan untuk JST metode *backpropagation*. Rumus dari fungsi *sigmoid biner* adalah sebagai berikut.

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

$$\text{dengan: } f'(x) = \sigma f(x)[1 - f(x)]$$

i. Fungsi *sigmoid bipolar*

Output dari fungsi *sigmoid bipolar* memiliki *range* antara 1 sampai -1. Secara matematis, fungsi *sigmoid bipolar* dirumuskan sebagai berikut

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

$$\text{dengan: } f'(x) = \frac{\sigma}{2} [1 + f(x)][1 - f(x)]$$

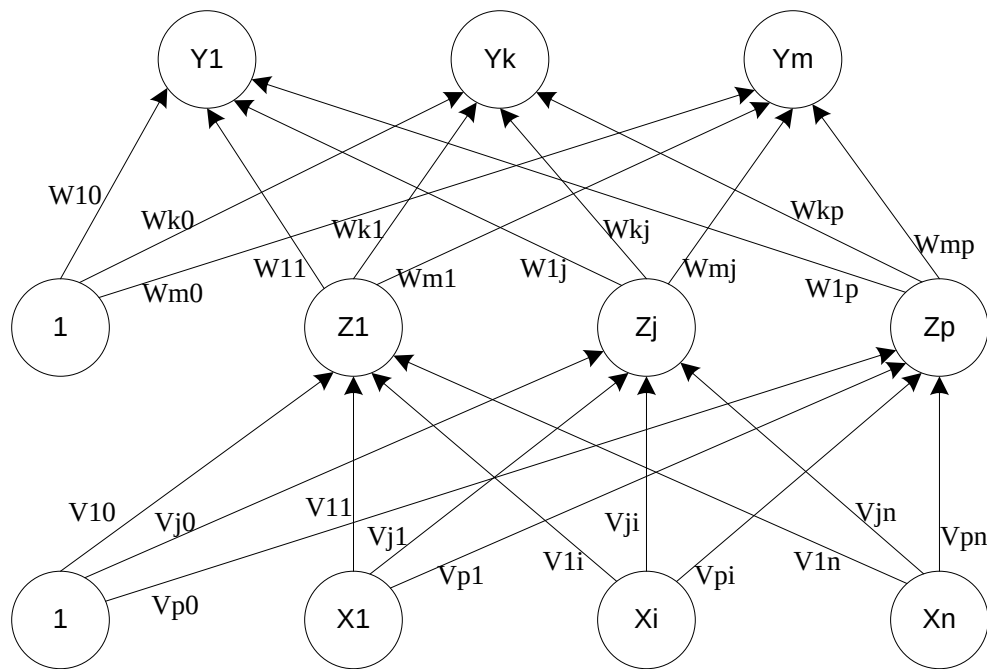
2.1.13 ANN Backpropagation

Backpropagation atau propagasi balik pertama kali dicetuskan oleh Paul Werbos pada tahun 1974, kemudian dikembangkan lebih lanjut pada tahun 1986 oleh David E. Rumelhart, Geoffrey E. Hinton dan Ronald J. Williams. Metode propagasi balik pada awalnya dirancang untuk model jaringan syaraf tiruan *feedforward*. Tetapi, pada perkembangannya, metode propagasi balik diadaptasi untuk pembelajaran pada model jaringan syaraf tiruan lainnya (Erna Dwi Astuti, 2009).

2.1.14 Arsitektur Backpropagation

Backpropagation memiliki beberapa unit yang ada dalam satu atau lebih layar tersembunyi. Gambar 2.5 adalah arsitektur *backpropagation* dengan n buah masukan (ditambah sebuah bias), sebuah layar tersembunyi yang terdiri dari p unit (ditambah sebuah bias), serta m buah unit keluaran.

v_{ij} merupakan bobot garis dari unit masuk x_i ke unit layar tersembunyi z_j (v_{j0} merupakan bobot garis yang menghubungkan bias di unit masukan ke unit layar tersembunyi z_j). w_{kj} merupakan bobot dari unit layar tersembunyi z_j ke unit keluaran y_k (w_{k0} merupakan bobot dari bias di layar tersembunyi ke unit keluaran z_k) (Siang, 2005).



Gambar 2.5 Arsitektur *Backpropagation*

2.1.15 Fungsi Aktivasi

Ada beberapa fungsi aktivasi yang digunakan di dalam metode *backpropagation*.

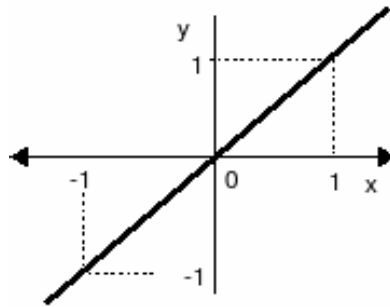
Suatu fungsi aktivasi untuk setiap sel sebuah jaringan syaraf tiruan *backpropagation* mempunyai beberapa karakteristik penting sebagai berikut:

- Harus *continue*, dapat diturunkan
- Tidak naik atau turun secara monoton (*monotonically nondecreasing*)

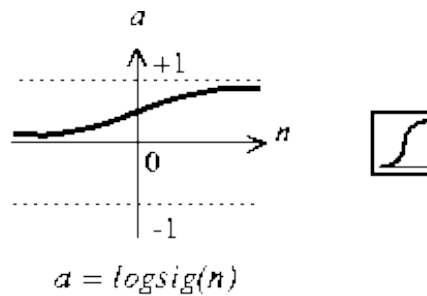
Untuk mendapatkan efisiensi perhitungan, turunannya mudah dihitung. Pada umumnya nilai turunan fungsi aktivasi dapat diperoleh dari nilai rentang tertentu (Diyah Puspitaningrum, 2006).

Fungsi aktivasi yang biasa digunakan untuk metode *backpropagation* adalah:

- Purelin atau fungsi *linear* (identitas), memiliki nilai *output* yang sama dengan nilai inputnya.

Gambar 2.6 Fungsi *linear* (identitas)

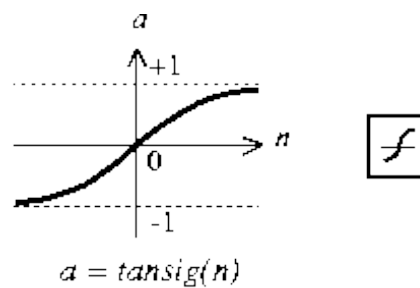
- b. Logsig (*sigmoid biner*), memiliki nilai *range* antara 0 s/d 1.



Log-Sigmoid Transfer Function

Gambar 2.7 Fungsi *sigmoid biner*

- c. Tansig (*sigmoid bipolar*), hampir sama dengan fungsi *sigmoid biner*, hanya saja *output* dari fungsi memiliki *range* antara 1 s/d -1.



Tan-Sigmoid Transfer Function

Gambar 2.8 Fungsi *sigmoid bipolar*

2.1.16 Algoritma Backpropagation

Ada tiga tahap yang harus dilakukan dalam pelatihan data. Fase pertama yaitu fase maju. Pola masukan dihitung maju mulai dari layar masukan hingga layar keluaran menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan. Fase kedua adalah fase mundur. Selisih antara keluaran jaringan dengan target yang diinginkan merupakan kesalahan yang terjadi. Kesalahan tersebut dipropagasikan mundur, dimulai dari garis yang berhubungan langsung dengan unit-unit di layar keluaran. Fase ketiga adalah tahap perubahan bobot untuk menurunkan kesalahan yang terjadi (Siang, 2005).

Algoritma pelatihan untuk jaringan dengan satu layar tersembunyi (dengan fungsi aktivasi sigmoid biner) adalah sebagai berikut:

Langkah 0 : Inisialisasi semua bobot dengan bilangan acak kecil

Langkah 1 : Jika kondisi penghentian belum terpenuhi, lakukan langkah 2-9

Langkah 2 : Untuk setiap pasang data pelatihan, lakukan langkah 3-8

Fase I : Propagasi maju (*forward propagation*)

Langkah 3 : Tiap unit masukan menerima sinyal dan meneruskannya ke unit tersembunyi di atasnya

Langkah 4 : Hitung semua keluaran di unit tersembunyi z_j ($j = 1, 2, \dots, p$)

$$z_net_j = v_{j0} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ji}$$

$$z_j = f(z_net_j) = \frac{1}{1 + e^{-z_net_j}}$$

Langkah 5 : Hitung semua keluaran jaringan di unit y_k ($k = 1, 2, \dots, m$)

$$y_net_k = w_{k0} + \sum_{j=1}^p z_j w_{kj}$$

$$y_k = f(y_net_k) = \frac{1}{1 + e^{-y_net_k}}$$

Fase II : Propagasi mundur

Langkah 6 : Hitung faktor δ unit keluaran berdasarkan kesalahan di setiap unit keluaran y_k ($k = 1, 2, \dots, m$)

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_net_k) = (t_k - y_k) y_k (1 - y_k)$$

δ_k merupakan unit kesalahan yang akan dipakai dalam perubahan bobot layar di bawahnya (langkah 7)

Hitung suku perubahan bobot w_{kj} (yang akan dipakai nanti untuk merubah bobot w_{kj}) dengan laju percepatan α

$$\Delta w_{kj} = \alpha \delta_j x_i \quad ; \quad k = 1, 2, \dots, m ; j = 0, 1, \dots, p$$

Langkah 7 : Hitung faktor δ unit tersembunyi berdasarkan kesalahan di setiap unit tersembunyi z_j ($j = 1, 2, \dots, p$)

$$\delta_{\text{net}j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{kj}$$

Faktor δ unit tersembunyi:

$$\delta_j = \delta_{\text{net}j} f'(z_{\text{net}j}) = \delta_{\text{net}j} z_j (1 - z_j)$$

Hitung suku perubahan bobot v_{ij} (yang akan dipakai nanti untuk merubah bobot v_{ij})

$$\Delta v_{kj} = \alpha \delta_j x_i \quad ; \quad j = 1, 2, \dots, p ; i = 0, 1, \dots, n$$

Tahap III : Perubahan bobot dan bias

Langkah 8 : Hitung semua perubahan bobot

Perubahan bobot garis yang menuju ke unit keluaran :

$$W_{kj}(\text{baru}) = w_{kj}(\text{lama}) + \Delta w_{kj} \quad (k = 1, 2, \dots, m ; j = 0, 1, \dots, p)$$

Perubahan bobot garis yang menuju ke unit tersembunyi :

$$V_{ji}(\text{baru}) = v_{ji}(\text{lama}) + \Delta v_{kj} \quad (j = 1, 2, \dots, p ; i = 0, 1, \dots, n)$$

Setelah pelatihan selesai dilakukan, jaringan dapat dipakai untuk pengenalan pola. Dalam hal ini, hanya perambatan maju (langkah 4 dan 5) saja yang dipakai untuk menentukan keluaran jaringan. Apabila fungsi aktivasi yang dipakai bukan sigmoid biner, maka langkah 4 dan 5 harus disesuaikan. Demikian juga turunannya pada langkah 6 dan 7.

2.1.17 MATLAB

MATLAB singkatan dari matrix laboratory, merupakan bahasa pemrograman yang dikembangkan oleh The Mathwork. Inc (<http://www.mathworks.com>) (Thomas & Y. Wahyu).

