

**RANCANG BANGUN ALAT PENYORTIR BUAH TOMAT BERBASIS
METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN MENGGUNAKAN NODEMCU
VERSI 1.0**

(Skripsi)

Oleh

Ardhi Istiadi



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

ABSTRACT

MODEL DESIGN OF TOMATO SORTING MACHINE BASED ON ARTIFICIAL NEURAL NETWORK METHOD USING NODEMCU VERSION 1.0

By

ARDHI ISTIADI

Tomato fruits have different quality and maturity, this is a problem in sorting because it is often wrong on put the grade of tomato marketing and takes a long time in sorting. One solution offered to overcome this problem is a tomato sorting system based on artificial neural network method that can minimize the sorting time and also places the tomato according to grade. In this research, the model of artificial neural network system backpropagation method on NodeMCU Lua microcontroller version 1.0. Artificial neural network method is used to process the image of tomato objects moving through conveyor in the form of RGB value and captured by TCS 3200 color sensor, the image obtained can classify the grade of tomatoes into raw, half-ripe, and ripe. This research compared the results of training and testing of artificial neural networks between Matlab R2015a and NodeMCU version1.0. The outputs or decisions of artificial neural networks will be forwarded to the control system in the form of hardware and software used in this research. The test results showed that the tomato sorting model successfully classified the tomato fruit grade, and was able to control motor servo and DC motor automatically based on RGB value with processing time about 5 seconds and error 8.3%.

Keywords: Grade of tomato, Backpropagation, NodeMCU Lua version 1.0,
Color sensor TCS 3200

ABSTRAK

RANCANG BANGUN ALAT PENYORTIR BUAH TOMAT BERBASIS METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN MENGGUNAKAN NODEMCU VERSI 1.0

Oleh

ARDHI ISTIADI

Buah tomat memiliki mutu dan kematangan yang berbeda-beda, hal ini menjadi permasalahan dalam penyortiran karena sering terjadi salah penempatan *grade* pemasaran buah tomat tersebut serta membutuhkan waktu yang lama dalam penyortiran. Salah satu solusi yang ditawarkan untuk mengatasi masalah tersebut adalah sebuah sistem penyortiran buah tomat berbasis metode jaringan syaraf tiruan yang mampu meminimalisir waktu penyortiran dan menempatkan buah tomat sesuai *grade*. Pada penelitian ini dibuat model sistem jaringan syaraf tiruan metode *backpropagation* pada *microcontroller* NodeMCU Lua versi 1.0. Metode jaringan syaraf tiruan dimanfaatkan untuk memproses citra objek buah tomat yang bergerak melalui *conveyor* berupa nilai RGB yang ditangkap oleh sensor warna TCS 3200, citra yang diperoleh dapat mengklasifikasikan *grade* buah tomat tersebut menjadi mentah, setengah matang dan matang. Penelitian ini membandingkan hasil pelatihan dan pengujian jaringan syaraf tiruan antara Matlab R2015a dan NodeMCU Lua versi 1.0. Hasil keluaran/keputusan jaringan syaraf tiruan tersebut akan diteruskan ke sistem pengendali berupa perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model penyortiran buah tomat berhasil mengklasifikasikan *grade* buah tomat, mampu mengendalikan motor servo dan motor DC secara otomatis berdasarkan nilai RGB dengan waktu proses sekitar 5 detik serta *error* 8,3%.

Kata Kunci: *Grade* buah tomat, *Backpropagation*, NodeMCU Lua versi 1.0,
Sensor warna TCS 3200

**RANCANG BANGUN ALAT PENYORTIR BUAH TOMAT
BERBASIS METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN
MENGUNAKAN NODEMCU VERSI 1.0**

Oleh
ARDHI ISTIADI

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
SARJANA TEKNIK

pada

Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

Judul Skripsi : **RANCANG BANGUN ALAT PENYORTIR BUAH
TOMAT BERBASIS METODE JARINGAN
SYARAF TIRUAN MENGGUNAKAN NODEMCU
VERSI 1.0**

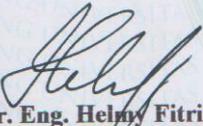
Nama Mahasiswa : **ARDHI ISTIADI**

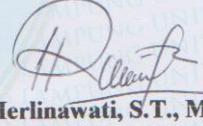
No. Pokok Mahasiswa : 1415031022

Jurusan : Teknik Elektro

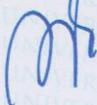
Fakultas : Teknik




Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.
NIP 19750928 200112 1 002

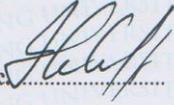

Herlinawati, S.T., M.T.
NIP 19710314 199903 2 001

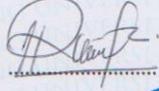
2. Ketua Jurusan Teknik Elektro

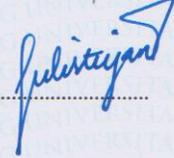

Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc.
NIP 19731128 199903 1 005

MENGESAHKAN

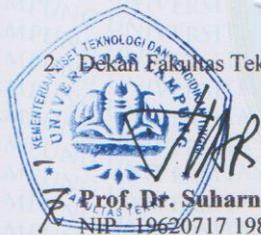
1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.** 

Sekretaris : **Herlinawati, S.T., M.T.** 

Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Sri Ratna Sulistiyanti, M.T.** 

2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Prof. Dr. Suharno, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **19 Juli 2018**

SURAT PERNYATAAN

RIWAYAT HIDUP

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak ada terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana yang disebutkan di dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenakan sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 21 Agustus 2018



Ardhi Istiadi

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, Provinsi Lampung pada tanggal 28 Agustus 1996. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Islam Ismail (alm) dan Ibu Nunsiyanti.

Mengenai riwayat pendidikan, penulis lulus Sekolah Dasar di SDN 2 Gedung Air pada tahun 2008, lulus Sekolah Menengah Pertama di SMP N 7 Bandar Lampung pada tahun 2011, lulus Sekolah Menengah Atas di SMA N 09 Bandar Lampung pada tahun 2014, dan diterima di Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung pada tahun 2014 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di organisasi *Association International des Etudiants en Sciences Economiques et Commerciales* (AIESEC) sebagai Anggota Divisi Media dan Komunikasi, Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (HIMATRO) Fakultas Teknik sebagai anggota Departemen Pendidikan dan Pengembangan Diri serta Pengembangan Keteknikan, Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik (BEM-FT) sebagai Kepala Dinas Penelitian dan Pengabdian.

PERSEMBAHAN

Bismillaahirrohmaanirrohiim

Dengan Mengharapkan Ridho Allah dan Syafa'at Nabi Muhammad

Kupersembahkan Karyaku Ini Untuk Orang Tuaku tercinta yang Selalu Memberikan Do'a dan Dukungan. Serta Karyaku Ini Untuk yang Selalu Bertanya:

“Kapan Skripsimu Selesai?”

Terlambat lulus atau lulus tidak tepat waktu bukan sebuah kebodohan, bukan sebuah aib. Alangkah kerdilnya jika mengukur kepintaran seseorang hanya dari siapa yang paling cepat lulus. Bukankah sebaik-baiknya skripsi adalah skripsi yang selesai? Baik itu selesai tepat waktu, maupun tidak tepat waktu.

MOTO

“JADILAH MANUSIA YANG SELALU BERSYUKUR”

“Ya Tuhanku, lapangkanlah dadaku. Dan mudahkanlah bagiku urusanku.
Dan lepaskanlah kekakuan lidahku. (Supaya) mereka memahami
perkataanku”.

(Thaha: 25-28)

*What is this world but a drama that a sleeper sees,
He delights in it for a few moments,
And then wakes up to face REALITY*

“Dalam hidup, beberapa orang akan menyukaimu, beberapa akan ada yang membencimu, tapi jika kamu di jalan yang baik dan benar, semua akan memperhatikanmu”

SANWACANA

Bismillaahirrohmaanirroohiim

Segala puji bagi Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya telah memberikan kekuatan dan kemampuan berpikir kepada penulis dalam penyelesaian penulisan Skripsi ini sehingga laporan ini dapat selesai tepat pada waktunya. Sholawat dan salam tak lupa penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW karena dengan perantara beliau kita semua dapat merasakan nikmatnya ibadah, nikmatnya bersyukur, dan insya Allah nikmatnya surga.

