

LAPORAN PENELITIAN



OTOMATISASI PEMBACAAN ANGKA DENGAN MEMBANDINGKAN METODE *BACK PROPAGATION* DAN METODE *SINGLE PERCEPTRON* BERBASIS DIGITAL IMAGEPROCESSING

Peneliti :

Ketua Peneliti	:	Wiwin Windihastuty, M.Kom	120077
Anggota	:	Retno Wulandari, S.Kom., M.Kom	980006

**FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS BUDI LUHUR**

Februari 2023

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Otomatisasi Pembacaan Angka dengan Metode *Back Propagation* dan Metode *Single Perceptron* Berbasis Digital Image Processing

Bidang Kegiatan : Ilmu Komputer

Ketua Penelitian :

Nama Lengkap : Wiwin Windihastuty, M.Kom

NIP/NIDN/SINTA : 120077 / 0326047001/6041810

Jabatan Fungsional : Lektor

Program Studi : Sistem Informasi

Nomor Handphone : 081310767472

Alamat Email : wiwin.windihastuty@budiluhur.ac.id

Anggota

Nama Lengkap : Retno Wulandari, S.Kom., M.Kom

NIP/NIDN/SINTA : 980006/0324038006

Jabatan Fungsional : Asisten Ahli

Nomor Handphone : 0821-1405-1406

Alamat Email : retno.wulandari@budiluhur.ac.id

Biaya Pelaksanaan : Mandiri

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknologi Informasi



Dr. Ir. Dedi Mahdiana, S.Kom., M.M., M.Kom

NIP. 960012

Jakarta, 10 Februari 2023

Ketua Peneliti

Wiwin Windihastuty, M.Kom

NIP.120077

Menyetujui,

Direktur Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat



Dr. Krisna Adiyarta M, M.Sc

NIP. 890001

No. Reg	:	0	1	1	0	1	LPJ	0	2	2	3
Tanggal	:	0	7	0	2	2	3	Paraf			

DAFTAR ISI

Halaman Pengesahan	.....	i
Daftar Isi	.....	ii
Daftar Gambar	.....	iv
Daftar Tabel	.....	v
Ringkasan	.....	vi
Prakata	.....	vii
BAB I	PENDAHULUAN	1
	1.1 Latar Belakang	1
	1.2 Identifikasi Masalah	1
	1.3 Batasan Masalah	1
	1.4 Rumusan Masalah	2
	1.5 Tujuan Penelitian	2
	1.6 Manfaat Penelitian	3
	1.7 Luaran Penelitian	3
	1.8 Sistematika Penelitian	3
BAB II	Tinjauan Pustaka	5
	2.1 Pencatat Meter Air	5
	2.2 Pengenalan Pola	5
	2.3 Jaringan Saraf Tiruan	6
	2.4 Backpropagation	6
	2.5 Single Perceptron	7
	2.6 Penelitian Sebelum	7
BAB III	Metode Penelitian	9
	3.1 Alur Penelitian	9
	3.2 Tahapan Penelitian	10
BAB IV	Hasil Yang Dicapai	13
	4.1 Rancangan Sistem	13
	4.2 Training	14
	4.3 Testing	21

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pengumpulan data	5
Gambar 2.2 Pola pengenalan Karakter	5
Gambar 2.3 Arsitektur Jaringan Backpropagation	7
Gambar 2.4 Arsitektur Jaringan Perceptron	7
Gambar 2.5 Diagram Alur Peneliti	9
Gambar 3.1 Skema Tahapan Penelitian	10
Gambar 4.1 Perancangan Model Deteksi	13
Gambar 4.2 Flowchart Training JST	14
Gambar 4.3 Alat Pencatat Meter Air	15
Gambar 4.4 Flowchart Preprocessing	16
Gambar 4.5 Process Training Backpropagation	21
Gambar 4.6 Flowchart Testing JST	22
Gambar 4.7 Flowchart Processing	23
Gambar 4.8 Hasil Cropping	25
Gambar 4.9 Citra RGB dan Citra Grey	26
Gambar 4.10 Citra Biner	27
Gambar 4.11 Hasil Segmentasi	31
Gambar 4.12 Rancangan GUI	34
Gambar 4.13 GUI Model Deteksi	35
Gambar 4.14 Rancangan GUI	36
Gambar 4.15 Hasil GUI Segmentasi	36
Gambar 4.16 Hasil GUI Testing	37

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Training	.....	18
Tabel 4.2 Hasil Proses Training	.....	23
Tabel.4.3 Data Testing	.....	24
Tabel 4.4 Hasil Proses	.....	33

RINGKASAN

Meteran Air sangat penting bagi PAM (Perusahaan Air Minum) untuk memonitor secara terus menerus pemakaian air pelanggan. Teknologi komputer dapat membantu PAM dalam mengenali angka meter air dengan identifikasi objek, dalam hal ini adalah citra karakter angka. Pada penelitian ini, akan menganalisis untuk mengidentifikasi jenis karakter angka dalam bentuk citra dengan menggunakan jaringan saraf tiruan (JST). JST merupakan salah satu bentuk kecerdasan buatan yang mempunyai kemampuan untuk mengenali pola. Dengan perbandingan 2 (dua) metode *back propagation* dan *single perceptron* pengenalan pola citra dapat lebih akurat. Aplikasi pengenalan citra tersebut akan memproses angka yang tersimpan meteran air setiap bulannya melalui foto yang diambil oleh petugas dengan menggunakan *smartphone* berbasis *Android*, kemudian hasil pemotretan tersebut ditransfer ke server cabang. Pada Citra dilakukan proses ekstraksi ciri dengan mengambil fitur garis tepi dari tiap karakter angka. Dikerjakan dengan bantuan software MATLAB. Hasil penelitian ini akan dipublikasikan di jurnal nasional terakreditasi.