Dalam ilmu komputer, MATLAB didefinisikan sebagai bahasa pemrograman yang digunakan untuk mengerjakan operasi matematika atau operasi aljabar matriks. MATLAB merupakan sistem interaktif yang data dasarnya adalah matriks. Matriks dianggap data dasar dalam MATLAB karena semua masukan (*input*) di MATLAB dapat ditulis dalam bentuk matriks (Talib Hashim Hasan, 2005).

MATLAB merupakan perangkat lunak yang cocok dipakai sebagai alat komputasi yang melibatkan penggunaan matriks dan vektor. MATLAB dapat dengan mudah dipakai untuk menyelesaikan permasalahan sistem persamaan linier, program

linier dengan simpleks, hingga sistem yang kompleks seperti peramalan runtun waktu (*time series*), pengolahan citra, dan lain-lain (Siang, 2005).

2.1.18 Pemrograman Backpropagation dengan MATLAB

MATLAB sebagai salah satu aplikasi komputasi dalam dunia *engineering*, sudah memiliki fungsi pembentukan arsitektur jaringan syaraf tiruan dengan metode *backpropagation*. Untuk membentuk jaringan syaraf tiruan, maka perintah yang dipakai adalah sebagai berikut (Siang, 2005):

`net = newff (PR[S1 S2 ... SN], {TF1 TF2 ... TFN}, BTF, BLF, PF)`

dengan

`net` = jaringan *backpropagation* yang terdiri dari n layar

`PR` = matriks ordo $R \times 2$ yang berisi nilai minimum dan maksimum R buah elemen masukannya

`Si` = jumlah unit pada layar ke- i ($i = 1, 2, \dots, n$)

`Tfi` = fungsi aktivasi yang dipakai pada layar ke- i ($i = 1, 2, \dots, n$). *Default* = tansig (sigmoid bipolar)

`BTF` = fungsi pelatihan jaringan. *Default* = traingdx

`BLF` = fungsi perubahan bobot/bias. *Default* = learngdm

`PF` = fungsi perhitungan *error*. *Default* = mse

Dalam proses pelatihan, kita dapat memberikan parameter-parameter yang bertujuan untuk memperoleh hasil yang lebih optimal. Beberapa parameter tersebut yaitu:

- `net.trainParam.show` : dipakai untuk menampilkan frekuensi perubahan mse (*default*: setiap 25 *epoch*)
- `net.trainParam.epochs` : dipakai untuk menentukan jumlah *epoch* maksimum pelatihan (*default*: 100 *epochs*)
- `net.trainParam.goal` : dipakai untuk menentukan batas nilai mse agar iterasi dihentikan. Iterasi akan berhenti jika $mse < \text{batas}$ yang ditentukan dalam `net.trainParam.goal` atau jumlah *epoch* mencapai batas yang ditentukan dalam `net.trainParam.epochs`
- `net.trainParam.lr` : dipakai untuk menentukan laju pemahaman ($\alpha = \text{learning rate}$). *Defaultnya* = 0.01. Semakin besar nilai α , semakin cepat pula proses

pelatihan. Akan tetapi jika α terlalu besar, maka algoritma menjadi tidak stabil dan mencapai titik minimum lokal.

- `net.trainParam.time` : dipakai untuk membatasi lama pelatihan (dalam detik). Pelatihan akan dihentikan jika lamanya melebihi nilai yang ditentukan dari `net.trainParam.time`

2.2 Kajian Induktif

Kajian induktif merupakan salah satu sub bab yang menyajikan penelitian-penelitian terdahulu yang mengacu pada permasalahan *Artificial Neural Network*. Adapun penelitian-penelitian terdahulu tersebut antara lain:

Sucheta, et al (2012) dalam penelitiannya yaitu membuat alat berbasis komputer yang dapat mengklasifikasikan mobil berdasarkan kategori masing-masing mobil dengan menggunakan ANN metode *backpropagation*. Penelitian ini menggunakan 168 sampel untuk data *training* dan 384 sampel untuk data *testing*. Dalam proses pembuatan model menerapkan kombinasi TRAINLM, logsig, dan LEARNGDM yang memberikan hasil kinerja lebih baik dan efisien untuk masalah ini. Sehingga memudahkan dalam mengklasifikasikan mobil, apakah termasuk dalam mobil keluarga, *sport*, ataupun jenis mobil lainnya.

Bahar, et al (2009) melakukan penelitian untuk memprediksi dan mengklasifikasikan gejala sakit kepala pada pasien lansia menggunakan ANN *multilayerperceptron*. Pada penelitian ini diambil sampel dari 341 pasien yang telah dirawat di rumah sakit dari Maret 1999 hingga Januari 2005. Arsitektur jaringan yang digunakan yaitu 257 sampel data pelatihan dan 84 sampel data uji. Penelitian dibantu dengan *software* STATISTICA 7.0 dengan menampilkan kurva ROC. Hasil menunjukkan bahwa dalam memprediksi pasien selalu mengalami peningkatan dari bulan ke bulan yaitu, 0,895 untuk 20 bulan, 0,749 untuk 40 bulan dan untuk 60 bulan sebesar 0,825. Sehingga ANN juga dapat diterapkan dalam bidang medis di berbagai penyakit lainnya.

Reza, et al (2012) dalam penelitiannya yaitu memprediksi produksi gandum di Iran menggunakan pendekatan ANN. Untuk memprediksi produksi gandum maka dipilih faktor-faktor yang mempengaruhinya yaitu terdapat 8 *input* yang datanya diambil selama 18 tahun. Maksimal jumlah neuron pada *hidden layer* pertama diajalankan 100 kali. Hasil yang didapat terlihat dari ANN yang memiliki MAPE

terendah, hasil nilai *output* sesungguhnya dengan analisis ANN reaktif mendekati dari tahun 2002 hingga 2006. Jadi, ANN yang diusulkan cocok untuk memprediksi produksi gandum.

Santhosh, et al (2010) dalam penelitiannya yaitu sistem peramalan cuaca yang efisien menggunakan ANN *backpropagation*. Dalam penelitian ini, grafik *error backpropagation* menjelaskan bahwa kesalahan akan meningkat ketika iterasi yang digunakan sedikit dan sebaliknya, ide yang diusulkan diuji dengan data *real time*. Data *training* yang digunakan dalam penelitian sebanyak 200 data. Kinerja ANN ditunjukkan oleh nilai RMSE sebesar 2,16%. Hasil proses data cuaca *real time* dengan metode *backpropagation* menunjukkan peningkatan bahwa tidak hanya dalam prediksi model saja, tetapi lebih dari perkiraan layanan cuaca departemen meteorologi.

Antonio, et al (2012) melakukan penelitian terhadap prediksi konsumsi listrik rumah tangga menggunakan Elman *Artificial Neural Network* atau jaringan syaraf berulang. Tujuan dari penelitian ini adalah penilaian dari pengaruh penggunaan AC pada permintaan listrik. Hasil yang didapat dengan menggunakan jaringan syaraf berulang yaitu presentase kesalahan prediksi dihitung pengujian selama seminggu untuk kesalahan rata sebesar 1,5% dan 4,6% untuk kesalahan maksimum.

Adem, et al (2012) melakukan penelitian terhadap kekasaran permukaan dan kesalahan lubang pada pengeboran AISI 316 stainless steel dengan menerapkan metode Taguchi. Dalam penelitian ini, optimalisasi parameter pengeboran dilakukan untuk mendapatkan kekasaran permukaan dan kesalahan lubang yang optimal dalam pengeboran AISI 316 *stainless steel*. Penelitian menggunakan *orthogonal array* L8(2³), ditemukan bahwa kecepatan potong (78,11%) memiliki pengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan dan kecepatan potong (35,352%) dan laju umpan (35,352%) memiliki pengaruh signifikan terhadap kesalahan lubang. Kualitas kerugian (52,36%) dari kekasaran permukaan yang diperoleh pada kombinasi optimal adalah kecepatan potong sebesar 14 m/min dan tingkat pakan 0,08 mm/rev. Sedangkan kerugian kualitas kesalahan lubang diperoleh pada kombinasi optimal menjadi 51,76%.

Shilpa dan Naidu (2012) dalam penelitiannya yaitu peningkatan kualitas eksperimen multirespon melalui metode *robust design*. Dalam penelitian ini, percobaan multirespon dilakukan untuk meningkatkan kualitas poros penggerak *rotary* selama proses operasi menggunakan *robust design*. Karakteristik yang dipertimbangkan disini adalah diameter pin (NTB), variasi diameter sumber (STB) dan kerusakan gigi (fraksi

cacat). *Orthogonal array* yang dipilih yaitu L9, eksperimen dilakukan dengan empat faktor kontrol dan satu faktor *noise*. Eksperimen konfirmasi dilakukan untuk perbaikan tiap parameter, diketahui untuk respon diameter pin menghasilkan 1,16 dB, variasi diameter sumber sebesar 0.016 dB, dan untuk fraksi cacat sebesar 6.149 dB.

Wimalin dan James (2005) dalam penelitiannya yaitu desain eksperimen taguchi untuk optimasi proses manufaktur menggunakan data historis dan model *neural network*. Pada penelitian ini menggunakan dua teknik yang terpisah yaitu, pendekatan retrospektif taguchi dengan memilih data percobaan yang dirancang dari sebuah *database* historis, sementara pendekatan Taguchi-Neural Network (NN), data yang digunakan untuk memperkirakan respon proses dalam pengaturan eksperimen. Penelitian ini menggunakan data produksi riil dari aplikasi *aerospace*. Penelitian ini menunjukkan bahwa kedua teknik tersebut dapat digunakan untuk mendapatkan pemahaman proses dan mengidentifikasi faktor-faktor secara signifikan.

BAB III

METODE PENELITIAN

Penelitian ini difokuskan pada perancangan *setting* level optimal dalam penentuan kualitas tekstur keripik tahu. Dalam bab ini menjelaskan mengenai tata cara penelitian dan tahap-tahap penelitian yang akan dijelaskan menggunakan diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.

3.1 Objek Penelitian

Objek penelitian dilakukan di pabrik keripik tahu UKM Gunung Merapi yang beralamat di Jl. Parang Tritis Prancak Weden, Panggung Harjo, Sewon, Kabupaten Bantul Yogyakarta.

3.2 Penentuan Variabel Respon

Variabel respon merupakan variabel yang perubahannya tergantung pada variabel-variabel lain. Dalam merencanakan suatu eksperimen harus dipilih dan ditentukan variabel respon mana yang akan diselidiki. Dalam hal ini, ditentukan pula karakteristik kualitas yang akan diukur sebagai variabel respon dari eksperimen yang akan dioptimalkan. Penentuan variabel respon dilakukan dengan wawancara langsung kepada pemilik UKM keripik tahu.