Skripsi ini berjudul “Rancang Bangun Alat Penyortir Buah Tomat Berbasis Metode Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan NodeMCU Versi 1.0” yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Selama menjalani pengerjaan Skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan pemikiran maupun dorongan moril dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Herman Halomoan S, S.T.,M.T. selaku Sekertaris Jurusan Teknik

Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.

3. Bapak Abdul Haris, Ir., M.T. selaku dosen Pembimbing Akademik penulis atas saran yang membangun dan arahan yang telah diberikan kepada penulis.
4. Ibu Herlinawati, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, terima kasih atas kesediaan waktunya untuk membimbing dan memberikan ilmu.
5. Bapak Dr. Helmy Fitriawan, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Pendamping, terima kasih atas waktu dan bimbingannya selama mengerjakan skripsi.
6. Ibu Dr. Ir. Sri Ratna S, M.T. selaku Penguji Utama, terima kasih atas masukannya guna membuat skripsi ini menjadi lebih baik lagi.
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro, terima kasih atas didikannya, arahan dan bimbingan yang telah diberikan.
8. Kak Agung Pradana, S.T. selaku PLP Laboratorium Kendali, yang telah membantu dalam banyak hal.
9. Ibuku tercinta yang selalu memberikan semangat, dukungan, nasihat, dan do'a yang tak henti-hentinya diberikan selama ini.
10. Almarhum Bapak, kedua adikku, beserta seluruh keluarga besar penulis yang selalu menjadi motivasi penulis untuk terus berjuang.
11. Para Asisten dan Staff Kendali serta Elka yang telah memberikan gagasan dan bantuan dalam hal pembuatan alat, serta suasana indah yang mungkin kedepannya tidak kita rasakan kembali.
12. Seluruh teman-teman ELITE 2014 atas kebersamaan dan kekeluargaan yang kalian semua berikan kepada penulis, mulai penulis masuk kuliah hingga penulis menyelesaikan skripsi ini, terima kasih atas nilai kehidupan yang kalian berikan. Bagi penulis kalian Keluarga yang selalu Luar Biasa.

13. Rahma Ferika Shaumi selaku teman seperjuang yang telah berbagi suka maupun duka selama melakukan kerja praktik hingga tugas akhir, semoga kita selalu diberi kelancaran.

14. Hampir Wisuda (Anita Effendi, Chintia Leni Novaressa, Efrinaldi Al-Zuhri Triandani, M. Aryo Rusyandi, M. Rifky Wiguna Utama, Nadia Muthiati, Nugi Nugraha Bren, Ratu Hilia Soraya, Rizka Widya Ariyanti Utami) selaku sahabat baik dari awal kuliah hingga saat ini yang telah memberikan motivasi, saran, perhatian, kesabaran, kasih sayang, serta rasa kekeluargaan yang tidak pernah luntur hingga sekarang.

15. Semua pihak yang tidak dapat disebut satu persatu yang telah membantu serta mendukung penulis dari awal kuliah sampai dengan terselesaikannya Skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Skripsi ini.

Bandar Lampung, Agustus 2018

Penulis,

Ardhi Istiadi

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	6
1.3 Manfaat Penelitian.....	6
1.4 Perumusan Masalah.....	6
1.5 Batasan Masalah.....	7
1.6 Hipotesis	7
1.7 Sistematika Penulisan	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Tomat.....	10
2.2 Pengolahan Citra Digital	11
2.3 Representasi Warna	12
2.4 Jaringan Syaraf Tiruan.....	14
2.5 NodeMCU Lua ESP8266 versi 1.0.....	16
2.6 Sensor Warna TCS3200	17

BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Alat dan Bahan	19
3.2 Metode yang diusulkan.....	20
3.2.1 Garis besar metode yang diusulkan	20
3.2.2 Diagram alir metode yang diusulkan.....	23
3.2.3 Pendeteksian Nilai RGB.....	27
3.2.4 Perancangan Sistem.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Prinsip Kerja	30
4.2 Perangkat Lunak.....	31
4.2.1 Arduino IDE.....	31
4.2.2 Matlab R2015a.....	32
4.3 Hasil dan Analisa	33
4.3.1 Hasil Pelatihan Data.....	33
4.3.2 Hasil Pengujian Data.....	44
4.4 Perangkat Keras	49
4.5 Hasil Pengujian	52
4.5.1 Pengujian Sensor Warna TCs 3200	52
4.5.2 Pengujian Motor DC dan Motor Servo	61
4.5.3 Pengujian Perangkat Keras	62
4.5.4 Pengujian Perangkat Lunak.....	64
4.5.5 Pengujian Keseluruhan	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	72
5.1 Kesimpulan	72

5.2 Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN.....	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Ilustrasi komponen warna RGB	13
2.2 Histogram pada warna RGB	14
2.3 Arsitektur <i>backpropagation</i>	15
2.4 NodeMCU versi 1.0	17
2.5 Sensor warna TCS 3200.....	18
3.1 Arsitektur <i>backpropagation</i>	22
3.2 Diagram alir penelitian.....	23
3.3 Proses pembelajaran <i>backpropagation</i>	24
3.4 Blok Diagram sistem.....	26
3.5 Blok diagram perancangna sistem.....	28
3.6 Rancangan alat sistem penyortir buah tomat.....	27
4.1 Tampilan beranda pada <i>software</i> Arduino IDE.....	32
4.2 Tampilan beranda dan <i>editor</i> pada <i>software</i> Matlab 2015a	33
4.3 Grafik tingkat <i>mse</i> pelatihan 12 data pada NodeMCU.....	34
4.4 Grafik tingkat <i>mse</i> pelatihan 60 data pada NodeMCU.....	35
4.5 Grafik tingkat <i>mse</i> pelatihan 120 data pada NodeMCU.....	36
4.6 Tampilan <i>neural network training</i> pada pelatihan menggunakan 12 buah tomat di Matlab 2015a.....	37
4.7 Grafik tingkat <i>mean square error</i> hingga epoch ke 512	38

4.8	Grafik perbandingan keluaran JST dengan target pada proses pelatihan menggunakan 12 data buah tomat	38
4.9	Tampilan <i>neural network training</i> pada pelatihan menggunakan 60 data buah tomat di Matlab 2015a	39
4.10	Grafik tingkat <i>mean square error</i> hingga epoch ke 248	40
4.11	Grafik perbandingan keluaran JST dengan target pada proses pelatihan menggunakan 60 data buah tomat	40
4.12	Tampilan <i>neural network training</i> pada pelatihan menggunakan 120 data buah tomat di Matlab 2015a	42
4.13	Grafik tingkat <i>mean square error</i> hingga epoch ke 17	43
4.14	Grafik perbandingan keluaran JST dengan target pada proses pelatihan menggunakan 120 data buah tomat	43
4.15	Grafik perbandingan keluaran JST dengan target pada proses pengujian dari pelatihan dengan 12 data buah tomat	45
4.16	Grafik perbandingan keluaran JST dengan target pada proses pengujian dari pelatihan dengan 60 data buah tomat	46
4.17	Grafik perbandingan keluaran JST dengan target pada proses pengujian dari pelatihan dengan 120 data buah tomat	48
4.18	Alat penyotir buah tomat	49
4.19	Proses Kalibrasi Sensor Warna TCS 3200	57
4.20	Pembacaan nilai warna sebelum kalibrasi	58
4.21	Pembacaan nilai warna setelah kalibrasi	58
4.22	Pengujian Sensor Warna TCS 3200 Pada Kertas Origami	59
4.23	Pengambilan data RGB pada buah tomat	65
4.24	Pengambilan data nilai RGB	65

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Vektor Komponen RGB.....	13
2.2 Spesifikasi NodeMCU v.1.0.....	16
3.1 Alat dan Bahan.....	19
4.1 Gelombang Keluaran Sensor Warna TCS 3200.....	53
4.2 Hasil Pengujian Sensor Warna TCS 3200 Pada Objek Berwarna	60
4.3 Hasil Pengujian Motor Servo	62
4.4 Hasil pengujian perangkat keras	63
4.5 Hasil pengujian perangkat lunak	64
4.6 Hasil Pengujian Alat Penyortir Buah Tomat.....	68

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi pada saat ini seiring waktu semakin pesat, secara langsung akan berdampak pada hidup manusia salah satunya yakni berbagai bidang mengalami kemajuan yang membantu meringankan hampir segala produktivitas manusia pada segala aspek kehidupan sehingga menjadi lebih baik pada segi efektivitas dan efisiensi. Salah satu teknologi yang berkembang pesat saat ini yakni pengolahan citra (*image processing*). Pengolahan citra memiliki peranan yang semakin penting, hal ini disebabkan pengolahan citra terdiri dari berbagai aspek bidang keilmuan, yakni ilmu matematika, fotografi, fisika, elektronika, dan seni. Saat ini aplikasi dari pengolahan citra diaplikasikan hampir di berbagai bidang kehidupan.