Kata kunci : Jaringan Saraf Tiruan, *Back propagation*, *Single perceptron*, Citra, Meteran air

PRAKATA

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat TUHAN YME yang telah mencurahkan semua karunia sehingga diberikan keyakinan dan kemudahan dalam menganalisa, menyusun dan menyiapkan laporan penelitian ini. Penelitian yang berjudul “Otomatisasi Pembacaan Meter Air Dengan Metode *Back Propagation* Dan Metode *Single Perceptron* Berbasis *Digital Image Processing*” adalah sebagai bentuk TriDharma yang merupakan salah satu kewajiban bagi seorang tenaga pengajar yang telah tersertifikasi.

Pada kesempatan ini, rasa terima kasih yang tak terhingga disampaikan kepada:

1. Bapak Kasih Hanggoro, MBA sebagai Ketua Harian Yayasan Budi Luhur Cakti juga sebagai Komisaris PT Luhur Kasih Sakti
2. Bapak Dr. Wendi Usino Selaku Rektor Universitas Budi Luhur.
3. Bapak Dr. Deni Mahdiana M.Kom., M.M sebagai Dekan Fakultas Teknologi Informasi Universitas Budi Luhur.
4. Bapak Dr. Ir. Krisna Adhyarta, sebagai Direktur Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Budi Luhur.
5. Untuk semua pihak yang telah membantu kegiatan pengabdian masyarakat ini, mohon maaf apabila ada kesalahan yang terucap dan terbesit, mohon dibukakan pintu maaf yang selapang-lapangnya.

Akhirnya dengan segala kerendahan hati, kami berharap agar penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi diri sendiri dan lingkungan kampus dan sekitarnya. Sarandan kritik yang membangun sangat diharapkan guna perbaikan untuk kegiatan mendatang.

Jakarta, 10 Februari 2023

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Untuk mengontrol penggunaan air pelanggan, Perusahaan Air Minum (PAM) menggunakan meteran air (*water meter reading*). Jumlah pemakaian air dicatat petugas untuk diproses sebagai tagihan. Pelanggan sering kali merasa tagihan air mereka tidak sesuai dengan meteran airnya, hal ini dapat terjadi karena petugas harus menginput data dalam jumlah besar sehingga faktor *human error* seperti salahpengetikan sering terjadi.

Dari permasalahan diatas, peneliti ingin membangun suatu sistem dengan memanfaatkan pengolahan citra digital (*Digital Image Processing*) yang dapat mengenali dan menganalisa citra meteran air pelanggan. Sistem pengolahan citra digital ini dibangun dengan Jaringan Saraf Tiruan (*Artificial Neural Network*) dengan membandingkan 2 (dua) metode yang ada pada jaringan saraf tiruan yaitu metode *backpropagation* dan metode *single perceptron*.

1.2 Identifikasi Masalah

Masalah yang ada pada pencatatan meteran air pelanggan adalah sebagaiberikut:

1. Petugas memerlukan waktu yang lama untuk mencatat dan memproses meteran air pelanggan.
2. Petugas seringkali melakukan kesalahan dalam pencataan meteran, sehingga tagihan pelanggan tidak sesuai dengan pemakaian.
3. Petugas tidak ada mempunyai bukti pendukung, telah mendatangi rumah pelanggan.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah, maka batasan masalah pada penelitian iniadalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dikhususkan pada alat pencatat meter air dengan standar nasional, yaitu standar pembuatan meteran air yang sudah sesuai dengan ketentuan nasional.
2. Citra alat pencatat meter air diambil dengan smartphone berbasis android.
3. Pengambilan citra harus tegak lurus terhadap alat pencatat meter air, agar gambar dapat terekam dengan baik.
4. Penelitian dilakukan menggunakan Model Jaringan Saraf Tiruan dengan membandingkan 2 (dua) metode yaitu *backpropagation* dan *single perceptron*.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah diidentifikasi dan batasan masalah diatas, maka dirumuskan pokok permasalahan yang akan dibahas lebih lanjut dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana cara mengatasi permasalahan terhadap tingkat akurasi dan kecepatan pada proses identifikasi angka pada alat pencatat meter air.
2. Bagaimana memahami kinerja jaringan saraf tiruan dengan membandingkan metode back propagation dan single perceptron yang digunakan untuk mengenali citra alat pencatat meter.