3.3 Penentuan Faktor Berpengaruh

Pada tahap ini ditentukan faktor-faktor apa saja yang dapat berpengaruh terhadap karakteristik kualitas produk. Penentuan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap karakteristik kualitas produk ini dilakukan dengan wawancara kepada pemilik UKM keripik tahu. Dalam penelitian ini, faktor yang berpengaruh yang dimaksud adalah faktor kontrol (terkendali). Dimana faktor kontrol adalah faktor yang nilainya dapat diatur atau dikendalikan. Sedangkan untuk faktor gangguan (*noise*) tidak digunakan dalam penelitian ini.

3.4 Penentuan Level Faktor

Tahap selanjutnya ialah penentuan level faktor. Pemilihan jumlah level bertujuan untuk mengetahui ketelitian hasil percobaan. Semakin banyak level yang diteliti maka hasil percobaan akan lebih teliti karena data yang diperoleh akan lebih banyak. Sumber data dalam penentuan level faktor ini didapat dari data UKM yang merupakan hasil kombinasi dari pengalaman para operator/karyawan keripik tahu. Eksperimen keripik tahu ini dilakukan dengan kombinasi tepung beras sebanyak 200 gram dan 1 balok garam ukuran 100 gram yang dicampurkan ke dalam $\frac{1}{2}$ ember air ukuran 25 liter untuk tiap eksperimennya.

3.5 Perhitungan Derajat Kebebasan

Perhitungan derajat bebas dilakukan untuk menghitung jumlah minimum eksperimen yang harus dilakukan untuk menyelidiki faktor yang diamati. Perhitungan derajat kebebasan dan kombinasi yang diusulkan nantinya akan mempengaruhi pemilihan dalam tabel *orthogonal array* untuk tahap selanjutnya.

Derajat kebebasan faktor-faktor dan level-level, (V_f) untuk menghitung jumlah level yang harus diuji pengamatan pada sebuah faktor, bentuk persamaannya adalah sebagai berikut:

$$V_f = (\text{banyaknya level} - 1)$$

Bentuk persamaan umum derajat kebebasan (*Orthogonal Array*), (V_{OA}), dalam menentukan jumlah eksperimen yang akan diamati adalah sebagai berikut:

$$V_{OA} = (\text{banyaknya eksperimen} - 1)$$

Dan persamaan derajat kebebasan untuk mengetahui derajat kebebasan dari sebuah matriks eksperimen atau total derajat kebebasan adalah:

$$\text{Total } V_f = (\text{banyaknya faktor}) \cdot (V_f)$$

3.6 Pemilihan Orthogonal Array

Dalam memilih jenis *Orthogonal Array* yang sesuai, diperlukan suatu persamaan dari *Orthogonal Array* tersebut yang mempresentasikan jumlah faktor, jumlah level, dan jumlah pengamatan yang dilakukan. Bentuk umum dari model *Orthogonal Array* adalah:

$$L_a = (b^c) \dots\dots\dots 3.1$$

dimana: L = rancangan bujursangkar latin

a = banyak baris/eksperimen

b = banyak level

c = banyak kolom/faktor

3.7 Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik mempunyai peranan penting dalam penerapan kualitas. Dalam penelitian ini pengujian produk menggunakan indera peraba dan indera perasa, karena dalam penelitian fokus utama yang dicari adalah kualitas tekstur keripik tahu. Pada tahap ini, data uji organoleptik didapat dengan cara memberikan kuesioner kepada 10 orang (panelis) yang dikhususkan untuk orang pembuat keripik tahu dan orang yang sering mengonsumsi keripik tahu, diantaranya adalah 5 orang karyawan pembuat keripik tahu di UKM dan 5 orang yang sering mengonsumsi keripik tahu (hanya orang dewasa saja). Tujuan pemberian kuesioner ini agar para panelis dapat dengan jelas menentukan faktor mana yang sangat berpengaruh terhadap kualitas dan hasil kerenyahan dari tekstur keripik tahu, sehingga diharapkan hasil pengujian dari eksperimen ini mendekati benar. Setelah mengetahui hasil dari uji organoleptik, data-data hasil uji akan diolah ke dalam *software Microsoft Excel* yang nantinya akan digunakan dalam menganalisa hasil eksperimen selanjutnya.

3.8 Pembangunan Model ANN

Dalam tahap ini, akan dilakukan pengolahan data dan pembangunan model menggunakan metode *Artificial Neural Network* (ANN) dengan metode *Backpropagation* yang dibantu *software MATLAB*. Pada tahap ini, data hasil uji organoleptik yang berasal dari *Microsoft Excel* dihubungkan ke *MATLAB* yang kemudian akan dibentuk sebuah model. Pada ANN, nilai *input* yang berasal dari faktor-faktor yang berpengaruh akan diproses untuk menghasilkan nilai *output* berupa nilai target tekstur keripik tahu.

3.9 Pelatihan Jaringan

Pada pelatihan jaringan, diambil 17 data sampel yang diambil secara acak dari hasil uji organolpetik yang sudah diolah pada *Microsoft Excel*. Dalam pelatihan jaringan tersebut akan membentuk sebuah model yang dapat menghasilkan *output* jaringan berupa target tekstur keripik tahu dengan mengetahui maksimum *epoch* pelatihan jaringan dan hasil *Mean Squared Error*. Perbandingan *output* hasil eksperimen dan *output* jaringan akan dilihat pada grafik plot yang terbentuk dari pemodelan MATLAB.

3.10 Pengujian Data

Langkah selanjutnya adalah pengujian data. Dalam tahap ini, terdapat beberapa data yang akan dimasukkan ke dalam model yang telah dibangun guna mengetahui apakah model yang dibangun berhasil atau tidak dalam menentukan kualitas keripik tahu. Data yang digunakan berasal dari 10 data sampel yang diambil secara acak dari hasil desain eksperimen yang sudah diolah pada *Microsoft Excel*. Setelah mendapatkan hasil *output* jaringan, kemudian dilakukan perhitungan *Mean Squared Error*. *Mean Squared Error* adalah fungsi kinerja yang sering digunakan untuk ANN *backpropagation* dimana fungsi ini akan mengambil rata-rata kuadrat *error* yang terjadi antara *output* eksperimen dan *output* jaringan. Berikut adalah langkah-langkah perhitungan d rumus *Mean Squared Error*.

- Hitung hasil keluaran jaringan yang dimasukkan ke dalam MATLAB
- Hitung selisih antara *output* hasil eksperimen dengan *output* jaringan
- Kuadratkan setiap selisih *output*
- Jumlahkan semua kuadrat selisih
- Bagi hasil penjumlahan tersebut dengan jumlah data sampel

Rumus dari *Mean Squared Error*:

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n}$$

Keterangan:

- e_i^2 : selisih antara *output* eksperimen – dengan *output* jaringan
 n : jumlah data sampel

Setelah melakukan pengujian data menggunakan 10 data. Selanjutnya melakukan pengujian data kembali menggunakan 15 data sampel secara acak. Hal ini dilakukan guna mengetahui apakah pelatihan jaringan dapat memprediksi nilai *output* tekstur keripik tahu yang mendekati nilai target ketika dimasukkan nilai *input* yang berbeda-beda. Pengujian data ini langsung menunjukkan hasil *output* yang mendekati nilai target.

3.11 Pembahasan

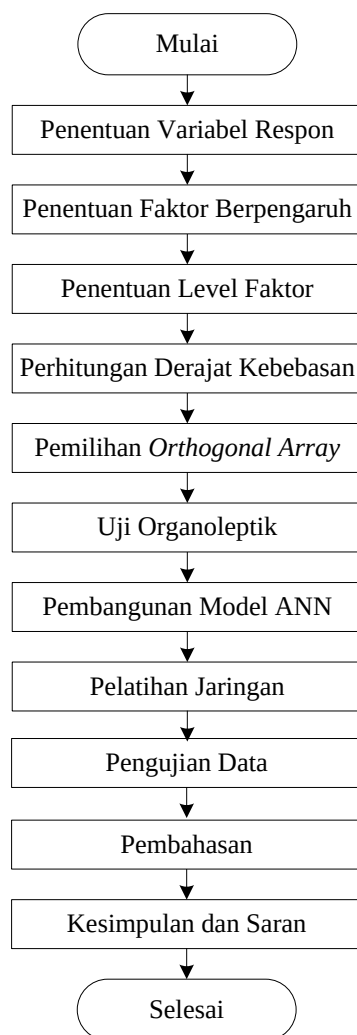
Setelah data diolah menggunakan pemodelan ANN, selanjutnya dilakukan pembahasan menggunakan eksperimen konfirmasi. Tujuan dari eksperimen konfirmasi yaitu untuk memvalidasi terhadap kesimpulan yang diperoleh dari eksperimen sebelumnya. Pada eksperimen konfirmasi ini dilakukan uji organoleptik kedua kepada 10 orang panelis yang dimana hasil pengujian data dengan 15 data tersebut diambil dengan melihat nilai *output* tekstur keripik tahu kemudian dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu tidak baik, kurang baik dan sangat baik. Eksperimen konfirmasi tersebut akan membandingkan apakah nilai *output* hasil pengujian data dan nilai *output* hasil uji organoleptik mendekati nilai target renyah.

3.12 Kesimpulan dan Saran

Tahap ini berisi tentang penjelasan dari hasil akhir penelitian. Saran mengusulkan beberapa ide ataupun perbaikan untuk penelitian berikutnya yang terkait dalam bidang penelitian tersebut.

3.13 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian adalah sebuah diagram yang menggambarkan tahapan-tahapan penelitian yang akan dilakukan. Berikut diagram alir penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam penelitian. Pada penelitian ini pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara dilaksanakan pada tanggal 22 Februari 2014.

4.2 Tahapan Proses Pembuatan Keripik Tahu

Adapun tahapan proses pembuatan keripik tahu dalam untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Perendaman

Proses pertama tahu terlebih dahulu direndam dalam $\frac{1}{2}$ ember air ukuran 25 liter yang telah diisi 200 gram tepung beras dan 1 balok garam ukuran 100 gram selama 10 menit. Kemudian tahu diangkat dan didiamkan selama 2 menit agar bumbu meresap.

b. Pemotongan Tahu

Tahu yang sudah direndam kemudian dipotong menjadi 2 bagian. Dari masing-masing bagian tersebut dipotong lagi menjadi 4 bagian sama rata.

c. Penggorengan Tahu

Penggorengan tahu menggunakan alat wajan besar dan kompor mawar berbahan bakar gas dengan api sedang. Masing-masing wajan diisi minyak sebanyak 2 liter. Tahu yang sudah dipotong lalu digoreng sambil diaduk-aduk pelan hingga tahu setengah matang.

d. Penirisan

Setelah digoreng kemudian tahu ditiriskan menggunakan mesin *spinner* selama 2 menit agar kadar air dan minyak yang ada di dalam tahu keluar.

e. Pemanasan

Tahu yang sudah ditiriskan lalu dimasukkan ke dalam *microwave* untuk dipanaskan sesuai dengan lama dan suhu yang sudah ditetapkan. Hal ini dilakukan untuk pematangan tahu lebih lanjut.