Pengolahan citra sangat erat kaitannya dengan *computer vision*, yang merupakan suatu disiplin ilmu dalam mempelajari proses penyusunan deskripsi mengenai objek yang terdapat pada suatu gambar hingga mengenali objek yang terdapat pada gambar. Penggunaan teknik pengolahan citra ini mulai dari peralatan-peralatan rumah tangga,

keamanan, pengawasan, pemantauan, hiburan hingga kesehatan. Aplikasinya telah banyak diterapkan untuk membantu pemantuan, namun masih sedikit pada penilaian kematangan. Penilaian kematangan dapat dipergunakan untuk membantu penentuan *grade*/pemasaran produk sesuai jarak pangsa pasar dari lokasi kebun agar lebih tepat sasaran.

Aplikasi dari teknik pengolahan citra yakni, pada pengolahan hasil pertanian dan perkebunan. Salah satu tahap dalam proses pengolahan hasil pertanian dan perkebunan adalah pemilihan produk berdasarkan tingkat kematangan buah. Tingkat kematangan ini menunjukkan kualitas produk tersebut. Pada proses pemilihan produk konvensional dengan menggunakan tenaga manusia, memiliki banyak keterbatasan.

Hal ini dipengaruhi oleh keterbatasan kemampuan manusia dalam menilai komposisi warna, sangat bergantung persepsi/subjektifitas dan sering dipengaruhi emosi, sehingga tidak konsisten dan timbul kesalahan-kesalahan (*human error*) yang mengurangi tingkat efektifitas dan efisiensi. Perkembangan teknologi memungkinkan identifikasi buah berdasarkan ciri warna dengan bantuan sensor. Cara komputasinya yakni, dengan pengamatan visual menggunakan sensor sebagai pengolah citra dari gambar untuk kemudian ditentukan nilai komposisi warnanya dan diolah dengan menggunakan mikrokontroler (Thiang, 2008).

Tomat (*Lycopersicon esculentum*) merupakan salah satu jenis dari berbagai buah hortikultura. Tomat memiliki warna tertentu yang khas pada

saat masa pertumbuhannya, mulai dari saat tomat tersebut masih mentah hingga matang terjadi perubahan warna. Pemasaran tomat umumnya didistribusikan ke pasar tradisional dan *minimarket*. Berdasarkan data statistik yang berasal dari Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura, produksi tomat yang dihasilkan di provinsi Lampung mencapai 23.600 ton per tahun 2016. Jumlah produksi yang tinggi tersebut membutuhkan suatu tingkat *grade* salah satunya berbasis warna kulit buah.

Pada saat baru dipanen, tomat haruslah segera disortir agar tepat sesuai dengan *grade* pemasaran yang telah ditentukan. Hal ini bertujuan agar pemilahan buah tomat tersebut sesuai dengan mutu dan kematangan masing-masing tomatnya. Hal ini diperlukan karena buah tomat memiliki mutu dan warna kulit yang bervariasi. Variasi tersebut dapat disebabkan oleh faktor genetik, lingkungan dan agronomi. Setelah disortir dan sesuai dengan *grade* maka dapat ditentukan harga, jenis pasar dan jarak pasar yang cocok untuk buah tomat (Nugraha, Ihsan dkk. 2016).

Grading sangat penting dalam pemasaran buah, dapat diartikan sebagai pemilahan buah dalam hal mutu dan kematangan. Salah satu penentuan mutu dan kematangan yakni dengan menentukan melalui warna kulit buah. Pembagian kelas yang menentukan mutu buah tomat yakni kelas 1, kelas 2 dan kelas 3. Pada kelas 1, target pemasaran buah tomat yakni untuk pasar lokal. Pada kelas 2, target pemasaran buah tomat lebih jauh dari kelas 1 yakni pasar antar kabupaten/kota. Sedangkan pada kelas 3, target pemasarannya paling jauh yakni pasar antar provinsi.

Pada penelitian sebelumnya mengenai identifikasi kematangan buah sudah banyak dilakukan, salah satunya penelitian tentang identifikasi kematangan buah tomat menggunakan metoda *backpropagation*. Perbedaan penelitian yang dilakuakn ini dibandingkan dengan penelitian yang telah dilakukan tersebut adalah dalam penelitian sebelumnya ini hanya dilakukan berupa identifikasi dan untuk pengambilan citra objek menggunakan webcam yang kemudian diolah menggunakan aplikasi Matlab, sedangkan pada penelitian yang diusulkan akan dibuat suatu alat penyortir buah berdasarkan tingkat kematangannya, untuk citra objek akan dideteksi nilai komposisi warna RGB-nya dengan menggunakan sensor warna TCS3200 yang selanjutnya dilakukan proses pengolahan menggunakan nodeMCU (Deswari, Dila dkk).

Pada penelitian terdahulu yang lain yakni oleh Natalia Sitorus, dalam penentuan kematangan buah tomat berdasarkan metode klasifikasi citra menggunakan *software* Matlab 7.0 sebagai aplikasi dalam pengolahan citra dari buah tomat tersebut. Pengambilan citra objek sebagai masukan menggunakan Webcam Microsoft LifeCam VX-1000 yang dipasang pada *capturing device* dengan jarak 10 cm terhadap objek. Citra objek akan diproses oleh Matlab 7.0 untuk mengetahui sebaran indeks RGB pada citra buah tomat tersebut. Terdapat 3 macam tingkat kematangan buah tomat yakni tomat mentah, tomat pecah warna dan tomat matang. Perbedaan penelitian ini dengan sebelumnya yakni penggunaan NodeMCU Lua versi 1.0 sebagai pemrosesan dan sensor warna TCS3200 untuk mengetahui

tingkat masing-masing warna RGB (merah, hijau dan biru) dengan rentang mulai dari 0 hingga 255. Selain hal tersebut, penelitian yang dilakukan ini membuat suatu rancang bangun alat penyortir buah tomat dengan dilengkapi *conveyor* dan dilengkapi juga jaringan syaraf tiruan sebagai sistem dalam pengambilan keputusan yang akan menentukan *grade* buah tomat tersebut.

Penelitian terdahulu yang lainnya adalah dibangun suatu alat penyortir dan pengecekan kematangan buah menggunakan sensor warna juga. Penelitian ini menggunakan mikrokontroler AVR8535 dan sensor warna untuk mendeteksi kematangan buah, hasil pengolahannya akan ditampilkan di LCD dan conveyor akan bergerak maju apabila buah matang, sedangkan apabila masih belum matang maka conveyor akan bergerak mundur (*reverse*). Pada penelitian yang diusulkan, digunakan mikrokontroler NodeMCU dan sensor warna TCS3200 untuk mendeteksi kematangan, hasil pengolahannya akan mempengaruhi katup conveyor sesuai *grade* buah tersebut yang menuju wadah akan terbuka atau tertutup (Rizki, Dimas dkk).

Pada penelitian ini dibuat sebuah rancang bangun mesin penyortir buah yang dapat berfungsi sebagai penyortir buah berdasarkan *grade* yang telah ditetapkan sesuai pemasaran, dilengkapi dengan metode jaringan syaraf tiruan. Perangkat lunak yang digunakan adalah Arduino IDE dan Matlab R2015a. Hasil pelatihan dan pengujian dari metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* pada Matlab R2015a dan NodeMCU Lua Versi 1.0 akan

dibandingkan sehingga dapat diketahui manakah perangkat terbaik untuk mengolah jaringan syaraf tiruan yang telah dirancang ini.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan alat yang dapat menyortir buah tomat sesuai *grade* yang ditentukan dan menempatkan hasil sortirisasi pada wadah yang sesuai *grade*.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah

1. Dapat menghasilkan rancang bangun alat yang dapat menyortir buah tomat sesuai dengan *grade* yang ditentukan.
2. Dapat menghasilkan suatu sistem jaringan syaraf tiruan yang dapat menyortir buah tomat sesuai dengan *grade* yang ditentukan.