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan penelitian ini adalah membantu petugas pencatat meter air yang telah dijelaskan pada perumusan permasalahan, yaitu dengan membangun aplikasi yang dapat mengenali angka pada citra alat pencatat meter air, seperti dijelaskan berikut ini:

1. Mengkaji penerapan model jaringan saraf tiruan dengan metode single perceptron dengan perbandingan metode back propagation dalam modelisasipengenalan pola citra alat pencatan meter air.
2. Mengkaji tingkat kinerja model jaringan saraf tiruan dengan metode single perceptron dengan perbandingan metode back propagation dalam mengenalipola citra alat pencatan meter air.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah mencari, membandingkan dan menentukan algoritma yang paling sesuai dalam menentukan pengenalan angka berdasarkan citra. Hasil penelitian ini memudahkan dalam mengambil keputusan mengenai algoritma mana yang akan dipakai dalam menentukan angka meter air pada sistem di PDAM.

Hasil penelitian ini juga dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi nomor polisi pada kendaraan bermotor dan 3 sistem lain yang membutuhkan pengidentifikasian angka berdasarkan citra.

1.7 Luaran Penelitian

Luaran yang akan dihasilkan adalah :

1. Sistem Otomatisasi pembacaan meteran air dengan membandingkan metode *backpropagation* dan metode *single perceptron*
2. Artikel jurnal nasional terakreditasi SINTA
3. Hak Cipta Intelektual atas artikel ilmiah

1.8 Sistematika Penelitian

Penyusunan laporan penelitian ini diuraikan dalam beberapa bab dan sub-sub bab yang tersusun sebagai berikut:

BAB I	PENDAHULUAN	Bab ini membahas mengenai latar belakang, masalah, identifikasi masalah, maksud dan tujuan, batasan masalah, metodologi penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan
BAB II	LANDASAN TEORI	Bab ini akan menguraikan teori-teori yang akan digunakan sebagai acuan dalam menyusun laporan penelitian ini
BAB III	METODE PENELITIAN	Pada bab ini dibahas mengenai tahapan-tahapan yang dilakukan untuk melaksanakan penelitian

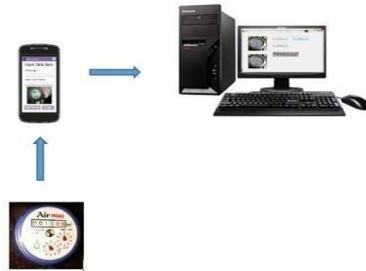
BAB IV	BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN	Bab ini berisikan tentang implementasi system baru yang telah dibuat, kesesuaian tampilan dan isi dari sistem
--------	--------------------------------	---

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencatat meter air

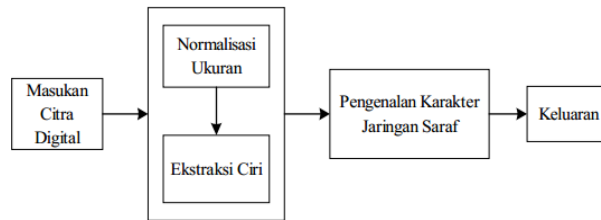
Pengumpulan data yang digunakan untuk mendapatkan data citra meteran air adalah dengan menggunakan teknik stratifikasi yaitu pengumpulan data berdasarkan karakteristik tertentu, dimana data tersebut diambil dengan *smartphone* berbasis *android*. Proses pengumpulan data seperti yang terlihat pada gambar 1 hasilnya berupa gambar digital RGB berformat jpeg dengan ukuran citra bervariasi.



Gambar 1 Pengumpulan Data

2.2 Pengenalan Pola

Dalam bagan, sistem pengenalan pola seperti yang ditunjukkan pada gambar 2 sistem pendekatan pengenalan pola dengan menggunakan jaringan saraf tiruan beroperasi dalam dua fase, yaitu fase latih dan fase pengenalan. Pada fase latih, jaringan saraf menentukan ruang ciri yang sesuai untuk merepresentasikan pola, sedangkan fase pengenalan yaitu jaringan saraf tiruan membandingkan hasil dari pengenalan dengan database yang sudah disimpan sebelumnya.



Gambar 2 Pola Pengenalan Karakter

2.3 Jaringan Saraf Tiruan

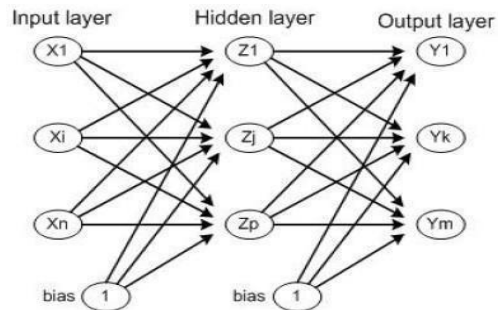
Secara umum mendefinisikan sebuah jaringan saraf tiruan adalah sebuah mesin yang dirancang untuk mempolakan cara bagaimana otak mengerjakan sebuah fungsi tertentu^[Haykin 1994]. Jaringan biasanya diimplementasikan dengan menggunakan komponen elektronika atau disimulasikan dalam sebuah perangkat lunak pada komputer digital. Untuk mencapai tampilan yang baik, jaringan saraf tiruan memakai interkoneksi yang sangat besar antara sel-sel komputasi yang disebut “*neuron*” atau “unit pemroses”. Jaringan Saraf Tiruan menyerupai otak dalam dua aspek. Pertama, pengetahuan dibutuhkan oleh jaringan dari lingkungannya melalui proses pembelajaran. Aspek kedua adalah kekuatan koneksi antar *neuron*, dikenal sebagai bobot sinapsis, digunakan untuk menyimpan pengetahuan yang dibutuhkan.

