

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *BACKPROPAGATION*
UNTUK PENGENALAN JENIS KAYU**

Skripsi



oleh

Luke Nugroho Raharjo

71130067

PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

2019

IMPLEMENTASI ALGORITMA *BACKPROPAGATION* UNTUK PENGENALAN JENIS KAYU

Skripsi



Diajukan kepada Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi

Universitas Kristen Duta Wacana

Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar

Sarjana Komputer

Disusun oleh

Luke Nugroho Raharjo

71130067

PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

2019

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

IMPLEMENTASI ALGORITMA BACKPROPAGATION UNTUK PENGENALAN JENIS KAYU

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi kesarjanaannya di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar kesarjanaannya saya.

Yogyakarta, 18 Juni 2019



LUKE NUGROHO RAHARJO

71130067


HALAMAN PERSETUJUAN

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : IMPLEMENTASI ALGORITMA
BACKPROPAGATION UNTUK PENGENALAN
JENIS KAYU
Nama Mahasiswa : LUKE NUGROHO RAHARJO
N I M : 71130067
Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)
Kode : TIW276
Semester : Genap
Tahun Akademik : 2018/2019

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 18 Juni 2019

Dosen Pembimbing I


Sri Suwarno, Dr. Ir. M.Eng.

Dosen Pembimbing II


Laurentius Kuncoro Probo Saputra,
S.T., M.Eng.

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN

IMPLEMENTASI ALGORITMA BACKPROPAGATION UNTUK PENGENALAN JENIS KAYU

Oleh: LUKE NUGROHO RAHARJO / 71130067

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 17 Juni 2019

Yogyakarta, 18 Juni 2019
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Sri Suwarno, Dr. Ir, M.Eng.
2. Laurentius Kuncoro Probo Saputra, S.T.,
M.Eng.
3. Aditya Wikan Mahastama, S.Kom., M.Cs.
4. Maria Nila Anggia Rini, S.T, M.T.I

Dekan



(Bach Supanto, S.Kom., M.T.)

Ketua Program Studi

(Gloria Virginia, Ph.D.)

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan anugrah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang diberi judul “Implementasi Algoritma Backpropagation Untuk Pengenalan Jenis Kayu” dengan baik dan tepat waktu.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memenuhi kelengkapan dalam memperoleh gelar Sarjana Komputer. Selain itu bertujuan melatih mahasiswa untuk menghasilkan suatu karya yang dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah, sehingga dapat bermanfaat bagi pengguna dan pengembang selanjutnya.

Dalam menyelesaikan pembuatan sistem dan laporan Tugas Akhir ini, penulis telah banyak menerima bimbingan, saran, dan masukan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus atas rahmat, hikmat, berkat, dan anugrah yang dilimpahkan kepada penulis.
2. Dr. Ir. Sri Suwarno, M.Eng. selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk dapat membimbing serta memberikan masukan dan semangat kepada penulis selama pembuatan Tugas Akhir ini.
3. Laurentius Kuncoro Probo Saputra., S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing II yang telah banyak membantu, memberikan bimbingannya dengan sabar dan baik, dan juga memberikan petunjuk serta semangat kepada penulis selama proses pembuatan Tugas Akhir ini.
4. Orang tua beserta keluarga yang selalu memberi dukungan baik moril, materil, dan terutama dalam doa bagi penulis yang tidak pernah berhenti sehingga program dan laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Terima kasih atas penantian, pengorbanan, dan juga kesabaran yang tidak sebentar ini.

5. Dewi Liliane Chandra yang memberi semangat dan dukungan selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman Dito, Adit, Yefta, Ester, Yosa, Yayan yang selalu memberikan semangat, masukan dan juga doa selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman grup mokodo yang memberi dukungan selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman seperjuangan IT angkatan 2013 yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.
8. Pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa pembuatan program dan penulisan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun dari pembaca agar pada kesempatan selanjutnya penulis dapat berkembang dan menghasilkan karya yang lebih baik lagi.

Akhir kata penulis mohon maaf atas kekurangan dan kesalahan dalam pembuatan program dan laporan Tugas Akhir ini. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat berguna untuk menambah wawasan bagi pembaca.