1.4 Perumusan Masalah

Mengacu pada permasalahan yang ada, maka perumusan penelitian ini difokuskan pada aspek berikut:

1. Bagaimana membuat pemrograman yang dapat digunakan untuk mendeteksi komposisi warna kulit buah tomat?
2. Bagaimana membuat algoritma jaringan syaraf tiruan menggunakan arduino IDE?

3. Bagaimana membuat algoritma jaringan syaraf tiruan menggunakan Matlab?
4. Bagaimana membuat mesin penyortir buah tomat yang baik??

1.5 Batasan Masalah

Mengacu pada permasalahan yang ada, maka perumusan perancangan ini difokuskan pada aspek berikut:

1. Hanya membahas tentang pendeteksian kematangan buah tomat.
2. Hanya menggunakan satu metode yaitu jaringan syaraf tiruan.

1.6 Hipotesis

Alat yang dirancang dapat menyortir buah tomat sesuai dengan *grade* yang telah ditentukan menggunakan sebuah metode dalam pengambilan keputusan yakni metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation*. Tomat akan bergerak melalui conveyor yang telah terpasang motor DC dan *worm gearbox*. Tomat akan memasuki *black box* kemudian citra kulit buah tomat dideteksi nilai RGB oleh sensor warna TCS3200. Data yang diperoleh berupa nilai RGB akan dianalisis dan kemudian akan diputuskan, buah tomat tersebut termasuk *grade* yang mana. Hasil penyortiran akan ditempatkan pada wadah yang disediakan menggunakan motor servo yang menggerakkan jalur penyalur menuju wadah yang telah disediakan dan ditentukan *grade* tomat tersebut.

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan penulisan dan pemahaman mengenai materi dalam tugas akhir ini, maka tugas akhir ini dibagi menjadi 5 bab, yaitu:

BAB I. PENDAHULUAN

Memuat latar belakang, tujuan, manfaat, perumusan masalah, batasan masalah, hipotesis dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang teori-teori yang mendukung sistem perancangan deteksi warna buah dan kematangan buah serta teori-teori tentang metode yang akan digunakan, yaitu metode jaringan syaraf tiruan.

BAB III. METODE PENELITIAN

Berisi waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan, garis besar metode yang diusulkan, serta diagram alir metode yang diusulkan.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Menjelaskan hasil penelitian, pelatihan dan pengujian jaringan syaraf tiruan *backpropagation* pada Matlab R2015a serta NodeMCU Lua Versi 1.0, pembahasan dan perhitungan *error* serta kinerja metode yang diusulkan.

BAB V. SIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut agar rancang bangun alat lebih baik selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tomat

Tomat (*Lycopersicon esculentum*) merupakan suatu tanaman hortikultura keluarga *Solanaceae* dan sudah biasa dikonsumsi dalam kehidupan sehari-hari. Tomat terbagi menjadi dua jenis yaitu terdiri dari tomat buah dan tomat sayur. Bila pada tomat buah, memiliki ciri-ciri yakni memiliki bentuk hampir seperti lonjong dan kulitnya agak tebal sedangkan pada tomat sayur memiliki ciri berbentuk bulat dan berkulit tipis. Tomat umumnya dikonsumsi secara langsung dan diolah terlebih dahulu pada masakan. Tomat yang digunakan pada penelitian dan pengujian alat ini adalah tomat sayur (Thiang. 2008).

Tomat dapat tumbuh dimana saja, baik dataran rendah maupun dataran tinggi. Waktu bertanam terbaik untuk menanam tomat adalah saat mulai dua bulan sebelum musim hujan berakhir hingga waktu pada saat musim kemajau/akhir musim hujan. Tomat merupakan buah sayuran yang digemari oleh setiap orang, dikarenakan memiliki rasa yang segar, enak dan terdapat sedikit asam. Tomat mengandung banyak vitamin A, vitamin C dan sedikit vitamin B. Pada buah tomat terdapat mengandung vitamin A sebanyak dua sampai tiga kali lipat lebih banyak dibandingkan kandungan vitamin A yang dimiliki oleh buah semangka (Nugraha, Ihsan dkk. 2016).

2.2 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra merupakan suatu pemrosesan citra (*image processing*) menggunakan perangkat komputer agar didapatkan hasil citra pengolahan yang memiliki kualitas lebih baik. Menurut Efford (2000), pengolahan citra adalah suatu istilah yang sudah familiar yang digunakan untuk memproses, memanipulasi dan memodifikasi citra dengan menggunakan beragam metode pengolahan. Pengolahan citra memiliki tujuan untuk memperbaiki kualitas dari suatu citra agar dapat dengan mudah diinterpretasikan oleh manusia atau komputer (Nugraha, Ihsan dkk. 2016).

Terdapat beberapa proses dalam pengolahan citra, seperti perbaikan kualitas citra (*image enhancement*), pemugaran citra (*image restoration*), pemampatan citra (*image compression*), segmentasi citra (*image segmentation*), analisis citra (*image analysis*), dan rekonstruksi citra (*image reconstruction*). Proses-proses ini dapat diimplementasikan pada berbagai bidang kehidupan seperti pada pengenalan komposisi warna, penginderaan jarak jauh, pengenalan pola bahkan *machine vision*.

Pada pengenalan komposisi warna, pengolahan citra akan merepresentasikan warna atau mengkonversi warna cahaya ke bilangan biner. Sebagai contoh warna RGB pada suatu objek dapat direpresentasikan dengan melihat nilai R (merah), G (hijau) dan B (biru) pada objek tersebut (Deswari, Dila dkk. 2013).

2.3 Representasi Warna

Warna merupakan suatu respon *physiological* dan intensitas cahaya yang berbeda. Persepsi warna dalam pengolahan citra tergantung dari tiga faktor yakni, menentukan suatu permukaan objek yang memantulkan warna dari cahaya (*spectral reflectance*), kandungan warna dari cahaya yang menyinari permukaan objek (*spectral content*) dan kemampuan dalam merespon warna dari sensor dalam *imaging system* (*spectral response*).

Representasi warna umumnya tersusun dari tiga unsur warna utama yang dimiliki oleh suatu citra yakni, merah (*red*), hijau (*green*) dan biru (*blue*). Komposisi warna inilah yang membentuk beraneka ragam warna lainnya berdasarkan intensitas dari masing-masing warna tersebut dengan intensitas cahaya tertentu hingga membentuk suatu citra dan ketika digabungkan ketiga warna RGB ini dengan intensitas minimal maka akan membentuk warna hitam.

Rentang nilai yang dimiliki suatu citra RGB dalam setiap piksel citra mulai dari 0 hingga 255. Model warna RGB dapat direpresentasikan dalam bentuk indeks warna dengan cara menormalisasi setiap komponen warna RGB tersebut dengan persamaan sebagai berikut:

$$r = \frac{R}{R+G+B} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$g = \frac{G}{R+G+B} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$b = \frac{B}{R+G+B} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

r = bobot nilai warna merah

g = bobot nilai warna hijau

b = bobot nilai warna biru

R = nilai warna merah pada citra

G = nilai warna hijau pada citra

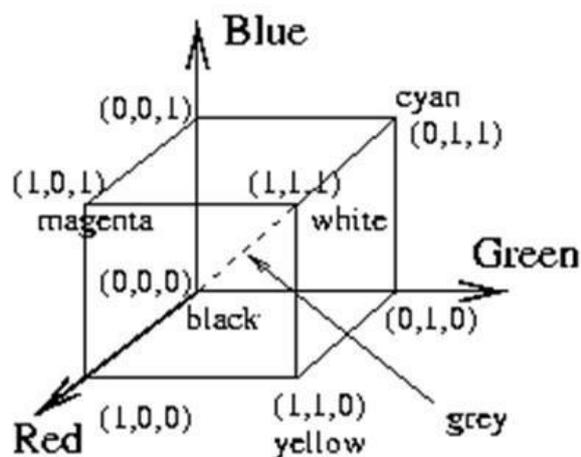
B = nilai warna biru pada citra

Vektor dari komponen RGB dari citra RGB ditunjukkan pada tabel 2.1

sedangkan ilustrasinya pada Gambar 2.1 (Rizki, Dimas dkk. 2012).