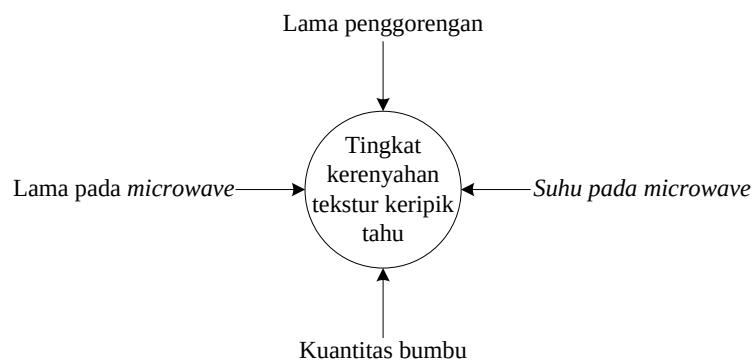
- f. Pendinginan pada Suhu Ruangan
Tahu yang sudah matang dan telah menjadi keripik tahu kemudian dianginkan sampai dingin pada suhu ruangan.
- g. Persiapan Bumbu
Bumbu ditimbang sesuai dengan ukuran yang telah ditetapkan. Bumbu yang digunakan dalam penelitian ini dikhususkan menggunakan bumbu *barbeque*.
- h. Pencampuran Tahu dan Bumbu
Bumbu yang telah ditimbang dicampur dengan keripik tahu ke dalam stoples dan diaduk sampai bumbu tercampur rata dengan keripik tahu.
- i. Pengemasan
Tahu yang telah menyatu dengan bumbu kemudian dibungkus dan dikemas ke dalam plastik kemasan 100 gram menggunakan alat *sealer* dan siap untuk dipasarkan.

4.3 Penentuan Variabel Respon

Pada penelitian ini, penentuan variabel respon dilakukan dengan wawancara kepada pemilik UKM. Dari wawancara tersebut didapatkan bahwa salah satu karakteristik yang menjadi ukuran kualitas produk adalah tekstur keripik tahu. Dengan demikian, ditetapkan variabel respon dalam penelitian ini adalah tingkat kerenyahan tekstur keripik tahu. Tekstur keripik tahu memiliki nilai target “renyah”. Karakteristik kualitas dari variabel respon adalah semakin mendekati nilai tertentu, maka hasil tekstur yang dicapai akan semakin baik, sehingga karakteristik yang digunakan yaitu *nominal the best*.

4.4 Penentuan Faktor Berpengaruh

Dalam menentukan faktor berpengaruh, terdapat faktor-faktor yang berpengaruh terhadap karakteristik kualitas produk berdasarkan identifikasi yang telah dilakukan melalui wawancara dengan pemilik UKM. Faktor-faktor yang dipilih disesuaikan dengan keadaan di UKM Gunung Merapi khususnya pada proses produksi. Faktor-faktor yang dilibatkan dalam eksperimen ini dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4.1 Faktor Berpengaruh

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap tingkat kerenyahan tekstur keripik tahu adalah sebagai berikut:

a. Lama penggorengan.

Lama penggorengan dapat mempengaruhi kerenyahan tekstur keripik tahu. Jika lama penggorengan semakin cepat maka tekstur keripik tahu belum matang atau liat karena masih terdapat banyak kadar air dan minyak yang terkandung di dalam tahu. Sebaliknya, jika lama penggorengan semakin lama maka tekstur akan kasar karena kadar air dan minyak yang terdapat dalam tahu semakin berkurang sehingga tahu cepat matang.

b. Suhu pada *microwave*

Suhu pada *microwave* berfungsi untuk memanaskan keripik tahu yang sudah diangkat dari penggorengan agar keripik tahu menjadi lebih kering sehingga menghasilkan tekstur yang sesuai.

c. Lama pada *microwave*

Lama pada *microwave* juga berpengaruh terhadap kerenyahan tekstur keripik tahu. Semakin cepat lama pada *microwave* maka tekstur yang dihasilkan akan liat. Begitu pula sebaliknya, semakin lama waktu pada *microwave* maka tekstur keripik yang didapat akan semakin kasar, cepat gosong dan hangus.

d. Kuantitas bumbu

Kuantitas bumbu berpengaruh pada saat keripik dikonsumsi. Apabila kuantitas bumbu sedikit maka pada saat dikonsumsi tekstur terasa tetapi kurang enak

dilidah dan pada saat ditelan. Apabila kuantitas bumbu banyak maka tekstur terasa serat dan tidak enak ketika dikonsumsi.

(Sumber: wawancara pemilik UKM)

4.5 Penentuan Level Faktor

Level faktor yang digunakan dalam penelitian yaitu 3 level dan 4 faktor. Untuk faktor lama penggorengan, suhu pada *microwave*, lama pada *microwave*, dan kuantitas bumbu pada level 2 dan level 3 dibuat dengan nilai lebih tinggi karena dari ke-4 faktor ini diduga mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap tekstur keripik sehingga diharapkan keripik yang dihasilkan akan memiliki tekstur yang renyah. Penentuan level yang ditentukan untuk masing-masing faktor berpengaruh dijelaskan pada Tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1 Level Faktor Kendali

Faktor Kendali	Satuan	Level 1	Level 2	Level 3
A. Lama penggorengan	Menit	3	7	10
B. Suhu pada <i>microwave</i>	-	<i>Low</i>	<i>Medium</i>	<i>High</i>
C. Lama pada <i>microwave</i>	Menit	10	13	16
D. Kuantitas bumbu	Gram	5	7,5	10

Keterangan Tabel 4.1 di atas adalah sebagai berikut:

a. Lama penggorengan

Lama penggorengan mempengaruhi kualitas tesktur keripik tahu. Apabila waktu penggorengan dibawah 3 menit maka tekstur keripik tahu belum matang atau liat karena masih terdapat banyak kadar air dan minyak yang terkandung di dalam tahu. Apabila 7 menit maka tekstur kurang renyah karena kematangan tahu belum merata. Sedangkan diatas 10 menit maka tekstur akan kasar karena kadar air dan minyak yang terdapat dalam tahu semakin berkurang sehingga tahu cepat matang.

b. Suhu pada *microwave*

Apabila menggunakan suhu *low* maka tekstur kurang matang atau liat. Bila menggunakan suhu *medium* maka kematangan keripik belum merata dan mengakibatkan tekstur kurang renyah. Apabila menggunakan suhu *high* tekstur yang terbentuk akan renyah bahkan jika terlalu lama akan kasar.

c. Lama pada *microwave*

Semakin lama waktu pada *microwave* maka tekstur keripik yang didapat akan semakin kasar, begitu pula sebaliknya. Apabila lama pada *microwave* 10 menit, maka tekstur yang didapat adalah liat. Bila menggunakan 13 menit maka tekstur matang tetapi tidak merata. Dan bila di atas 16 menit maka tekstur keripik akan cepat gosong dan hangus.

d. Kuantitas bumbu

Kuantitas bumbu mempengaruhi tekstur keripik pada saat dikonsumsi. Bila bumbu dibawah 5 gram maka pada saat dikonsumsi tekstur terasa tetapi kurang enak dilidah dan pada saat ditelan. Bila bumbu 7,5 gram maka tesktur terasa dan enak ketika dikonsumsi. Bila bumbu di atas 10 gram maka tekstur terasa serat dan tidak enak ketika dikonsumsi.

(Sumber: wawancara karyawan UKM)

4.6 Perhitungan Derajat Kebebasan

Perhitungan jumlah derajat kebebasan dalam penelitian ini akan dijabarkan di bawah ini.

a. Derajat Kebebasan Faktor dan Level (V_f)

$$\begin{aligned} V_f &= (3-1) \\ &= 2 \end{aligned}$$

b. Derajat Kebebasan *Orthogonal Array*

$$\begin{aligned} V_{OA} &= (9-1) \\ &= 8 \end{aligned}$$

c. Total Derajat Kebebasan

$$\begin{aligned} \text{Total } V_f &= (4) \cdot (2) \\ &= 8 \end{aligned}$$

Orthogonal array yang terpilih adalah L9, karena $V_{OA} \geq \text{total } V_{fl}$, dengan $V_{OA} = 9 - 1 = 8$, sedang total $V_{fl} = 8$, maka berlaku hubungan $V_{OA} \geq V_{fl} = 8 \geq 8$. Sehingga hasil perhitungan derajat bebas yang harus dilakukan dalam eksperimen tersebut adalah $L9(3^4)$.

4.7 Pemilihan Orthogonal Array

Telah diketahui pada perhitungan derajat bebas untuk melakukan eksperimen menggunakan *orthogonal array* $L9(3^4)$. Dimana $L9(3^4)$ yaitu terdiri dari 9 eksperimen, 3 level dan 4 faktor. Berikut *orthogonal array* $L9(3^4)$ dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.2 *Orthogonal Array* $L9(3^4)$ standar

<i>Trial Number</i>	<i>Column Number</i>			
	Faktor A	Faktor B	Faktor C	Faktor D
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

Dalam penelitian ini data yang akan diambil adalah 27 data, sehingga ditambahkan 18 data yang diambil secara acak dari *full factorial orthogonal array* $L9(3^4)$. Pengambilan secara acak ini dilakukan untuk meratakan pengaruh dari faktor-faktor yang tidak dapat dikendalikan pada semua unit eksperimen, memberikan kesempatan yang sama pada

semua unit eksperimen dan mendapatkan hasil pengamatan yang bebas satu sama lain. Berikut 18 data *orthogonal array* L9 (3^4) dapat dilihat pada tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.3 18 Data *Orthogonal Array* L9 (3^4)

<i>Trial Number</i>	<i>Column Number</i>			
	Faktor A	Faktor B	Faktor C	Faktor D
10	1	1	1	2
15	1	3	1	1
21	1	2	2	1
27	1	1	3	2
30	1	2	3	2
34	2	1	2	1
37	2	2	2	1
42	2	1	3	3
46	2	2	3	2
49	2	3	3	2
52	2	1	1	2
58	3	1	3	3
63	3	3	3	2
66	3	1	1	2
69	3	2	1	2
72	3	3	1	3
78	3	2	2	3
81	3	3	2	3

4.8 Pengujian Organoleptik untuk Respon Tekstur

Penilaian terhadap tekstur keripik tahu diberikan skor mulai dari 1-5, dengan urutan tingkat kerenyahan sebagai berikut: 1 = liat, 2 = kurang renyah, 3 = renyah, 4 = kasar, 5 = sangat kasar. Penentuan skor tersebut dengan gambaran kondisi keripik tahu hasil eksperimen sebagai berikut: (1) dapat dikatakan liat apabila keripik kempis, tekstur lentur dan tidak matang; (2) kurang renyah apabila kematangan keripik secara keseluruhan tidak merata; (3) renyah apabila ketika digigit terasa kriuk dan berwarna kuning sampai kuning kecoklatan; (4) kasar apabila tekstur dipegang kasar dan bergelombang tetapi tidak mudah rapuh; sedangkan untuk (5) sangat kasar apabila tekstur keripik gosong (hitam), berbau hangus, dan mudah rapuh. Dalam penelitian ini menggunakan 27 data sampel, yaitu 9 data yang terdapat dari hasil pemilihan *orthogonal array* dan 18 data diambil secara *random* dari beberapa data hasil *orthogonal array* L9 (34). Dapat dilihat pada Tabel 4.4 data hasil eksperimen terhadap tekstur yang diperoleh dari rata-rata nilai uji organoleptik.