2.4 Backpropagation

Backpropagation adalah suatu metode pelatihan untuk menentukan bobot koneksi agar memperoleh respon atau output yang diinginkan. Bobot-bobot diatur secara iteratif untuk meminimumkan fungsi kinerja jaringan. Fungsi kinerja yang sering digunakan adalah MSE (*Mean Square Error*), dimana fungsi ini akan mengambil kuadrat error yang terjadi antara output dan target. Ada beberapa metode training yang dapat digunakan untuk mengatur bobot dalam rangka meminimumkan MSE.

Jaringan *backpropagation* dapat mempunyai banyak lapisan tersembunyi (*hidden layer*). Jumlah neuron masukan dan neuron keluaran berturut-turut ditentukan dari dimensi pola masukan dan pola keluaran. Sedangkan untuk lapisan tersembunyi jumlah *neuron* tidak dapat ditentukan dengan mudah. Gambar 4 menunjukkan arsitektur dari

Jaringan *backpropagation*.

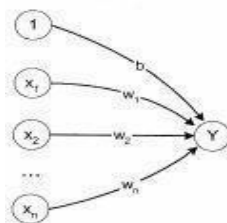


Gambar 3 Arsitektur Jaringan *Backpropagation* [Suharto 2010]

2.5 Single Perceptron

Perceptron atau disebut juga *single perceptron* terdiri dari suatu *input* dan *output*. *Perceptron* merupakan bentuk paling sederhana dari jaringan saraf tiruan yang biasanya digunakan untuk pengklasifikasian jenis pola khusus yang biasa disebut *linearly separable* (pola-pola yang terletak pada sisi yang berlawanan pada suatu bidang). Fungsi aktivasi yang digunakan algoritma *perceptron* adalah fungsi *hard limiting*. *Output* unit akan bernilai 1 bila jumlah bobot input lebih besar daripada *threshold*. Nilai *threshold* pada fungsi jumlah aktivasi adalah non-negatif. (Desiani, 2006)

Arsitektur jaringan *perceptron* mirip dengan arsitektur jaringan Hebb. Jaringan *perceptron* terdiri dari beberapa unit masukan (ditambah sebuah bias) dan memiliki sebuah unit keluaran. Berikut ini adalah gambar arsitektur jaringan *perceptron*.



Gambar 4 Arsitektur Jaringan *Perceptron*

2.6 Penelitian Sebelumnya (*State of The Art*)

1. Taufiqurohman (2013) dalam penelitiannya yang berjudul "Pengenalan Plat Nomor

Sepeda Motor dengan Menggunakan Metode Jarak Euclidean” Pengenalan plat nomor kendaraan meliputi pelacakan kendaraan dan pengidentifikasian sebuah kendaraan bermotor. Penentuan karakter yang sesuai dengan mencari nilai minimum pada setiap perbandingan masing-

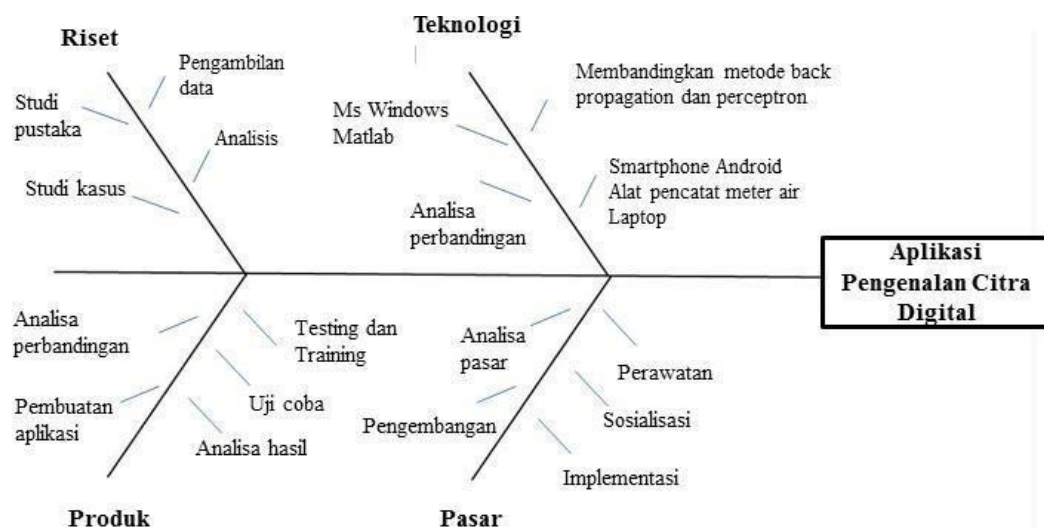
2. masing karakter yang terdapat pada basis data karakter dengan menggunakan metode jarak euclidean.
3. Prasjo (2011), jaringan saraf dilatih dengan menggunakan 234 karakter huruf besar tiap jenis font dan diuji dengan 702 karakter yang terdiri atas 234 karakter data latih dan 468 karakter baru untuk setiap jenis font. Jenis font yang digunakan dalam penelitian ini adalah Calisto MT, Courier New, Tahoma dan time New Roman. Hasil pengujian menunjukkan arsitektur dan parameter jaringan yang memberikan unjuk kerja paling optimal untuk seluruh jenis font adalah 60 neuron pada lapisan tersembunyi, laju pembelajaran 0,01 momentum 0,9 dan iterasi 1000 kali. Prosentasi pengenalan dari pelatihan jaringan dengan arsitektur dan parameter jaringan optimal ini untuk data latih dan data baru masing-masing adalah 100% dan 99,89% .
4. Ng Poi Wong (2013) dalam penelitiannya yang berjudul “Aplikasi Pengenalan Karakter Pada Plat Nomor Kendaraan Bermotor Dengan Learning Vector Quantization Dalam mengenali karakter”, memanfaatkan deteksi tepi Sobel untuk menemukan lokasi plat kendaraan. Untuk melakukan pengujian terhadap aplikasi ini dilakukan dengan pengujian K-Fold Cross Validation. Berdasarkan hasil pengujian, aplikasi mampu mengenali karakter dengan tingkat keberhasilan pengenalan rata-rata 87,093%, rata-rata waktu eksekusi 4,583 detik, dan rata-rata waktu pengenalan karakter 0,28 detik.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Alur Penelitian