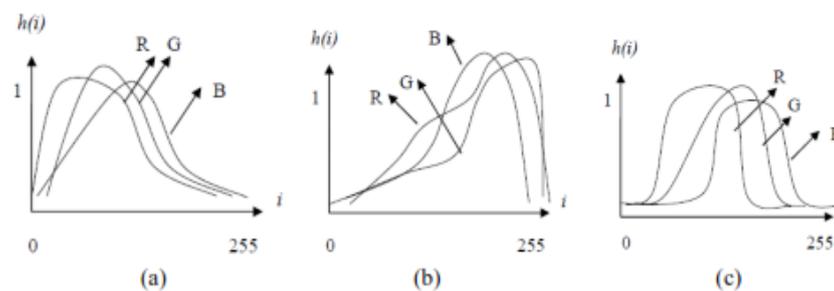
Tabel 2.1 Vektor Komponen RGB

Warna	Vektor (R,G,B)
Merah	(1,0,0)
Hijau	(0,1,0)
Biru	(0,0,1)
Putih	(1,1,1)
Hitam	(0,0,0)



Gambar 2.1 Ilustrasi komponen warna RGB (Rizki, Dimas dkk. 2012).

Pada Gambar 2.2 menjelaskan komposisi warna yang ditunjukkan dengan histogram $h(i)$. Pada *range* nilai yang dimiliki oleh RGB, jika kemunculan nilai $h(i)$ cenderung mendekati 0 maka citra tersebut gelap. Sedangkan jika $h(i)$ cenderung mendekati nilai 255 maka citra tersebut disebut terang. Sehingga untuk mendapatkan citra dengan kualitas baik maka distribusi nilai $h(i)$ atau pada histogram haruslah merata pada setiap pikselnya (Roynaldi, M. 2017).



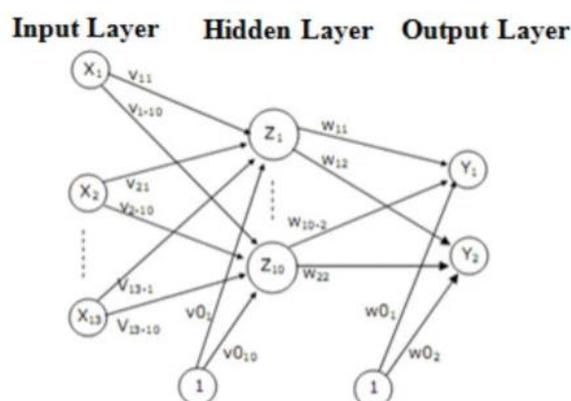
Gambar 2.2 Histogram pada warna RGB (a) Citra Gelap, (b) Citra Terang, (c) Citra Normal (Roynaldi, M. 2017).

2.4 Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan (*artificial neural network*) merupakan suatu sistem komputasi yang memiliki arsitektur dan operasinya mirip dengan jaringan syaraf biologis. Seperti halnya pada proses pengolahan informasi di otak manusia, cara kerja sistem ini yaitu belajar melalui contoh. *Backpropagation* merupakan suatu metode pada jaringan syaraf tiruan dengan awalnya dilakukan umpan maju (*feedforward*) untuk memperoleh bobot hasil perhitungan sehingga pada akhir pelatihan akan didapatkan bobot-bobot yang tepat. *Backpropagation* ini menyeimbangkan antara kemampuan dari sistem jaringan untuk

mengenali pola yang telah diberikan selama masa pelatihan dengan kemampuan dalam membuat keputusan atau memberikan respon yang tepat terhadap pola masukan yang serupa tapi tidak sama, seperti pada pola yang dipakai selama masa pelatihan (Yulia, Sustika. 2015).

Pada proses pelatihan *backpropagation* terdapat 3 fasa. Fasa yang pertama yakni fase maju. Pola masukan akan dihitung maju mulai dari *layer* masukan hingga *layer* keluaran menggunakan suatu fungsi aktivasi yang telah ditetapkan sebelumnya. Fase kedua adalah fase mundur, selisih dari keluaran pada fasa maju terhadap target yang diinginkan dinamakan kesalahan (*error*). Kesalahan (*error*) yang didapat akan dipropagasikan secara mundur, mulai dari garis yang berhubungan langsung dengan unit-unit di *layer* keluaran. Fase ketiga adalah proses modifikasi bobot yang telah didapat sebelumnya untuk mengurangi kesalahan (*error*). Ketiga fasa tersebut akan diulangi terus-menerus hingga kondisi penghentian (*goal*) terpenuhi (Yulia, Sustika. 2015).



Gambar 2.3 Arsitektur *backpropagation*.

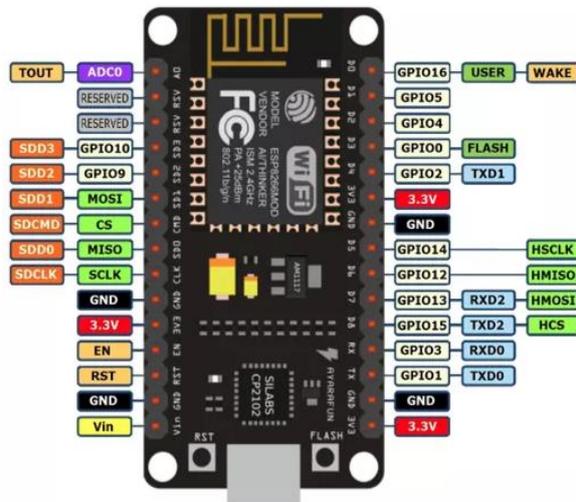
2.5 NodeMCU Lua ESP8266 versi 1.0

NodeMCU adalah suatu mikrokontroler yang berupa modul pengembangan dari modul ESP8266 tipe ESP-12 dan *platform* Internet of Things (IoT). Modul ini menyerupai *platform* modul arduino namun terdapat perbedaan yakni dapat terhubung ke internet. NodeMCU v.1.0 menggunakan kabel USB 2.0 *micro* B dan juga untuk memprogramnya digunakan *software* IDE arduino. Namun diperlukan pemasangan *library* khusus yakni ESP8266 NodeMCU agar dapat dikenali oleh *software* IDE arduino. Pada tabel 2.2 ditampilkan spesifikasi dari NodeMCU yang digunakan pada penelitian ini, berikut:

Tabel 2.2 Spesifikasi NodeMCU v.1.0

Vendor Pembuat	Amica/LoLin
Tipe ESP-8266	ESP-12E
<i>USB port</i>	USB 2.0 micro B
<i>GPIO pin</i>	13 pin
ADC	1 pin (10 bit)
Konverter USB ke serial	CH340G
Tegangan masukan	5 VDC
Ukuran	57 x 30 mm

Pada Gambar 2.4 berikut ini ditampilkan gambar dari nodeMCU versi 1.0 dilengkapi dengan pin-pin pada modulnya, yakni



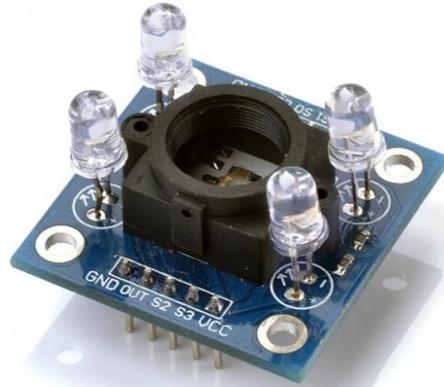
Gambar 2.4 NodeMCU versi 1.0.