Yogyakarta, 22 Mei 2019

Luke Nugroho Raharjo

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah melimpahkan rahmat dan kasih karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Implementasi Metode *Backpropagation* Untuk Pengenalan Jenis Kayu” dengan baik.

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini, penulis telah banyak mendapatkan bimbingan, saran, dan motivasi dari berbagai pihak. Maka dari itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Sri Suwarno, M.Eng. selaku dosen pembimbing I
2. Laurentius Kuncoro Probo Saputra., S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing II
3. Keluarga serta teman-teman yang selalu mendukung, membantu dan memberi banyak masukan dan saran selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.

Dalam pembuatan laporan ini, penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan, baik dari materi maupun teknik penyajiannya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan adanya kritik dan saran dari pembaca. Akhir kata penulis memohon maaf apabila dalam penulisan laporan ini, ada kalimat yang kurang berkenan. Semoga hasil dari pengerjaan Tugas Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi banyak pihak.

Yogyakarta, 15 Mei 2019

Penulis

INTISARI

Kayu merupakan hasil hutan dari kekayaan alam, merupakan bahan mentah yang mudah diproses untuk dijadikan barang sesuai kemajuan teknologi. Pengertian kayu disini ialah sesuatu bahan, yang diperoleh dari hasil pemungutan pohon-pohon di hutan, yang merupakan bagian dari pohon tersebut, setelah diperhitungkan bagian-bagian mana yang lebih banyak dimanfaatkan untuk sesuatu tujuan penggunaan. Baik berbentuk kayu pertukangan, kayu industri maupun kayu bakar. (Dumanauw.J.F, 1990).

Pada umumnya, setiap kayu mempunyai ciri masing-masing, ciri tersebut dapat dibedakan dari tekstur maupun warna. Walaupun kayu memiliki ciri khas yang berbeda setiap jenis kayunya, masyarakat kurang memperhatikan perbedaan dari kayu tersebut dan kurang mengetahui bahwa kayu memiliki banyak jenis.

Untuk membantu masyarakat membedakan beberapa jenis kayu yang ada di toko kayu, pengrajin, dan lingkungan dengan cara terbaik yang digunakan adalah membedakan dari teksturnya. Pada penelitian ini, penulis menggunakan ekstraksi ciri teksturnya dengan *contrast*, *correlation*, *energy*, *homogeneity* dan pengenalan jenis-jenis kayu menggunakan metode jaringan syaraf tiruan *Backpropagation*.

Kata kunci: kayu, tekstur, jaringan syaraf tiruan, *Backpropagation*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
UCAPAN TERIMAKASIH	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
INTISARI	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Metodologi Penelitian	2
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Landasan Teori	7
2.2.1. Jenis Kayu	7
2.2.2. Pengolahan Citra Digital.....	9
2.2.3. Konsep GLCM (Gray Level Co-Occurrence Matrix).....	10
2.2.4. Konsep Jaringan Syaraf Tiruan.....	14
2.2.5. Konsep Backpropagation	14
BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM.....	19

3.1.	Perencanaan Arsitektur Sistem.....	19
3.1.1.	Input	19
3.1.2.	Proses <i>Flowchart</i> Sistem Secara Umum.....	19
3.1.3.	Flowchart Proses Pre-processing Citra	21
3.1.4.	Proses <i>Flowchart</i> Ekstrasi Ciri	22
3.1.5.	Proses Flowchart Pelatihan Backpropagation.....	23
3.1.5.	Proses <i>Flowchart</i> Pengujian	24
3.2.	Perancangan Antarmuka.....	24
BAB 4	IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM	26
4.1.	Implementasi Sistem	26
4.1.1.	Implementasi Mulai Pelatihan	27
4.1.2.	Implementasi <i>Input</i> Gambar	27
4.1.3.	Implementasi Konversi Warna.....	28
4.1.4.	Implementasi Ekstrasi Fitur	29
4.1.5.	Implementasi Proses Pengenalan.....	30
4.2.	Analisis Sistem.....	31
4.2.1.	Pengaruh Jumlah Ciri.....	31
4.2.2.	Pengaruh <i>Alpha</i>	34
4.2.3.	Pengaruh <i>Hidden Layer</i>	35
4.2.4.	Pengaruh <i>Epoch</i>	35
4.2.5.	Pengaruh Jumlah Data Latih	36
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1.	Kesimpulan.....	38
5.2.	Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil pengujian dengan ekstrasi ciri 1 ciri tekstur.....	32
Tabel 4. 2 Hasil pengujian dengan ekstrasi ciri 2 ciri tekstur.....	32
Tabel 4. 3 Hasil pengujian dengan ekstrasi ciri 3 ciri tekstur.....	33
Tabel 4. 4 Hasil pengujian dengan ekstrasi semua ciri tekstur.....	34
Tabel 4. 5 Hasil pengujian pengaruh alpha	34
Tabel 4. 6 Hasil pengujian pengaruh <i>hidden layer</i>	35
Tabel 4. 7 Hasil pengujian pengaruh epoch.....	36
Tabel 4. 8 Hasil pengujian pengaruh jumlah data latih	36