Untuk membangun suatu aplikasi sistem pengenalan citra digital yang dapat mengenali angka yang terdapat pada citra alat pencatat meter air, disusun kerangkakonsept yang akan digunakan, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 7



Gambar 5 Diagram Alir Penelitian

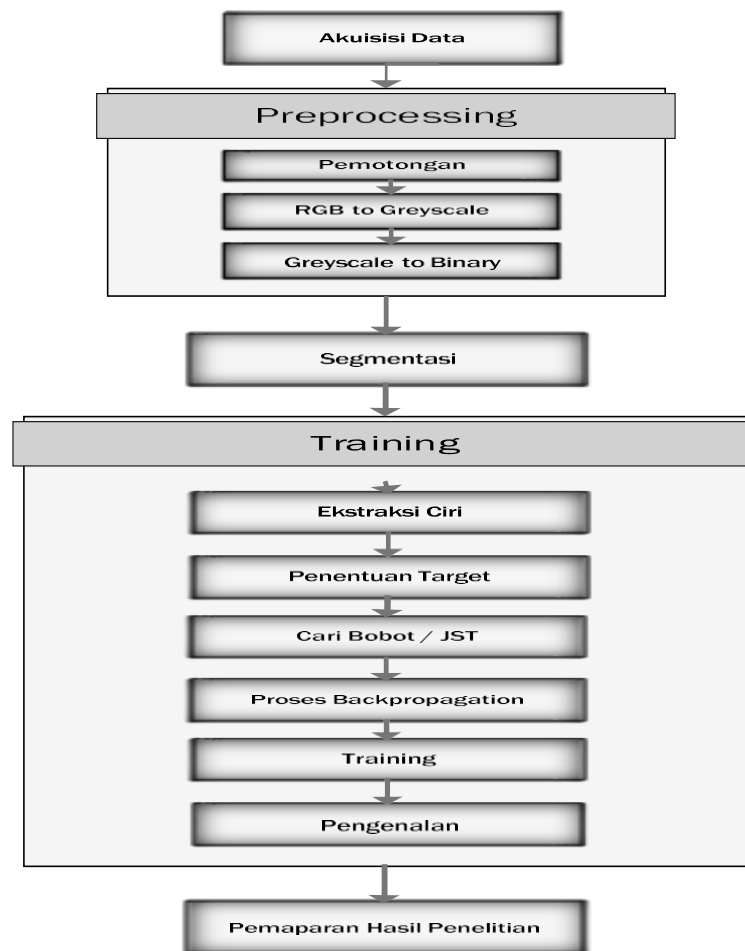
Berdasarkan gambar kerangka pemecahan masalah di atas, maka dapat dijelaskan sebagai berikut:

Petugas setiap bulannya mendatangi rumah pelanggan untuk mencatat angka meterair yang ditunjukkan alat pencatat meter air. Angka meter air tersebut akan diinput untuk selanjutnya diproses sebagai tagihan. Peneliti membangun aplikasi pengolahan citra yang dapat mengenali dan menganalisa citra alat pencatat meter air dengan bantuan komputer. Sistem pengolahan citra digital ini dibangun dengan jaringan saraf tiruan menggunakan metode pelatihan *Backpropagation* dan metode *Perceptron*. Data akan dilatih dan diuji dengan cara mengenali pola-pola yang dimasukkan ke jaringan saraf tiruan, sehingga apabila gambar angka yang ditunjukkan pada meteran air diambil, maka dengan bantuan

jaringan saraf tiruan gambar tersebut dapat langsung dikenali sebagai input untuk selanjutnya diproses menjadi tagihan pelanggan.

3.2 Tahapan Penelitian

Langkah-langkah penelitian yang akan digunakan untuk mendeteksi pengenalan citra digital yang terdapat pada alat pencatat meter air dengan menggunakan metode Jaringan Saraf Tiruan dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 6 Skema Tahapan Penelitian Penjelasan skema tahapan penelitian diatas:

1. Preprocessing

A. Pemotongan

- a. Setelah terdeteksi komponen utama citra dilakukan proses pemotongan.
- b. Proses segmentasi citra pada pengolahan citra adalah pemotongan citra untuk mengambil bagian penting yang paling merepresentasikan angka dan membuang bagian lain. Jadi selebar apapun citra yang ditangkap oleh kamera pada proses ini akan tetap diambil bagian angka yang terdapat dalam citra saja, sedangkan pada daerah lain akan terbuang secara otomatis.