2.6 Sensor Warna TCS3200

Sensor warna TCS3200 adalah suatu DT-sense *colour* sensor. TCS3200 ini adalah IC yang diprogram untuk mengkonversikan warna menjadi frekuensi dengan keluaran berupa sinyal kotak. Sensor ini terdiri dari dua komponen utama penyusun yakni *photodiode* dan pengubah arus menjadi frekuensi (ADC). Sensor warna dilengkapi dengan berbagai filter cahaya untuk warna dasar RGB. Spesifikasi dari modul DT-sense sensor warna TCS3200 yakni:

- Area pandang 2 x 2 cm
- Jalur komunikasi menggunakan I2C atau UART
- Memiliki EPROM (dapat menyimpan hingga 25 data)
- Tegangan masukan sebesar 4.8 hingga 5.5 VDC.
- Rentang warna RGB yakni 0 hingga 255

Berikut ini pada Gambar 2.5 ditunjukkan bentuk dari sensor warna TCS3200 (Warman, Karasi. 2014).



Gambar 2.5 Sensor warna TCS 3200.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Alat dan Bahan

NO	Nama Alat dan Bahan	Jumlah
1	NodeMCU Lua ESP8266	1 Unit
2	Sensor warna TCS 3200	1 Unit
3	Motor DC 12 Volt	1 Unit
4	<i>Belt Conveyor</i>	Secukupnya
5	<i>Roller Conveyor</i>	2 Unit
6	Besi siku lubang	Secukupnya
7	Motor Servo MG995	1 Unit
8	Alumunium profil U	Secukupnya
9	Mur dan Baut	Secukupnya
10	<i>Software</i> Microsoft Office	1 Unit
11	<i>Software</i> Matlab R2015a	1 Unit
12	Laptop/PC	1 Unit
13	Power Supply 12 Volt	1 Unit
14	Baterai + Ubec	1 Unit

3.2 Metode yang diusulkan

Pada penelitian ini RGB citra didapat oleh sensor warna TCS3200 yang terdapat pada *black box* yang terpasang di atas *conveyor* menghadap penampang buah tomat. Sensor warna selalu tetap dalam kondisi diam dengan jarak 2 cm di atas buah tomat. Data yang telah diambil kemudian diolah menggunakan pemrograman didalam nodeMCU dimana sudah diprogram metode jaringan syaraf tiruan yang menentukan *grade* kematangan buah. Hal ini bertujuan agar penentuan tingkat kematangan buah tomat dapat secara tepat.

Terdapat beberapa permasalahan dalam proses ini yaitu buah tomat mengalami perubahan-perubahan warna serta ukuran akibat pergantian buah tomat yang dianalisa secara *real-time*. Proses ini haruslah *real-time* agar buah dapat langsung disortir berdasarkan *grading* yang telah ditentukan sebelumnya. Dengan ini maka diperlukan sebuah jaringan syaraf tiruan yang efektif dan efisien supaya proses sortir buah tomat dapat berjalan dengan tepat, sehingga tidak terjadi salah pengelompokkan. Pemrograman serta modul mikrokontroller yang digunakan haruslah mumpuni agar dapat menanangi proses sortirisasi secara *real-time* dan menyalurkan keluarannya menuju wadah yang telah disediakan.

3.3.1 Garis besar metode yang diusulkan

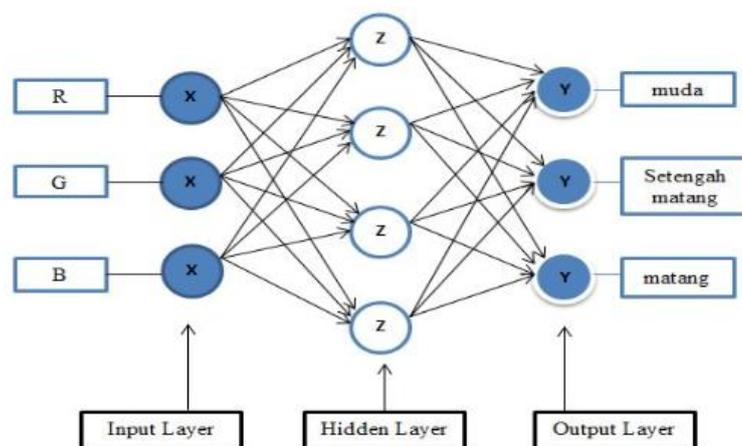
Jaringan syaraf tiruan berfungsi untuk menentukan *grade* dari buah tomat secara *real-time*. Sehingga buah tomat langsung

dikelompokkan berdasarkan tingkat kematangan buahnya yang dinilai berdasarkan komposisi warna pada kulit buahnya. Hal ini dilakukan dengan cara melakukan penentuan berdasarkan nilai RGB dari kulit buah tomat pada setiap saat. Pada penelitian yang dilakukan ini memiliki tujuan untuk menghasilkan sebuah alat untuk menyortir buah tomat kedalam *grade*, matang atau tidak matang. Tidak untuk mengidentifikasi *grade* menjadi 3 macam.

Grade pada buah tomat dibagi menjadi 3 macam, yakni yang pertama adalah mentah. Pada kondisi mentah, kulit buah berwarna hijau dan sangat cocok untuk pasar yang jauh atau menempuh waktu perjalanan yang lama, misalkan luar kota. Sehingga tomat tidak busuk/lewat matang saat diperjalanan ke pasar/daerah tujuan. *Grade* yang kedua yakni setengah matang, kondisi buah tomat masak pecah dengan warna pada pangkal buah berwarna hijau dan ujung buah berwarna merah, jadi percampuran antara warna hijau dan merah yang menandakan tomat belum matang sempurna. *Grade* ini sangat cocok untuk pemasaran yang ditujukan ke lokasi yang tidak terlalu jauh, misalkan pasar swalayan. *Grade* yang ketiga yakni matang sempurna dengan seluruh bagian buah tomat terlihat berwarna merah. *Grade* ini memiliki tujuan pemasaran dengan jarak lokasi yang dekat dan tidak memerlukan waktu tempuh yang lama, misalkan pasar lokal yang dekat dengan perkebunan.

Metode jaringan syaraf tiruan ini memudahkan proses penentuan *grade* dan menghasilkan efisiensi yang maksimal. Jaringan syaraf tiruan dapat menyelesaikan masalah melalui proses belajar dari contoh-contoh yang diberikan, dalam hal ini berupa nilai RGB warna kulit buah tomat yang matang. Proses pemberian sekumpulan contoh pola atau pembelajaran dilakukan pada awal penggunaan jaringan. Proses pelatihan berupa metode belajar terbimbing dimana selama proses pembelajaran tersebut pola masukan diberikan secara bersama-sama dengan pola keluaran yang diinginkan. Jaringan syaraf tiruan menyesuaikan nilai bobot sebagai respon atas pola masukan dan target yang disajikan.

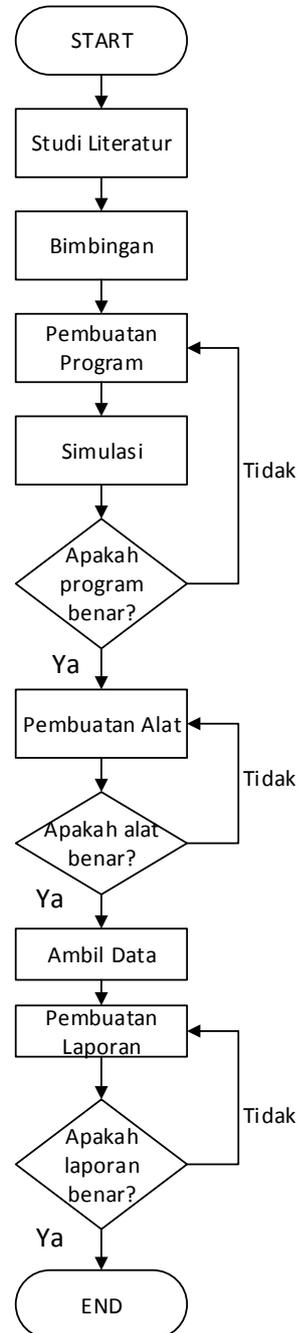
Proses pembelajaran dari jaringan syaraf tiruan menggunakan metode *backpropagation*. Perancangan *backpropagation* menggunakan 3 unit *input* yakni R, G, dan B, 4 *node hidden layer* dan 3 unit *output* seperti pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Aristeuktur *backpropagation*.