Tabel 4.4 Uji Organoleptik untuk Respon Tekstur 1

INPUT					Uji Organoleptik										OUTPUT
No. Eksperimen	Faktor A	Faktor B	Faktor C	Faktor D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
1	3 m	Low	10 m	5 gr	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	3 m	Med	13 m	7,5 gr	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	3 m	High	16 m	10 gr	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2,1
4	3 m	Low	10 m	7,5 gr	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	3 m	High	10 m	5 gr	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6	3 m	Med	13 m	5 gr	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	3 m	Low	16 m	7,5 gr	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	3 m	Med	16 m	7,5 gr	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1,2
9	7 m	Low	13 m	10 gr	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	7 m	Med	16 m	5 gr	2	3	2	3	2	3	2	2	3	2	2,4
11	7 m	High	10 m	7,5 gr	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2,8
12	7 m	Low	13 m	5 gr	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	7 m	Med	13 m	5 gr	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2	2,3
14	7 m	Low	16 m	10 gr	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	7 m	Med	16 m	7,5 gr	3	3	2	2	3	2	2	3	2	3	2,5
16	7 m	Low	10 m	7,5 gr	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	10 m	Low	16 m	7,5 gr	4	4	4	3	4	3	4	4	3	4	3,7
18	10 m	Med	10 m	10 gr	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
19	10 m	High	13 m	5 gr	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4,8
20	10 m	Low	16 m	10 gr	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3,8
21	10 m	High	16 m	7,5 gr	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
22	10 m	Low	10 m	7,5 gr	4	3	3	3	4	3	3	4	3	4	3,4
23	10 m	Med	10 m	7,5 gr	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
24	10 m	High	10 m	10 gr	5	5	4	4	5	5	5	4	4	5	4,6
25	10 m	Low	13 m	10 gr	4	4	3	3	3	4	4	3	4	4	3,6
26	10 m	Med	13 m	10 gr	4	4	4	4	4	5	4	5	4	5	4,3
27	10 m	High	13 m	10 gr	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

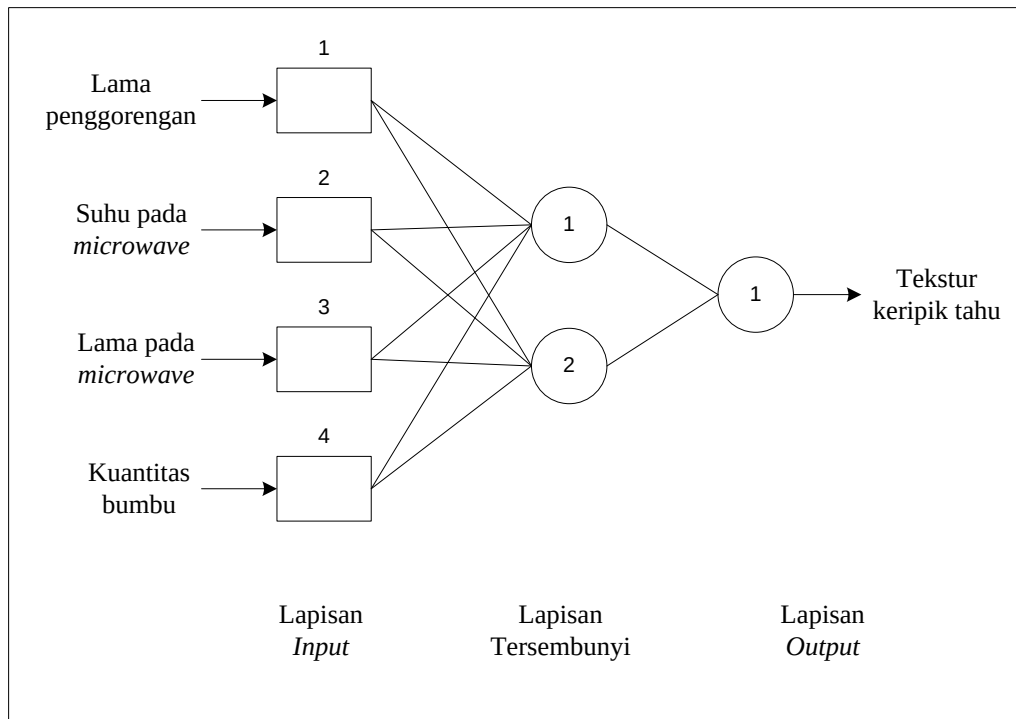
Dilihat dari hasil eksperimen pengujian organoleptik terhadap respon tekstur, yang hampir mendekati nilai target “renyah” dengan penilaian skor 3 adalah nomor eksperimen ke-11 yang memiliki nilai *output* sebesar 2,8 yaitu dengan *input* lama penggorengan 7 menit, suhu pada *microwave high*, lama pada *microwave* 10 menit dan kuantitas bumbu sebanyak 7,5 gram.

4.9 Pembangunan ANN Backpropagation

Pembangunan model dalam penelitian ini menggunakan aplikasi *Artificial Neural Network* (ANN) dengan metode *Backpropagation* yang dibantu oleh *software* MATLAB. *Artificial Neural Network* (ANN) memiliki tiga lapisan, yaitu lapisan *input*, lapisan tersembunyi dan

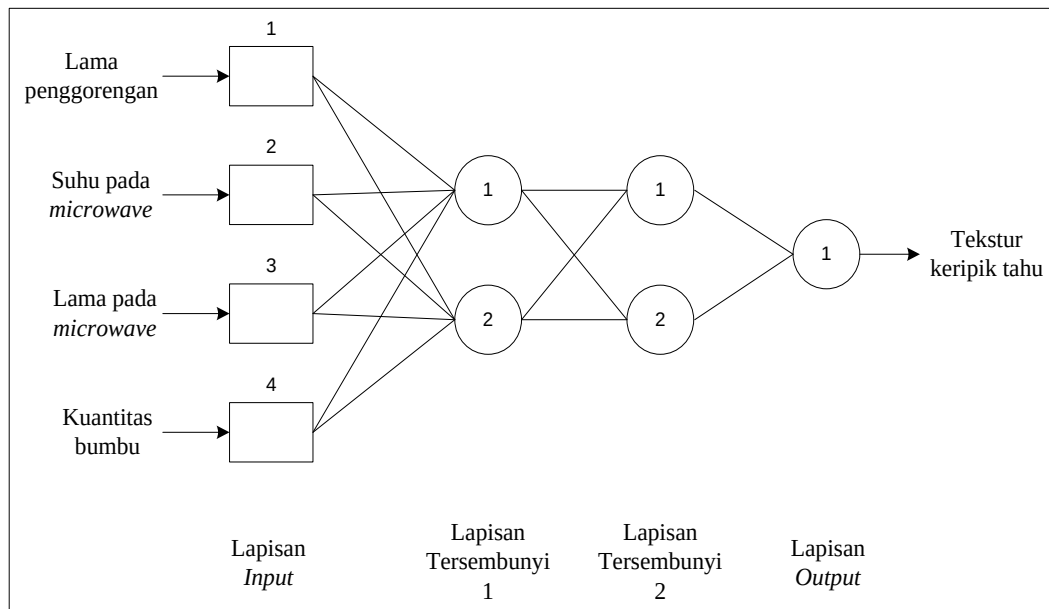
lapisan *output*. Pada penelitian ini mencoba menggunakan 2 buah model arsitektur yang telah ditentukan oleh peneliti yang akan digunakan dalam pelatihan jaringan. Percobaan 2 buah model arsitektur ini dilakukan guna mendapatkan hasil yang paling baik. Berikut 2 model arsitektur yang akan digunakan:

- a. Model 1. Lapisan *input* terdiri dari 4 neuron, lapisan *output* terdiri dari 1 neuron dan lapisan tersembunyi yang digunakan adalah satu lapisan tersembunyi yang terdiri dari 2 neuron. Berikut arsitektur jaringan ANN *Backpropagation* dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Arsitektur Jaringan ANN *Backpropagation* Model 1

- b. Model 2. Lapisan *input* terdiri dari 4 neuron, lapisan *output* terdiri dari 1 neuron dan lapisan tersembunyi yang digunakan adalah dua lapisan tersembunyi yang terdiri dari 2 neuron dan 2 neuron. Berikut arsitektur jaringan ANN *Backpropagation* dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Arsitektur Jaringan ANN *Backpropagation* Model 2

Gambar 4.2 dan 4.3 menunjukkan bentuk dari arsitektur jaringan ANN *Backpropagation* yang akan digunakan pada pelatihan jaringan. Dapat dilihat bahwa untuk lapisan *input* terdiri dari empat *input*, yaitu lama penggorengan, suhu pada *microwave*, lama pada *microwave* dan kuantitas bumbu, sedangkan untuk lapisan *output* adalah tekstur keripik tahu.

4.10 Pelatihan Jaringan

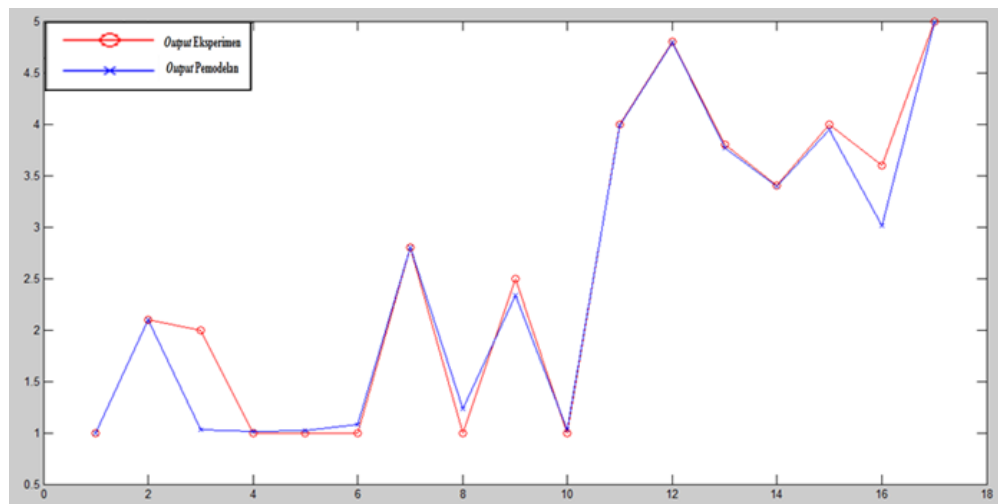
Dalam implementasi model menggunakan MATLAB, data-data eksperimen yang sebelumnya telah diolah dengan *Microsoft Excel* kemudian dihubungkan ke dalam MATLAB. Pelatihan jaringan menggunakan 17 data sampel yang diambil secara acak dari hasil uji organoleptik yang sudah diolah pada *Microsoft Excel*. Berikut adalah tabel 17 data dapat dilihat pada Tabel 4.5 di bawah ini.