B. RGB – Grayscale

- a. Merubah citra asli yang merupakan citra RGB menjadi citra dengan aras keabuan (grayscale).
- b. Proses perubahan citra RGB menjadi citra dengan aras keabuan dilakukan pada setiap piksel citra. Dengan cara ini setiap piksel memiliki satu jenis warna dengan intensitas yang berbeda-beda.
- c. Perubahan warna dari citra RGB menjadi citra dengan aras keabuan juga dapat mempercepat dan memudahkan proses selanjutnya.

C. Grayscale – Biner

- a. Proses pengambangan adalah suatu proses yang digunakan untuk mengubah citra aras keabuan atau citra berderajat keabuan menjadi citra biner
- b. Di dalam tahap pengambangan ini terdapat dua jenis ambang batas, yang pertama ambang batas atas yang nantinya diubah menjadi warna putih dan ambang batas bawah yang nantinya diubah menjadi warna hitam. Sehingga didapat hasil citra biner atau gambar yang berkomposisi warna hitam dan putih.

2. Segmentasi Karakter

- a. Dalam proses segmentasi karakter bertugas untuk memproses semua yang berhubungan dengan pembagian, pemotongan, atau pemisahan citra menjadi

segmen-segmen yang lebih sederhana dari citra hasil prapengolahan yang terdiri dari 1 objek karakter persegmen kecil.

- b. Tahap segmentasi ini merupakan proses awal yang penting dalam suatu sistem pengenalan untuk mengenali karakter-karakter yang terdapat pada citra alat pencatat meter air.
- c. Dasar dari segmentasi karakter ini hanya melakukan proses segmentasi kolom terhadap suatu citra.

- d. Proses segmentasi ini dimulai dari sisi paling kiri sampai sisi paling kanan citra.
- e. Segmentasi ini dilakukan dengan mendeteksi warna putih pada tiap kolom. Jika terdeteksi warna putih maka akan ditentukan sebagai batas awal pemotongan karakter, jika sudah terdeteksi warna hitam maka ditentukan sebagai batas akhir dari pemotongan karakter dan seterusnya sampai tidak terdeteksi warna putih.

3. Training

- a. Memasukkan data input dan target yang akan digunakan dalam pembentukan jaringan syaraf tiruan.
- b. Melakukan training terhadap jaringan dengan menentukan terlebih dahulu data training yang dibutuhkan (menentukan target jaringan)
- c. Data pelatihan digunakan untuk membentuk Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation.
- d. Membangun jaringan dengan menentukan beberapa parameter yakni rentang nilai masukan, banyaknya neuron pada hidden layer dan menentukan banyaknya keluaran serta menentukan fungsi aktivasi.
- e. Lakukan pengujian untuk mendeteksi *water meter reading*.
- f. Evaluasi hasil deteksi yang sudah dilakukan untuk mengetahui tingkat keakuratan dan melakukan proses identifikasi menggunakan data set yang sudah dipersiapkan sebelumnya

4. Pemaparan Hasil Penelitian

Setelah semua data sudah selesai training, kemudian hasil dari penelitian tersebut dipaparkan.

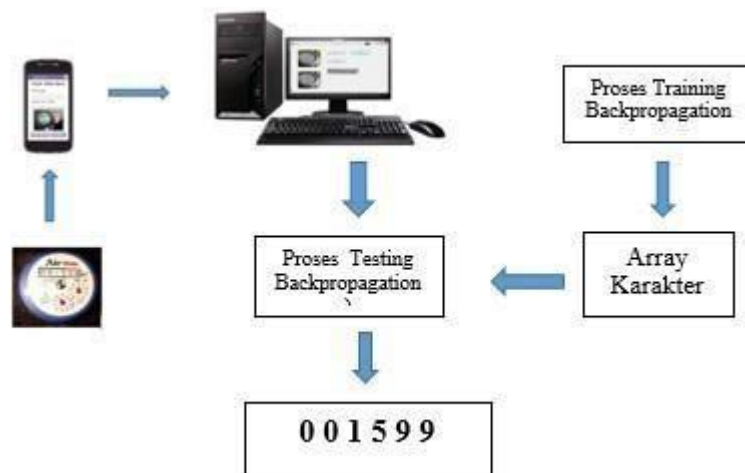
BAB IV

HASIL YANG DICAPAI

Bab ini akan menjelaskan secara detail dan terperinci mengenai analisa, interpretasi dan implikasi penelitian pada alat pencatat meter air melalui pengolahan citra digital dengan teknik jaringan saraf tiruan. Pengujian dilakukan untuk menentukan apakah model telah sesuai dengan yang diharapkan sehingga layak diimplementasikan.