3.3.2 Diagram alir metode yang diusulkan

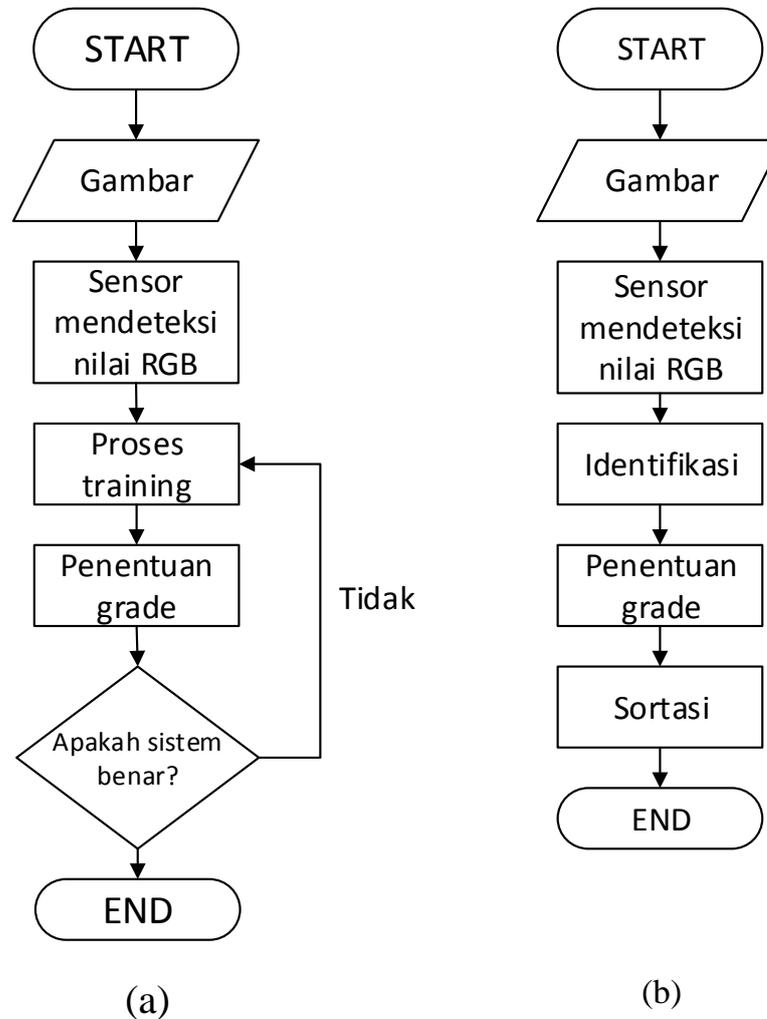
Pada Gambar 3.3 menunjukkan diagram alir dari penelitian ini:



Gambar 3.3 Diagram alir penelitian.

Sedangkan pada Gambar 3.4 menunjukkan diagram alir dari metode penentuan *grade* dengan menggunakan metode jaringan

syaraf tiruan yang diusulkan, yang dibagi menjadi (a) proses pembelajaran *backpropagation* dan (b) proses identifikasi kematangan tomat sebagai berikut:



Gambar 3.4 (a) Proses pembelajaran *backpropagation* (b) Proses identifikasi kematangan tomat.

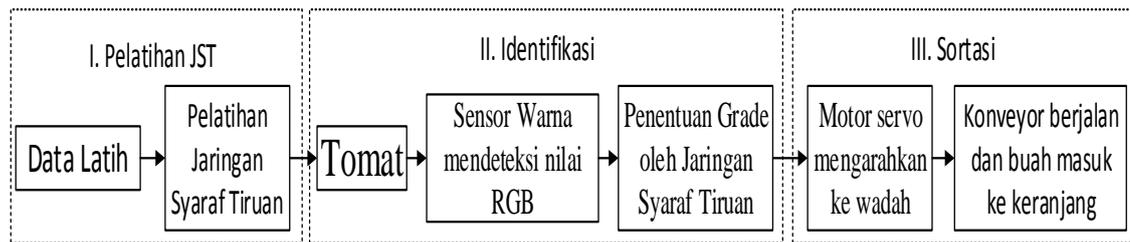
Pada Gambar 3.4 menunjukkan diagram alir metode yang diusulkan, dimulai dari proses pembelajaran *backpropagation* digambar 3.4 (a). Pada proses ini, input yang diperoleh berupa citra RGB kemudian citra RGB tersebut dideteksi tingkat RGB nya dengan menggunakan

sensor warna TCS3200. Nilai didapatkan dan dicatat untuk melihat perbedaan tingkat komposisi warna pada buah yang mentah, setengah matang dan matang.

Setelah itu pola perlu ditetapkan yakni pola buah mentah, setengah matang dan matang dengan perbedaan nilai komposisi RGB. Proses identifikasi terus diulangi sembari mencatat tingkat error dan pola keluaran dari sistem. Kemudian mengatur kembali nilai komposisi warna RGB untuk menyesuaikan karakter *grade* pada buah tomat. Ketika *goal* sistem sudah tepat sesuai keinginan maka proses pembelajaran selesai. Proses pelatihan bertujuan untuk melatih sistem dengan menyajikan data-data masukan ke dalam sistem jaringan syaraf tiruan yang kemudian data diolah menggunakan metode *backpropagation*.

Pada Gambar 3.4 (b) ditunjukkan proses identifikasi, dimulai dari input berupa citra RGB, yang dideteksi nilai R, G, dan B oleh sensor warna TCS3200. Setelah itu didapatkan histogram warna dan diproses identifikasi oleh sistem, dimana output dari identifikasi ini berupa tingkat *grade* buah tomat tersebut. Berdasarkan tingkat *grade* maka disortir ke tempat penampungan/jalur conveyor yang sesuai dan hasil identifikasi maupun penyortiranditampilkan melalui wadah sesuai *grade*.

Untuk penjelasan tahapan, dijelaskan pada Gambar 3.5 ini



Gambar 3.5 Blok Diagram sistem.

Pada gambar diatas, Gambar 3.5 menjelaskan blok diagram dari sistem yang terbagi menjadi sistem 1, proses pelatihan jaringan syaraf tiruan, sistem 2 yakni identifikasi dan sistem 3 yaitu proses sortasi. Proses pelatihan jaringan syaraf tiruan dilakukan setelah mengumpulkan data latih berupa nilai RGB dan target kematangan buah tomat. Setelah terkumpul sebanyak yang diinginkan, maka proses pelatihan jaringan syaraf tiruan dapat dilakukan.

Proses selanjutnya yakni sistem 2, tomat berjalan di *conveyor* kemudian sensor warna mendeteksi nilai RGB tomat tersebut. Nilai RGB itu menjadi masukan ke NodeMCU yang kemudian ditentukan *grade* dari tomat tersebut. Sistem 3, sortasi diawali dengan tergerakannya motor servo untuk mengarahkan tomat menuju wadah yang telah ditentukan. Seiring dengan bergerakannya motor DC pada *conveyor* maka tomat masuk ke wadah yang sesuai dengan *grade* masing-masing.

3.3.3 Pendeteksian Nilai RGB

Citra yang digunakan dalam pemrosesan pada penelitian ini didapatkan dari sensor warna yang diletakan diatas buah tomat. Citra RGB dideteksi oleh sensor warna TCS 3200. Penelitian ini bersifat *real-time* sehingga pengolahan, proses analisa dan proses sortirisasi dilakukan pada waktu yang hampir bersamaan dengan selisih sepersekian detik. Data diambil pada siang hari agar intensitas cahaya yang didapatkan itu baik sehingga nilai representasi warna buah tomat mendekati aslinya. Selanjutnya citra diolah dengan menggunakan mikrokontroller NodeMCU v.1.0 menggunakan *software* arduino IDE.