Tabel 4.5 Data Pelatihan Jaringan

No.	No. Eksperimen	Lama penggorengan	Suhu pada <i>microwave</i>	Lama pada <i>microwave</i>	Kuantitas bumbu	Output
1	1	3 m	<i>Low</i>	10 m	5 gr	1
2	3	3 m	<i>High</i>	16 m	10 gr	2,1
3	5	3 m	<i>High</i>	10 m	5 gr	2
4	6	3 m	<i>Med</i>	13 m	5 gr	1
5	7	3 m	<i>Low</i>	16 m	7,5 gr	1
6	9	7 m	<i>Low</i>	13 m	10 gr	1
7	11	7 m	<i>High</i>	10 m	7,5 gr	2,8
8	12	7 m	<i>Low</i>	13 m	5 gr	1
9	15	7 m	<i>Med</i>	16 m	7,5 gr	2,5
10	16	7 m	<i>Low</i>	10 m	7,5 gr	1
11	18	10 m	<i>Med</i>	10 m	10 gr	4
12	19	10 m	<i>High</i>	13 m	5 gr	4,8
13	20	10 m	<i>Low</i>	16 m	10 gr	3,8
14	22	10 m	<i>Low</i>	10 m	7,5 gr	3,4
15	23	10 m	<i>Med</i>	10 m	7,5 gr	4
16	25	10 m	<i>Low</i>	13 m	10 gr	3,6
17	27	10 m	<i>High</i>	13 m	10 gr	5

Dalam pelatihan jaringan ANN *Backpropagation*, parameter-parameter pelatihan ditentukan oleh peneliti. Untuk model arsitektur 1 menggunakan jenis fungsi aktivasi fungsi logsig (*sigmoid biner*) pada lapisan tersembunyi dan purelin (*linear*) pada lapisan *output*, algoritma pelatihan yang digunakan adalah trainlm, *learning rate* sebesar 0.01 dengan maksimum iterasi sebesar 1000 *epoch*. Hasil yang didapat dalam pelatihan ini mencapai target pada *epoch* ke 12 dengan MSE (*Mean Squared Error*) sebesar 0,0812.

Sedangkan untuk model arsitektur 2 menggunakan jenis fungsi aktivasi logsig (sigmoid biner) pada lapisan tersembunyi dan purelin (*linear*) pada lapisan *output*, algoritma pelatihannya adalah traingda, *learning rate* sebesar 0.01 dengan maksimum iterasi sebesar 1000 *epoch*. Hasil mencapai target pada *epoch* ke 34 dengan MSE (*Mean Squared Error*) yang didapat dari arsitektur 2 sebesar 0.9478. Dari hasil pelatihan jaringan, maka hasil yang paling baik adalah model arsitektur 1 dengan MSE terkecil yaitu 0.0812. Hasil eksperimen dari desain eksperimen yang telah digunakan untuk pelatihan jaringan akan mensimulasikan untuk mendapatkan *output*. Gambar 4.4 di bawah ini menunjukkan grafik plot pelatihan jaringan yang telah didapat.



Gambar 4.4 Grafik plot pelatihan jaringan

Pada gambar di atas terdapat perbandingan 2 data, yaitu *output* eksperimen dan *output* pemodelan. Garis berwarna merah menunjukkan nilai *output* berdasarkan hasil eksperimen, sedangkan garis berwarna biru menunjukkan nilai *output* berdasarkan hasil pemodelan pada MATLAB. Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa ANN *Backpropagation* dapat belajar mengenali pola, dimana grafik jaringan dapat mengikuti gerak laju data yang ada.

4.11 Pengujian Data

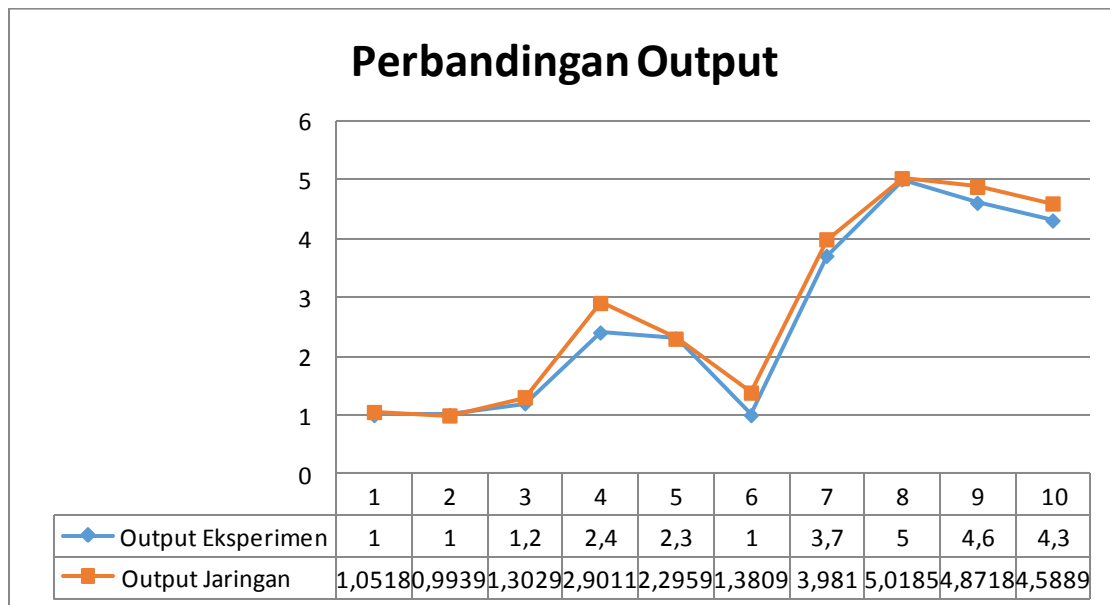
Setelah melakukan pelatihan jaringan, langkah selanjutnya yaitu melakukan pengujian data. Pengujian data menggunakan 10 data sampel yang diambil secara acak dari hasil desain eksperimen yang sudah diolah pada *Microsoft Excel*. Pada pengujian data, perhitungan *Mean Squared Error* didapat dari selisih antara *output* eksperimen dan *output* jaringan. Berikut tabel 10 data dan hasil perhitungan *Mean Squared Error* dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan Tabel 4.7 di bawah ini.

Tabel 4.6 Data Pengujian

No.	No. Eksperimen	Lama pengorengan	Suhu pada <i>microwave</i>	Lama pada <i>microwave</i>	Kuantitas bumbu	Output
1	2	3 m	<i>Med</i>	13 m	7,5 gr	1
2	4	3 m	<i>Low</i>	10 m	7,5 gr	1
3	8	3 m	<i>Med</i>	16 m	7,5 gr	1,2
4	10	7 m	<i>Med</i>	16 m	5 gr	2,4
5	13	7 m	<i>Med</i>	13 m	5 gr	2,3
6	14	7 m	<i>Low</i>	16 m	10 gr	1
7	17	10 m	<i>Low</i>	16 m	7,5 gr	3,7
8	21	10 m	<i>High</i>	16 m	7,5 gr	5
9	24	10 m	<i>High</i>	10 m	10 gr	4,6
10	26	10 m	<i>Med</i>	13 m	10 gr	4,3

Tabel 4.7 Hasil *Mean Squared Error*

No.	Output Eksperimen	Output Jaringan	$(Error)^2$
1	1	1,0518	0,00268324
2	1	0,9939	0,000003721
3	1,2	1,3029	0,01058841
4	2,4	2,9011	0,25110121
5	2,3	2,2959	0,000001681
6	1	1,3809	0,14508481
7	3,7	3,981	0,078961
8	5	5,0185	0,00034225
9	4,6	4,8718	0,07387524
10	4,3	4,5889	0,08346321
Σ			0,64615339
MSE			0,064615339

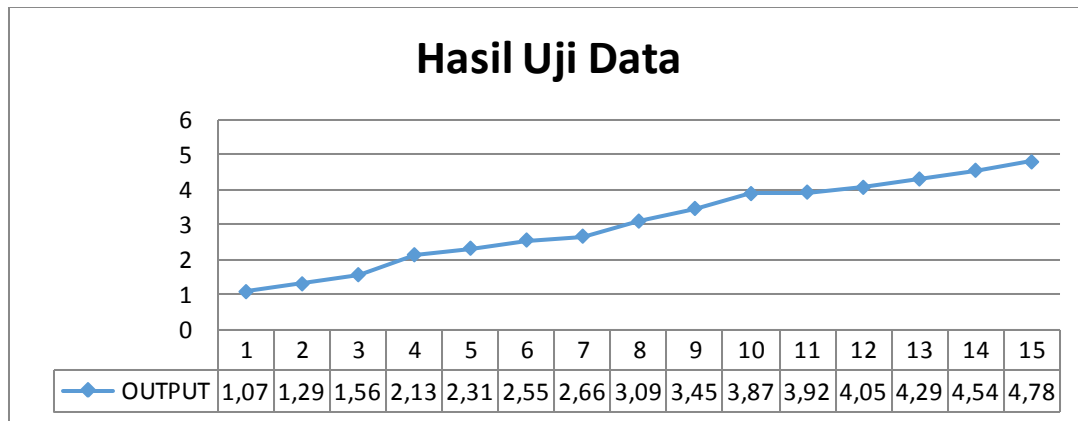
Gambar 4.5 Grafik perbandingan *output*

Dari data di atas, dapat dilihat bahwa pengujian data dari selisih *output* eksperimen dan *output* jaringan menghasilkan *Mean Squared Error* sebesar 0,0646. Dalam pengujian data tersebut terlihat tingkat kesalahan yang dicapai mendekati angka 0. Hal ini menunjukkan bahwa apabila hasil *Mean Squared Error* semakin mendekati nilai 0, maka hasil *output* akan mendekati nilai target. Pada Gambar 4.5 memperlihatkan grafik perbandingan antara kedua *output*.

Pengujian data selanjutnya menggunakan data sampel secara acak untuk menentukan data mana yang akan menghasilkan *output* yang mencapai nilai target. Hasil uji data kedua menggunakan 15 data secara acak dan grafik hasil uji data dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan Gambar 4.6 di bawah ini.

Tabel 4.8 Hasil Uji Data

No.	Lama penggorengan	Suhu pada <i>microwave</i>	Lama pada <i>microwave</i>	Kuantitas bumbu	<i>Output</i>
1	7 m	<i>Low</i>	13 m	7,5 gr	1,07
2	5 m	<i>High</i>	10 m	7,5 gr	1,2934
3	8 m	<i>Low</i>	15 m	7,5 gr	1,5554
4	5 m	<i>High</i>	15 m	5 gr	2,1252
5	6 m	<i>High</i>	13 m	7,5 gr	2,3122
6	7 m	<i>Med</i>	17 m	7,5 gr	2,5466
7	7 m	<i>Med</i>	15 m	5 gr	2,6566
8	7 m	<i>High</i>	11 m	7,5 gr	3,0874
9	8 m	<i>Med</i>	15 m	7,5 gr	3,4497
10	10 m	<i>Low</i>	15 m	5 gr	3,8738
11	8 m	<i>Med</i>	17 m	7,5 gr	3,9168
12	8 m	<i>High</i>	10 m	7,5 gr	4,0526
13	10 m	<i>High</i>	10 m	5 gr	4,2911
14	8 m	<i>High</i>	13 m	5 gr	4,5399
15	8 m	<i>High</i>	15 m	7,5 gr	4,7797



Gambar 4.6 Grafik Hasil Uji Data

Pada gambar di atas dapat dilihat hasil yang sangat mendekati nilai target “renyah” adalah data ke-8 yang menghasilkan *output* sebesar 3,0874. Level faktor yang terbentuk yaitu, untuk lama penggorengan sebesar 7 menit, suhu pada *microwave* adalah *high*, lama pada *microwave* sebesar 11 menit, dan kuantitas bumbu sebesar 7,5 gram.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Eksperimen Konfirmasi

Hasil pengujian data terhadap 15 data sampel yang diambil secara acak pada Tabel 4.8 telah menghasilkan nilai *output* yang mendekati target nilai “renyah” adalah data ke-8 yaitu sebesar 3,0874. Dari hasil uji data ANN *Backpropagation* tersebut, maka dilakukan eksperimen kembali dan uji organoleptik kedua kepada 10 panelis untuk memastikan hasil uji data tersebut benar-benar menghasilkan tekstur keripik tahu yang renyah. Untuk itu *output* tekstur dapat dikelompokkan ke dalam tiga kategori, yaitu tidak baik, kurang baik dan sangat baik.