4.1 Rancangan Sistem

Tahap perancangan sistem bertujuan untuk mempersiapkan segala sesuatu yang dibutuhkan dan berhubungan dengan pembuatan sistem. Tahapan perancangan sistem meliputi serangkaian proses seperti Gambar 4.1



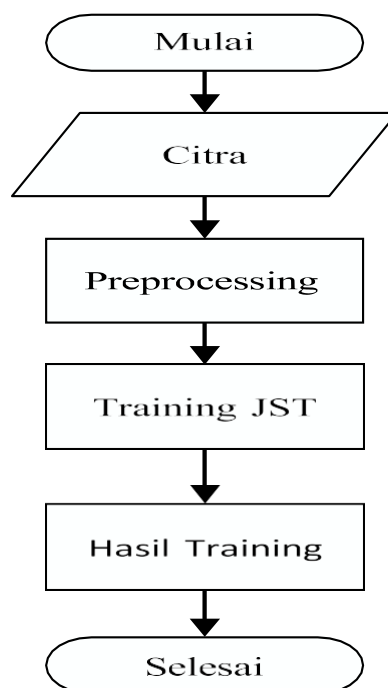
Gambar 4.1 Perancangan Model Deteksi

Gambar 4.1 menjelaskan, perancangan model deteksi citra alat pencatat meterair. Tahap yang harus dilakukan yaitu mengambil citra alat pencatat meter air dengan *smarthphone* berbasis Android kemudian mengirimkannya ke *server*. *Server* akan mengolah citra dengan metode jarinngan saraf tiruan *backpropagation*. Pada Sistem

deteksi citra ini ada 2 (dua) tahap yang dilakukan, yaitu proses training dan proses testing.

4.1.1 Training

Training atau sistem pelatihan merupakan bagian awal dari deteksi citra angka. Sistem ini berfungsi untuk menyiapkan informasi-informasi yang akan digunakan dalam proses pengenalan citra angka. *Flowchart Training* Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* yang diterapkan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 *Flowchart Training Jaringan Saraf Tiruan*

4.1.2 Input Data Citra

Dalam penelitian ini, data yang akan dipakai baik untuk *training* maupun untuk *testing* adalah citra alat pencatat meter air PDAM, yang diperoleh dengan cara memfotonya dengan smartphone berbasis Android.

Citra alat pencatat meter air yang menjadi objek penelitian, ditunjukkan pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Alat Pencatat Meter Air

Penggunaan *smartphone* ini disesuaikan dengan kebutuhan petugas yang harus mengunjungi rumah pelanggan, disamping itu penggunaan *smartphone* dimaksudkan untuk memperoleh citra objek yang maksimal baik secara kualitas citra maupun piksel yang dihasilkan.

Alat pencatat meter air diambil gambarnya oleh petugas dengan cara memfotonya dengan *smartphone* berbasis Android. Pada tampilan layar aplikasi mobile, untuk pengambilan citra terdapat kotak untuk memastikan posisi alat pencatat meter yang akan diambil fotonya sudah benar dan angka meteran air yang ada di alat pencatat meter ada dalam kotak tersebut. Data yang akan dipakai sebagai data *training* adalah karakter 0 – 9 yang diperoleh dari hasil *cropping* citra tersebut. Hasil *cropping* citra yang berupa angka meteran air tersebut kemudian di-segmentasi menjadi citra karakter. Citra karakter 0 – 9 diperoleh dari citra beberapa alat pencatat meter air yang dapat mewakili citra angka tersebut.

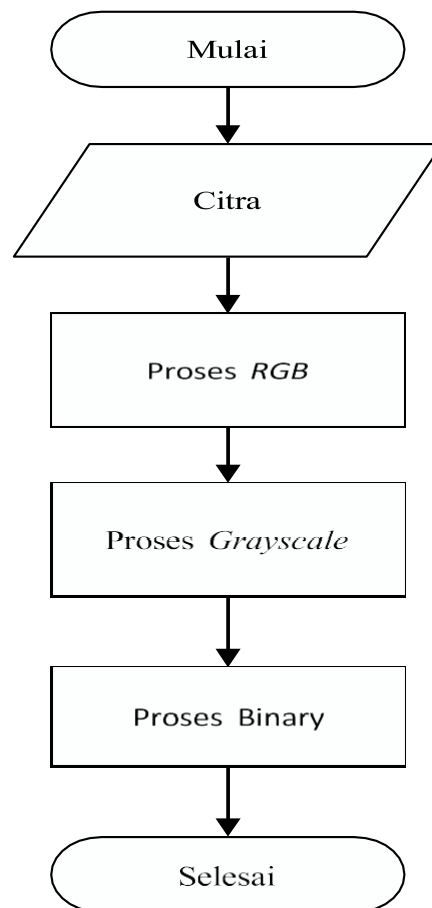
Dikarenakan hasil dari segmentasi yang beragam ukurannya, maka untuk menyamakan ukuran agar *training* dapat berhasil dengan baik maka dilakukan *resize* pada karakter yang menjadi data *training* tersebut. Hasil segmentasi dibentuk ulang menjadi matrik berukuran 25x25 piksel.

4.1.3 Preprocessing

Sebelum digunakan dalam proses *training*, citra harus melalui tahapan preprocessing. Serangkaian proses *preprocessing* yang akan dilakukan pada penelitian ini meliputi proses mengubah citra RGB menjadi citra *Grayscale*, kemudian dari

grayscale citra diubah kedalam bentuk biner.

Flowchart preprocessing dapat dilihat pada Gambar 4.4



Gambar 4.4 Flowchart Preprocessing

A. Mengubah Citra RGB Menjadi Citra Grayscale

Data *training* yang sudah berupa karakter kemudian diubah yang awalnya adalah gambar tipe RGB diproses, menjadi citra *grayscale*.