Nilai RGB yang diolah, terlebih dahulu dideteksi oleh sensor warna TCS3200. Tingkat RGB dikonversi kedalam pola bit. Bentuk indeks warna RGB dinormalisasi setiap komponen warna dengan menggunakan persamaan 2.1, 2.2 dan 2.3 sebagai berikut:

$$r = \frac{R}{R+G+B} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$g = \frac{G}{R+G+B} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$b = \frac{B}{R+G+B} \dots\dots\dots(2.3)$$

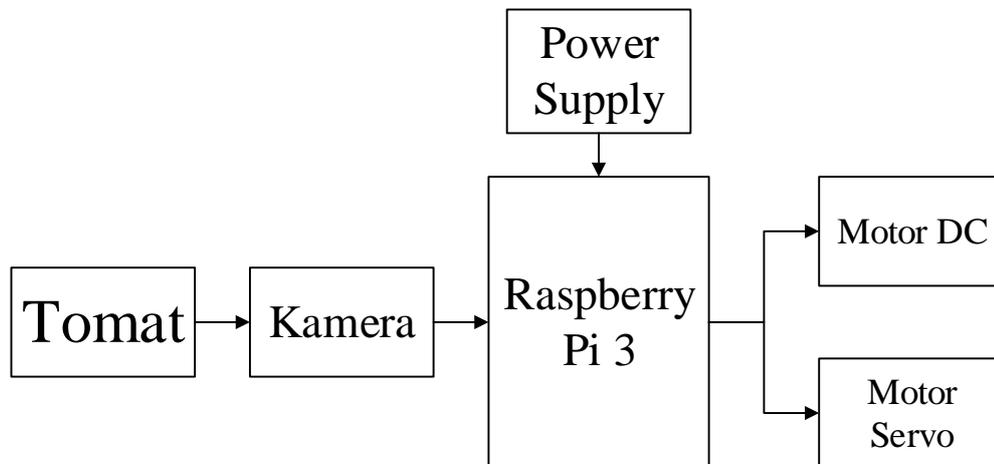
Keterangan:

r = bobot nilai warna merah R = nilai warna merah pada citra

g = bobot nilai warna hijau G = nilai warna hijau pada citra

b = bobot nilai warna biru B = nilai warna biru pada citra

3.3.4 Perancangan Sistem

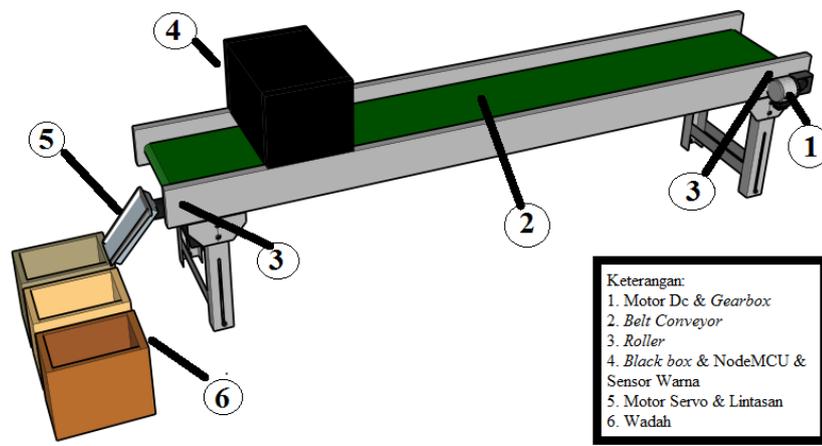


Gambar 3.6 Blok diagram perancangna sistem.

Gambaran dari cara kerja sistem pada penelitian ini yakni dibagi menjadi 2 sistem, yaitu sistem yang memiliki fungsi sebagai pengidentifikasi dan penentuan kematangan buah serta sistem yang berfungsi sebagai penyortir buah. Pada sistem yang pertama, sistem dengan fungsi pengidentifikasi dan penampil kematangan buah, digunakan sebuah sensor warna TCS3200 untuk membaca tingkatan warna RGB pada kulit buah tersebut. Keluaran dari sensor warna ini berupa nilai RGB yang selanjutnya diproses oleh mikrokontroler. Hasil yang ditampilkan nantinya berupa status kematangan buah (matang, belum matang atau tidak matang) serta komposisi nilai RGB-nya. Gambar 3.6 menunjukkan blok diagram perancangan sistem.

Pada sistem yang kedua, sistem yang memiliki fungsi untuk menyortir buah serta penggerak dari conveyor dan motor servo. Sistem ini mengendalikan conveyor yang digerakkan dengan motor

DC. Motor servo menggerakkan lintasan untuk memisahkan buah sesuai *grade* menuju wadahnya masing-masing. Waktu pengecekan satu buah berkisar 5 detik, dimana 3 detik *delay* untuk membaca buah dan 2 detik untuk *conveyor* bergerak. Desain dari rancang bangun sistem penyortir ini dapat dilihat pada Gambar 3.7 sebagai berikut:



Gambar 3.7 Rancangan alat sistem penyortir buah tomat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian terhadap alat yang telah dibuat, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah terealisasi alat penyortir buah tomat yang meliputi jaringan syaraf tiruan, pembacaan nilai RGB oleh sensor warna TCS 3200 dan penyortiran buah tomat menggunakan NodeMCU Lua versi 1.0 dengan tingkat kesalahan sebesar 10.6% dengan rata-rata waktu penyortiran yakni 5 detik.
2. Sensor warna TCS 3200 dapat berfungsi sebagai pengindraan untuk mendapatkan nilai RGB dari buah tomat.
3. Jaringan syaraf tiruan metode *backpropagation* dapat dijadikan sebagai suatu sistem kecerdasan buatan atau komputasi untuk menyortir buah tomat namun dibutuhkan *resource* prosesor yang besar agar proses pembelajaran dapat berlangsung dengan cepat.
4. Hasil pengujian jaringan syaraf tiruan pada matlab R2015a lebih baik dibandingkan dengan NodeMCU karena *resource* pada laptop lebih baik sehingga proses berjalan cepat dan batasan *epoch* lebih besar sehingga didapatkan mse yang lebih baik.

5. Kesalahan utama pada pengenalan pola kematangan buah tomat untuk alat penyortir buah tomat ini dipengaruhi oleh pembacaan nilai RGB oleh sensor warna TCS 3200 yang sensitif terhadap perubahan intensitas cahaya.

5.2 Saran

Setelah dilakukan penelitian dan menghasilkan kesimpulan, maka untuk pengembangan sistem lebih lanjut ini disarankan;

1. Penggunaan *device* yang lebih baik dari NodeMCU agar proses pembelajaran jaringan syaraf tiruan dapat berjalan lebih cepat dan lebih baik dalam meminimalisir *error*.
2. Pada penggunaan sensor TCS 3200 haruslah dipertahankan kondisi sekitar yakni berupa intensitas cahaya dan jarak sensor dengan objek.
3. Penggunaan pengolahan citra menggunakan kamera agar nilai RGB yang didapatkan dari buah tomat lebih presisi.
4. Penggunaan metode lain dalam pengambilan keputusan pengenalan pola kematangan buah tomat seperti logika *fuzzy* sehingga akan dapat diketahui metode yang lebih efektif dan efisien dalam pengambilan keputusan pengenalan pola kematangan buah tomat.

DAFTAR PUSTAKA

- Deswari, Dila dkk. 2013. *Identifikasi Kematangan Buah Tomat Menggunakan Metoda Backpropagation*. Politeknik Negeri Padang. Teknik Elektro.
- Nugraha, Ihsan dkk. 2016. *Automated System In Tomato Sorting With Image Processing Using RGB Detection Method*. Universitas Telkom: Teknik Fisika.
- Rizki, Dimas dkk. 2012. *Alat Penyortir dan Pengecekan Kematangan Buah Menggunakan Sensor Warna*. Binus University : Computer Engineering Department. Jakarta Barat.
- Roynaldi, M. 2017. *Deteksi objek bergerak dalam air menggunakan metode gaussian mixture model berbasis action-cam*. Universitas Lampung : Teknik Elektro. Lampung
- Sitorus, Natalia. 2008. *Penentuan Kematangan Buah Tomat (*Lycopersium Esculentum* Mill) Dengan Menggunakan Metode Klasifikasi Citra*. Lampung. Universitas Lampung.
- Thiang. 2008. *Otomasi Pemisah Buah Tomat Berdasarkan Ukuran dan Warna Menggunakan Webcam Sebagai Sensor*. Surabaya. Universitas Kirsten Petra: Teknik Elektro.
- Warman, Karasi. 2014. *Identifikasi Kematangan Buah Jeruk Dengan Teknik Jaringan Syaraf Tiruan*. Universitas Sumatera Utara. Keteknikan Pertanian. Medan.
- Yulia, Sustika. 2015. *Klasifikasi Level Kematangan Tomat Berdasarkan Perbedaan Perbaikan Citra Menggunakan Rata-Rata RGB Dan Index Pixel*. STMIK Asia Malang.