Untuk kategori tidak baik diambil dari data ke-11 yaitu sebesar 3,9168. Untuk kategori kurang baik diambil dari data ke-4 yaitu sebesar 2,1252. Sedangkan untuk kategori sangat baik adalah data ke-8 yaitu sebesar 3,0874. Berikut Tabel 5.1 di bawah ini akan menunjukkan tiga kategori dari hasil uji data yang telah dilakukan.

Tabel 5.1 Kategori Tekstur

No.	Kategori tekstur	Lama penggorengan	Suhu pada <i>microwave</i>	Lama pada <i>microwave</i>	Kuantitas bumbu	<i>Output</i>
1.	Tidak Baik	8 m	<i>Med</i>	17 m	7,5 gr	3,9168
2.	Kurang Baik	5 m	<i>High</i>	15 m	5 gr	2,1252
3.	Sangat Baik	7 m	<i>High</i>	11 m	7,5 gr	3,0874

Setelah *output* tekstur dibagi menjadi tiga kategori, selanjutnya dilakukan eksperimen kembali dan uji organoleptik kedua untuk menentukan apakah level faktor tersebut menghasilkan *output* yang sesuai dengan hasil dari pembangunan model ANN *Backpropagation*. Berikut data hasil eksperimen uji organoleptik kedua terhadap tekstur dapat dilihat pada Tabel 5.2 di bawah ini.

Tabel 5.2 Uji Organoleptik untuk Respon Tekstur 2

INPUT					Uji Organoleptik										OUTPUT T Rata-rata
No. Eksperimen	Lama Penggorengan	Suhu pada <i>microwave</i>	Lama pada <i>microwave</i>	Kuantitas bumbu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1.	8 m	<i>Med</i>	17 m	7,5 gr	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3,8
2.	5 m	<i>High</i>	15 m	5 gr	2	2	1	2	2	1	2	1	2	2	1,7
3.	7 m	<i>High</i>	11 m	7,5 gr	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3,1

Pada Tabel 5.2 di atas dapat dilihat bahwa hasil uji organoleptik kedua untuk kategori tidak baik diperoleh *output* sebesar 3,8 dan pada model ANN sebesar 3,9168 dengan *setting* level lama penggorengan sebesar 8 menit, suhu pada *microwave* adalah *medium*, lama pada *microwave* sebesar 17 menit dan kuantitas bumbu sebesar 7,5 gram. Kategori kurang baik diperoleh *output* sebesar 1,7 dan pada model ANN sebesar 2,1252 dengan *setting* level yaitu untuk lama penggorengan sebesar 5 menit, suhu pada *microwave* adalah *high*, lama pada *microwave* sebesar 15 menit dan kuantitas bumbu sebesar 5 gram. Sedangkan untuk kategori sangat baik diperoleh *output* sebesar 3,1 dan pada model ANN sebesar 3,0871 dengan *setting* level yaitu untuk lama penggorengan sebesar 7 menit, suhu pada *microwave* adalah *high*, lama pada *microwave* sebesar 11 menit dan kuantitas bumbu sebesar 7,5 gram.

Dapat diketahui hasil yang sangat baik adalah dengan *setting* level lama penggorengan 7 menit, suhu pada *microwave* *high*, lama pada *microwave* 11 menit dan kuantitas bumbu 7,5 gram dengan hasil *output* uji data sebesar 3,0874, sedangkan pada uji organoleptik kedua terhadap 10 panelis menghasilkan *output* sebesar 3,1. Dari hasil yang didapat dalam penelitian ini menunjukkan bahwa nilai *output* hasil jaringan dan hasil uji organoleptik mendekati nilai target “renyah”.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa analisis data hasil desain eksperimen dan model yang dibangun menggunakan *artificial neural network backpropagation* dapat menyelesaikan permasalahan dalam menentukan kualitas tekstur keripik tahu. Desain eksperimen pada penelitian ini menghasilkan *setting* level optimal yang terdiri dari 4 faktor yaitu lama penggorengan sebesar 7 menit, suhu pada *microwave* adalah *high*, lama pada *microwave* sebesar 11 menit dan kuantitas bumbu sebesar 7,5 gram. Pemodelan jaringan ANN *backpropagation* dapat memprediksi hasil kualitas tekstur keripik tahu dengan baik yaitu mendekati nilai target renyah dengan nilai sebesar 3,0874. Hal ini menunjukkan bahwa metode ANN *backpropagation* berhasil dan dapat digunakan dalam penentuan kualitas tekstur keripik tahu.

6.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan guna tindakan perbaikan dan penelitian selanjutnya, yaitu:

- a. Menambahkan variabel – variabel lain yang dapat mempengaruhi pola untuk pelatihan jaringan agar mendapatkan hasil yang lebih akurat
- b. Melakukan penelitian dan pelatihan dengan menggunakan banyak data sehingga didapatkan pola jaringan yang lebih mendekati nilai target
- c. Model yang telah dibangun dapat diaplikasikan ke dalam permasalahan lainnya

DAFTAR PUSTAKA

- Amerine, M.A., Pangbom, R.M. & Roessler, E.B. 1965. *Principles of sensory evaluation of food*. New York and London: Academic Press.
- Arief Hermawan. 2006. *Jaringan syaraf tiruan teori dan aplikasi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Baboo, S.S. & Shereef, I.K. 2010. An efficient weather forecasting system using artificial neural network. *International Journal of Environmnetal Science and Development* **4**: 321-326.
- Belavendram, N. 1995. *Quality by design*. London: Prentice Hall.
- Chauhan, S. & Prema, K.V. 2012. Car classification using artificial neural network. *International Journal of Scientific and Reasearch Publications* **12**: 1-4.
- Cicek, A., Kivak, T. & Samtas, G. 2012. Application of taguchi method for surface roughness and roundness error in drilling of AISI 316 stainless steel. *Journal of Mechanical Engineering* **3**: 165-174.
- Diyah Puspitaningrum. 2006. *Pengantar jaringan saraf tiruan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Erna Dwi Astuti. 2009. *Pengantar jaringan saraf tiruan teori dan aplikasi*. Wonosobo, Jateng: Penerbit Star Publishing.
- Fandy Tjiptono & Anastasia Diana. 1998. *Total quality management*. Yogyakarta: Penerbit Andi Offset.
- Gaspersz, V. 2011. *Total quality management untuk praktisi bisnis dan industri*. Bogor: Penerbit Vinchrsto Publication.
- Ghodsi, R., Yani, R.M., Jalali, R. & Ruzbahman, M. 2012. Predicting wheat production in iran using artificial neural network approach. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences* **2**: 34-47.
- Irwan Soejanto. 2009. *Desain eksperimen dengan metode taguchi*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- Kotler, P. 1994. *Marketing management: analysis, planning, and control*. Prentice Hall: Englewood Cliffs, N.J.
- Kotler, P. 1997. *Manajemen pemasaran, analisis perencanaan dan pengendalian*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Kung, S.Y. 1993. *Digital nerual network*. Prentice Hall: Englewood Cliffs, N.J.

- Marvuglia, A. & Messineo, A. 2012. Using recurrent artificial neural network to forecast household electricity consumption. *Energy Procedia* **14**: 45-55.
- Shilpa, M. & Naidu, N.V.R. 2012. Quality improvement in multiresponse experiments through robust design methodology. *International Journal for Quality Research* **2**: 137-141.
- Siang, J.J. 2005. *Jaringan syaraf tiruan dan pemrogramannya menggunakan matlab*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Sri Kusumadewi. 2003. *Artificial intelligence (teknik dan aplikasinya)*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- Sri Kusumadewi & Sri Hartati. 2006. *Neuro-fuzzy: integrasi sistem fuzzy dan jaringan syaraf*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- Sukthomya, W. & Tannock, J.D.T. 2005. Taguchi experimental design for manufacturing process optimisation using historical data and a neural network process model. *The International Journal of Quality & Reliability Management* **5**: 485-502.
- Talib Hashim Hasan. 2005. *Belajar sendiri dasar-dasar pemrograman matlab lengkap disertai teori dan aplikasi*. Yogyakarta: Penerbit Gava Media.
- Tasdelen, B., Helvacı, S., Kalegasi, H. & Ozge, A. 2009. Artificial neural network analysis for prediction of headache prognosis in elderly patients. *Turk J Med Sci* **1**: 5-12.
- Thomas Wahyu Dwi Hartanto & Y. Wahyu Agung Prasetyo. 2004. *Analisis dan desain sistem kontrol dengan matlab*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Tony Wijaya. 2011. *Manajemen kualitas jasa: desain servqual, QFD, dan kano disertai contoh aplikasi dalam kasus penelitian*. Jakarta Barat: Penerbit PT Indeks.
- Sutojo., Edy Mulyanto. & Vincent Suhartono. 2011. *Kecerdasan buatan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Kuesioner 1 Uji Organoleptik 1

IDENTITAS RESPONDEN

Nama :

Usia :

Jenis Kelamin :

Pekerjaan :

Berilah tanda (✓) pada pilihan anda

Untuk Respon Tekstur

Derajat Penilaian	Penilaian
1	Liat
2	Kurang renyah
3	Renyah
4	Kasar
5	Sangat Kasar

No. Eksperimen	TEKSTUR				
	1	2	3	4	5
Sampel 1					
Sampel 2					
Sampel 3					
Sampel 4					
Sampel 5					
Sampel 6					
Sampel 7					
Sampel 8					
Sampel 9					
Sampel 10					
Sampel 11					
Sampel 12					
Sampel 13					
Sampel 14					
Sampel 15					
Sampel 16					
Sampel 17					
Sampel 18					
Sampel 19					
Sampel 20					
Sampel 21					
Sampel 22					
Sampel 23					
Sampel 24					
Sampel 25					
Sampel 26					
Sampel 27					

Lampiran 2

Kuesioner 2 Uji Organoleptik 2

IDENTITAS RESPONDEN

Nama :

Usia :

Jenis Kelamin :

Pekerjaan :