©UKDW

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kayu Pinus	7
Gambar 2.2 Kayu Mahoni	8
Gambar 2.3 Kayu Merbau	8
Gambar 2.4 Kayu Sonokeling.....	9
Gambar 2.5 Contoh matrix citra	10
Gambar 2.6 Area kerja matriks.....	11
Gambar 2.7 GLCM arah nol derajat dengan jarak 1 piksel.....	11
Gambar 2.8 GLCM simetris	11
Gambar 2.9 Matriks kookurensi simetrik ternormalisasi	12
Gambar 2.10 Backpropagation	15
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> sistem secara umum	20
Gambar 3.2 <i>Flowchart Setup Preprocessing</i> citra	21
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> ekstrasi ciri	22
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> proses pelatihan <i>backpropagation</i>	23
Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> Setup pengujian <i>backpropagation</i>	24
Gambar 3.6 Tampilan program pengenalan	25
Gambar 4.1 Tampilan Awal Sistem	26
Gambar 4.2 Tampilan hasil mulai pelatihan.....	27
Gambar 4.3 Tampilan hasil <i>input</i> gambar	28
Gambar 4.4 Proses Konversi	29
Gambar 4.5 Program untuk proses konversi.....	29
Gambar 4.6 Proses hitung ekstrasi fitur.....	30
Gambar 4.7 Program untuk mencari nilai GLCM	30
Gambar 4.8 Proses Pengenalan.....	31

DAFTAR LAMPIRAN

A 1 - DATA LATIH DAN DATA UJI	LAMPIRAN A
A 2 - REKAP EKSTRAKSI CIRI DATA PENGUJIAN.....	LAMPIRAN E
A 3 - <i>LISTING</i> PROGRAM.....	LAMPIRAN I
A 4 - KARTU KONSULTASI.....	LAMPIRAN Q

©UKDWN

INTISARI

Kayu merupakan hasil hutan dari kekayaan alam, merupakan bahan mentah yang mudah diproses untuk dijadikan barang sesuai kemajuan teknologi. Pengertian kayu disini ialah sesuatu bahan, yang diperoleh dari hasil pemungutan pohon-pohon di hutan, yang merupakan bagian dari pohon tersebut, setelah diperhitungkan bagian-bagian mana yang lebih banyak dimanfaatkan untuk sesuatu tujuan penggunaan. Baik berbentuk kayu pertukangan, kayu industri maupun kayu bakar. (Dumanauw.J.F, 1990).

Pada umumnya, setiap kayu mempunyai ciri masing-masing, ciri tersebut dapat dibedakan dari tekstur maupun warna. Walaupun kayu memiliki ciri khas yang berbeda setiap jenis kayunya, masyarakat kurang memperhatikan perbedaan dari kayu tersebut dan kurang mengetahui bahwa kayu memiliki banyak jenis.

Untuk membantu masyarakat membedakan beberapa jenis kayu yang ada di toko kayu, pengrajin, dan lingkungan dengan cara terbaik yang digunakan adalah membedakan dari teksturnya. Pada penelitian ini, penulis menggunakan ekstraksi ciri teksturnya dengan *contrast*, *correlation*, *energy*, *homogeneity* dan pengenalan jenis-jenis kayu menggunakan metode jaringan syaraf tiruan *Backpropagation*.

Kata kunci: kayu, tekstur, jaringan syaraf tiruan, *Backpropagation*

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Negara Indonesia adalah negara yang memiliki berbagai macam jenis kayu. Jenis kayu yang beragam itu memiliki keunggulan masing-masing dalam setiap kegunaannya. Dalam setiap kegunaan jenis kayu yang ada di Indonesia hanya beberapa jenis kayu saja yang bisa dijadikan sebagai kayu bangunan atau sebagai kayu *furniture*. Kemudahan untuk pembentukan *furniture* dari kayu menjadikan masyarakat sering mencari beberapa jenis kayu yang bertekstur indah. Tetapi karena banyaknya jenis kayu di Indonesia, membuat masyarakat sulit untuk membedakan jenis kayu itu bila dilakukan dengan manual. Hal ini membuat masyarakat harus mendatangkan seorang pakar kayu bila mereka ingin mengetahui jenis kayu itu, karena jika dilakukan secara manual harus melihat penampang lintang dari kayu tersebut yang sulit dibedakan oleh orang awam apabila melihat secara manual. Cara manual untuk mengetahui struktur pola mikroskopis kayu yaitu dengan melihat beberapa bagian kayu yang di antaranya : sebaran pori, lebar pori, dan lain-lain. Maka dengan dasar-dasar tersebut penulis memiliki ide untuk membuat sebuah program untuk pengenalan jenis kayu dengan menggunakan metode *backpropagation network*.

Pembuatan program mesin/komputer yang akan dilakukan untuk pengenalan jenis kayu adalah untuk mengetahui jenis apa kayu itu. Dalam melakukan pengenalan jenis kayu bagi mesin / komputer ini juga tidak mudah, maka perlu dikembangkan sistem untuk pengenalan pola dan pengenalan untuk jenis kayu tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Dengan didasari oleh latar belakang yang ada, sehingga rumusan masalahnya adalah bagaimana hasil implementasi ciri GLCM dan metode *Backpropagation* untuk pembuatan program pengenalan jenis.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam pembuatan program ini adalah sebagai berikut :

1. Program yang dibuat hanya untuk pengenalan jenis kayu.
2. Kayu yang digunakan hanya 4 jenis kayu : kayu pinus, kayu mahoni, kayu merbau, dan kayu sonokeling.
3. Input hanya bisa berupa gambar dari hasil foto permukaan kayu yang sudah dipotong secara tegak lurus mengikuti arah pertumbuhan pohon.
4. Kayu yang dipakai hanya kayu yang utuh tanpa ada lubang.
5. Kayu harus dalam keadaan yang kering.
6. File format yang digunakan adalah .jpg.

1.4. Tujuan Penelitian

Mendapatkan tingkat akurat program minimal 50% dalam pengenalan jenis kayu menggunakan ekstraksi ciri GLCM dan metode *Backpropagation*.

1.5. Metodologi Penelitian

Beberapa metode penelitian yang digunakan penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini adalah:

1) Studi Literatur

Studi Literatur dilakukan dengan cara membaca dan memperoleh informasi dari jurnal dan buku yang berhubungan dengan pengolahan citra digital dan jaringan syaraf tiruan menggunakan algoritma *backpropagation*.

2) Pengumpulan Data

Dalam proses pengumpulan data ini penulis mengambil sample berupa file gambar hasil foto dari permukaan jenis kayu yang sudah dipotong tegak-lurus.

3) Perancangan sistem

Dalam skripsi ini dibuat suatu sistem yang dapat melakukan proses pengenalan jenis kayu berdasarkan permukaan kayu yang sudah dipotong tegak-lurus.

4) Implementasi sistem

Pada tahap ini dilakukan implementasi sistem yang telah dirancang. Proses implementasi dilakukan dengan pedoman-pedoman yang didapatkan dari tahapan-tahapan sebelumnya.