Berilah tanda (✓) pada pilihan anda

Untuk Respon Tekstur

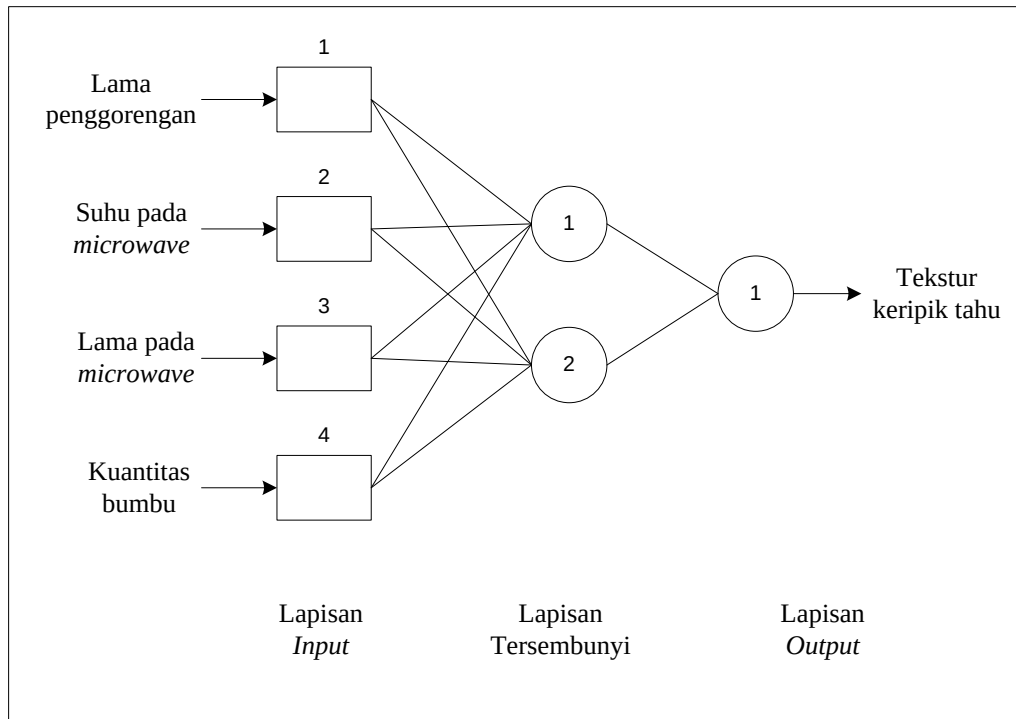
Derajat Penilaian	Penilaian
1	Liat
2	Kurang renyah
3	Renyah
4	Kasar
5	Sangat Kasar

No. Eksperimen	TEKSTUR				
	1	2	3	4	5
Sampel 1					
Sampel 2					
Sampel 3					

1.1.1 Uji Organoleptik untuk Respon Tekstur 1

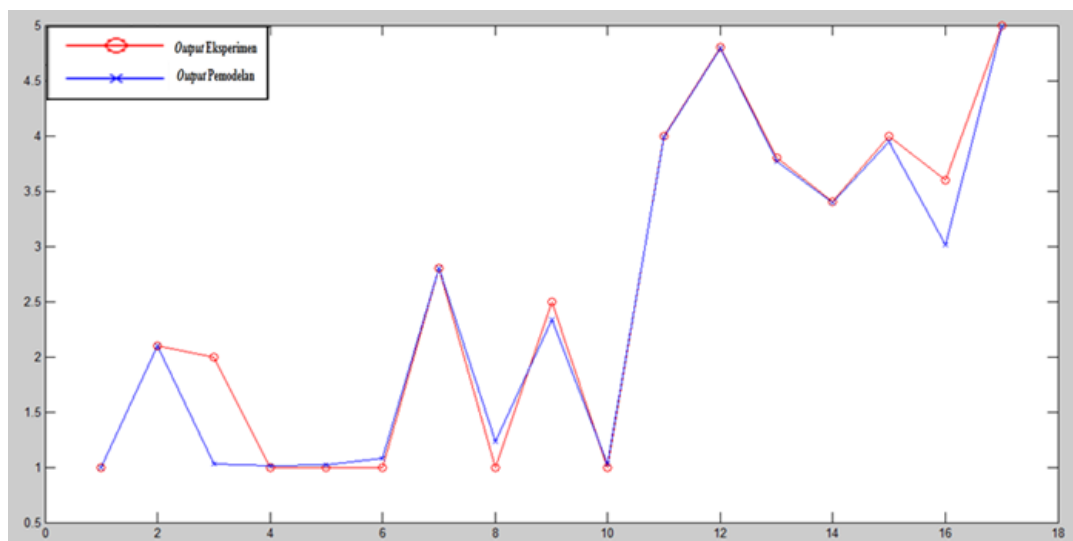
[illegible]

1.2 Pembangunan ANN Backpropagation



Gambar Arsitektur Jaringan ANN *Backpropagation*

1.3 Pelatihan Jaringan



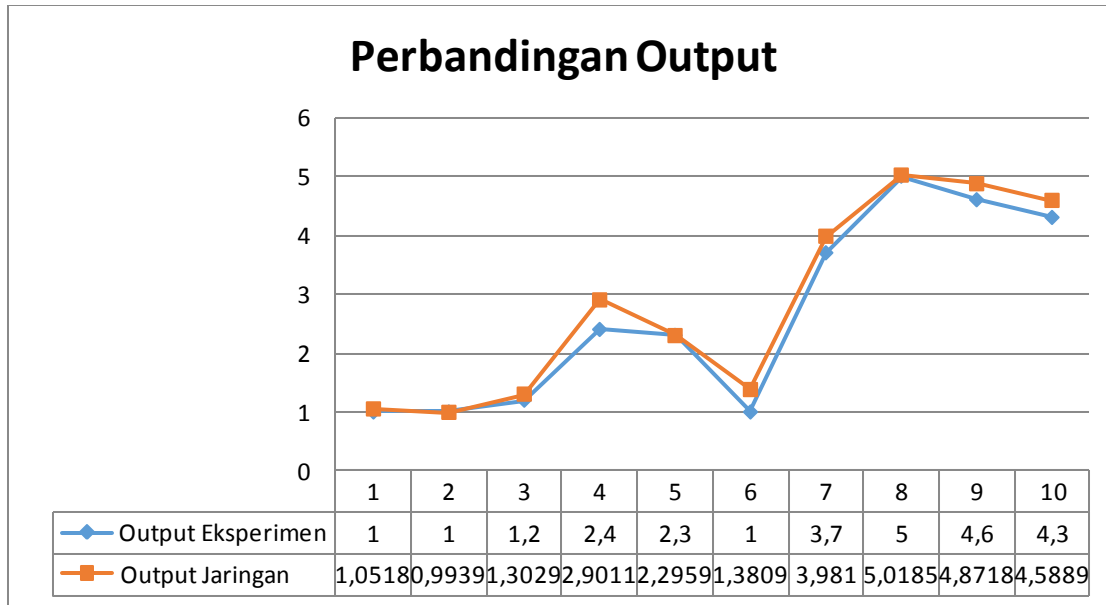
Gambar Grafik Plot Pelatihan Jaringan

1.4 Pengujian Data

1.4.1 Hasil Mean Squared Error

Tabel Hasil *Mean Squared Error*

No.	Output Eksperimen	Output Jaringan	Error
1	1	1,0518	0,00268324
2	1	0,9939	0,000003721
3	1,2	1,3029	0,01058841
4	2,4	2,9011	0,25110121
5	2,3	2,2959	0,000001681
6	1	1,3809	0,14508481
7	3,7	3,981	0,078961
8	5	5,0185	0,00034225
9	4,6	4,8718	0,07387524
10	4,3	4,5889	0,08346321
		Σ	0,64615339
		MSE	0,064615339

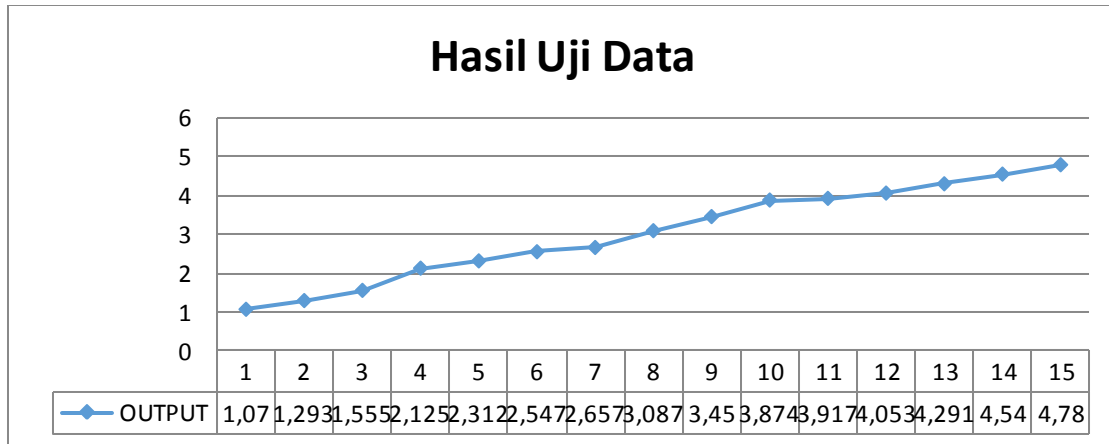


Gambar grafik perbandingan output

1.4.3 Hasil Uji Data

Tabel Hasil Uji Data

No.	Lama penggorengan	Suhu pada microwave	Lama pada microwave	Kuantitas bumbu	Output
1	7 m	Low	13 m	7,5 gr	1,07
2	5 m	High	10 m	7,5 gr	1,2934
3	8 m	Low	15 m	7,5 gr	1,5554
4	5 m	High	15 m	5 gr	2,1252
5	6 m	High	13 m	7,5 gr	2,3122
6	7 m	Med	17 m	7,5 gr	2,5466
7	7 m	Med	15 m	5 gr	2,6566
8	7 m	High	11 m	7,5 gr	3,0874
9	8 m	Med	15 m	7,5 gr	3,4497
10	10 m	Low	15 m	5 gr	3,8738
11	8 m	Med	17 m	7,5 gr	3,9168
12	8 m	High	10 m	7,5 gr	4,0526
13	10 m	High	10 m	5 gr	4,2911
14	8 m	High	13 m	5 gr	4,5399
15	8 m	High	15 m	7,5 gr	4,7797



Gambar Grafik Hasil Uji Data

1.5 Uji Organoleptik 2

1.5.1 Uji Organoleptik untuk Respon Tekstur 2

Tabel Uji Organoleptik untuk Respon Tekstur 2

INPUT					Uji Organoleptik										OUTPUT
No. Eksperimen	Lama Penggorengan	Suhu pada <i>microwave</i>	Lama pada <i>microwave</i>	Kuantitas bumbu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
1.	8 m	<i>Med</i>	17 m	7,5 gr	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3,8
2.	5 m	<i>High</i>	15 m	5 gr	2	2	1	2	2	1	2	1	2	2	1,7
3.	7 m	<i>High</i>	11 m	7,5 gr	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3,1