5) Evaluasi

Evaluasi terhadap sistem akan dilakukan oleh penulis dengan melakukan pengujian terhadap file gambar yang telah diinputkan sehingga sistem mampu menentukan hasil pengenalan jenis kayu dengan data uji yang sudah diinputkan oleh pengguna.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir maka penulis membagi laporan dengan sistematika penulisan menjadi lima bab, yaitu sebagai berikut :

Bab 1 PENDAHULUAN menjelaskan tentang isi dari tugas akhir yang terdiri dari latar belakang masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metodologi, dan sistematika penulisan dari judul yang telah diangkat yaitu “IMPLEMENTASI ALGORITMA BACKPROPAGATION UNTUK PENGENALAN JENIS KAYU”

Bab 2 TINJAUAN PUSTAKA berisi tentang tinjauan pustaka dan landasan teori dari metode yang digunakan dalam penelitian yaitu mengenai, jenis-jenis kayu, konsep pengolahan citra digital, konsep GLCM (*Gray Level Co-Occurrence Matrix*), konsep jaringan syaraf tiruan, konsep *backpropagation*.

Bab 3 PERANCANGAN SISTEM berisi tentang pembahasan perancangan sistem secara menyeluruh dari pembuatan tugas akhir ini, yang terdiri dari perancangan sistem dan output hasil pengenalan jenis kayu.

Bab 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM berisi tentang implementasi dan analisis sistem yang telah dibuat dalam bentuk program dengan penjelasan *user-interface*-nya.

Bab 5 KESIMPULAN DAN SARAN berisi tentang kesimpulan dan saran untuk pembuatan serta pengembangan program untuk penelitian yang selanjutnya.

©UKDW

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengujian sistem, nilai terbaik *Backpropagation* yang diterapkan untuk pengenalan jenis kayu dengan tingkat akurasi sebesar 86.67% terhadap pengenalan data uji dicapai ketika menggunakan *alpha* 0.6, *hidden layer* 3 dan *epoch* 1000.
2. Jumlah ciri tekstur yang digunakan mempengaruhi presentase pengenalan, jika ciri tekstur tidak digunakan semua maka presentase tidak sebaik menggunakan semua ciri tekstur.
3. Jumlah data latih mempengaruhi presentase pengenalan, apabila jumlah data latih sedikit, maka tingkat akurasi sedikit.

5.2. Saran

Setelah penulis menyimpulkan hasil dari penelitian, maka saran yang dapat diberikan oleh penulis adalah sebagai berikut:

1. Sistem bisa dikembangkan untuk dapat mengenali jenis kayu yang lain selain yang ada pada kasus ini.
2. Data latih dan data uji yang diambil dengan cara foto sendiri ada baiknya mengatur cahaya yang pas, posisi kamera serta letak posisi objek foto yang difoto selalu sama untuk semua data/ objek.

DAFTAR PUSTAKA

- Eskaprianda, A., Isnanto, R. R., & Santoso, I. (2011). Deteksi Kondisi Organ Pankreas Melalui Iris Mata Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Metode Perambatan Balik dengan Pencirian Matriks Ko-Okurensi Aras Keabuan. *Transmisi, Vol 13(1)*, 33-38.
- Siang, J. J. (2009). *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya menggunakan MATLAB*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Yadnya, I. G. (2016). Implementasi Algoritma backpropagation Untuk Pengenalan Kayu Lokal Bali. Skripsi. Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.
- Mandang, Y.L. dan Pandit, I.K.N. (2002). Pedoman Identifikasi Jenis Kayu Lapangan. Bogor: PROSEA Indonesia.
- Alqurni, R. P., & Muljono. (2016). Pengenalan Tanda Tangan Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan Perceptron Dan Backpropagation. *Techno.COM*, 15(4), 353-363.
- Hartadi, R., Santoso, I., & Hidayatno, A. (2011). Deteksi Potensi Kanker Payudara pada Mammogram Menggunakan Metode Gray Level Co-Occurrence Matrices. Doctoral dissertation, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik.
- W, E. T., & Al Farqi, I. W. (2015). Aplikasi Pengenalan Aksara Carakan Madura Dengan Menggunakan Metode Backpropagation. *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Informasi ASIA*, Vol. 9(1), 18-34.
- Gasim. (2006). Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Pengenalan Jenis Kayu Berbasis Citra. Tesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Hidayatno, A., Isnanto, R. R., & Buana, D. K. (2008). Identifikasi Tanda-Tanda Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan-Balik (Backpropagation). *Jurnal Teknologi*, Volume 1 (2), 100-106.