Citra RGB atau citra berwarna terdiri dari 3 *layer* matriks yaitu R- *layer*, G-*layer* dan B-*layer*, untuk melakukan proses mengubah citra warna menjadi

$$s = \frac{r + g + b}{3}$$

grayscale harus memperhatikan *layer* tersebut. Jika setiap proses perhitungan dilakukan menggunakan 3 *layer* maka dilakukan 3 perhitungan yang sama. Perhitungan tersebut untuk mengubah 3 *layer* diatas menjadi 1 *layer* matrik *grayscale*.

Konversi dapat dilakukan dengan mengambil rata-rata dari nilai R, G dan B sehingga dapat dituliskan

S = Nilai derajat keabuan

R = Nilai warna merah

G = Nilai warna hijau

B = nilai warna biru

Untuk melakukan konversi citra dari RGB menjadi *grayscale* didalam program dapat dilakukan dengan mempergunakan fungsi `S=rgb2gray('nama_file');`

Instruksi yang digunakan dalam tahapan ini adalah :

% --- Executes on button press in pushbutton2. F

`function` pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles) axes(handles.axes2);

`Iimg=imread('Image.jpg');` `Igray=rgb2gray(Iimg);` `imshow(Igray);`

% hObject handle to pushbutton2 (see GCBO)

% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB

% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

B. Proses Binerisasi

Tahap binerisasi adalah tahap selanjutnya, citra diubah menjadi citra hitam putih untuk menyederhanakan proses deteksi angka. Fungsi program perubahan citra grayscale ke biner adalah:

`thresh=graythresh('nama_file');` `S=im2bw('nama_file',thresh);` Instruksi yang digunakan di dalam tahapan ini adalah:

% --- Executes on button press in pushbutton4.

```

function pushbutton4_Callback(hObject, eventdata, handles)axes(handles.axes4);
Iimg=imread('Image.jpg'); Igray=rgb2gray(Iimg); Thresh=graythresh('Igray');
Ibin=im2bw(Igray); imshow(Ibin);
% hObject handle to pushbutton4 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

```

Data yang akan digunakan untuk *training* setelah melalui *preprocessing*, dapat dilihat pada Tabel 4. 1

Tabel 4.1 Data training

RGB	Grayscale	Biner
		
		
		
		
		
		
		
		
		
		

4.1.1.1 Training

Proses ini merupakan tahap *training* data, dimana pada proses ini akan memunculkan hasil *training* berupa nilai *error* dan *grafik training*. *Training* atau pelatihan pada jaringan saraf tiruan bertujuan untuk mengambil ciri dari masing-masing citra yang akan digunakan untuk membentuk model jaringan. Jaringan tersebut dibentuk agar mendapatkan keseimbangan kemampuan untuk mengenali pola yang digunakan selama *training* serta kemampuan jaringan untuk memberikan respon yang benar terhadap pola masukan yang serupa tetapi tidak sama dengan pola yang dipakai selama *training*. Sebelumnya data training diubah ke dalam format.mat dan disimpan dalam sebuah folder MATLAB.

Setelah input data berhasil maka akan terbentuk matriks sebagai data pelatihan. Matrik hasil dari input data.

Selanjutnya adalah menentukan data *training* sebagai input (I) dan target (T). Citra yang akan di-*training* akan dibagi menjadi 10 kelompok bagian yaitu kelompok karakter angka 0 (nol) sampai karakter angka 9 (sembilan) yang nantinya akan dipergunakan pada tahap *testing*.

Saat dilakukan proses *training*, sistem akan berusaha mengenali nilai-nilai piksel citra yang dijadikan input. Sistem berfungsi sebagai alat klasifikasi dari sampel citra yang dijadikan input. Setiap input memiliki pasangan target masing-masing dan sistem akan mengarahkan input tersebut ke target yang paling sesuai dengan nilai bobot dari masing-masing nodenya.

Tahapan proses saat *training* jaringan saraf tiruan *backpropagation* adalah:

1. Memasukan nilai rata-rata matriks dari tiap citra $I = \text{Data}(:, \text{range data yang dijadikan input});$
2. Menentukan target jaringan.
 $T = \text{Data}(:, \text{range data yang dijadikan target});$

3. Membangun jaringan dengan menentukan beberapa parameter training yang harus ditentukan pada jaringan saraf tiruan.

`Net.train.epochs = 1000;`

Pada perintah di atas adalah untuk menentukan jumlah epoch atau percobaan maksimum sebanyak 1000 dalam pelatihan.

`Net.trainParam.goal = 0.001;`

Pada perintah di atas adalah untuk menentukan batas nilai mse agar iterasi dihentikan dan mencapai target sebanyak 0.001 `Net.trainParam.lr = 0.01;`

Perintah di atas adalah untuk menentukan laju pemahaman yang bernilai 0.01 dalam pelatihan.

`Net.trainParam.show = 100;`

Pada perintah di atas adalah untuk menampilkan perubahan sebanyak 100 dalam tiap penampilannya. `Net.trainParam.mc = 0.5;`

Pada perintah di atas adalah untuk menampilkan perubahan momentum dalam tiap pelatihan sebanyak 0.5

4. Melakukan pelatihan jaringan saraf tiruan

`Net=train(net,Input,Target)`

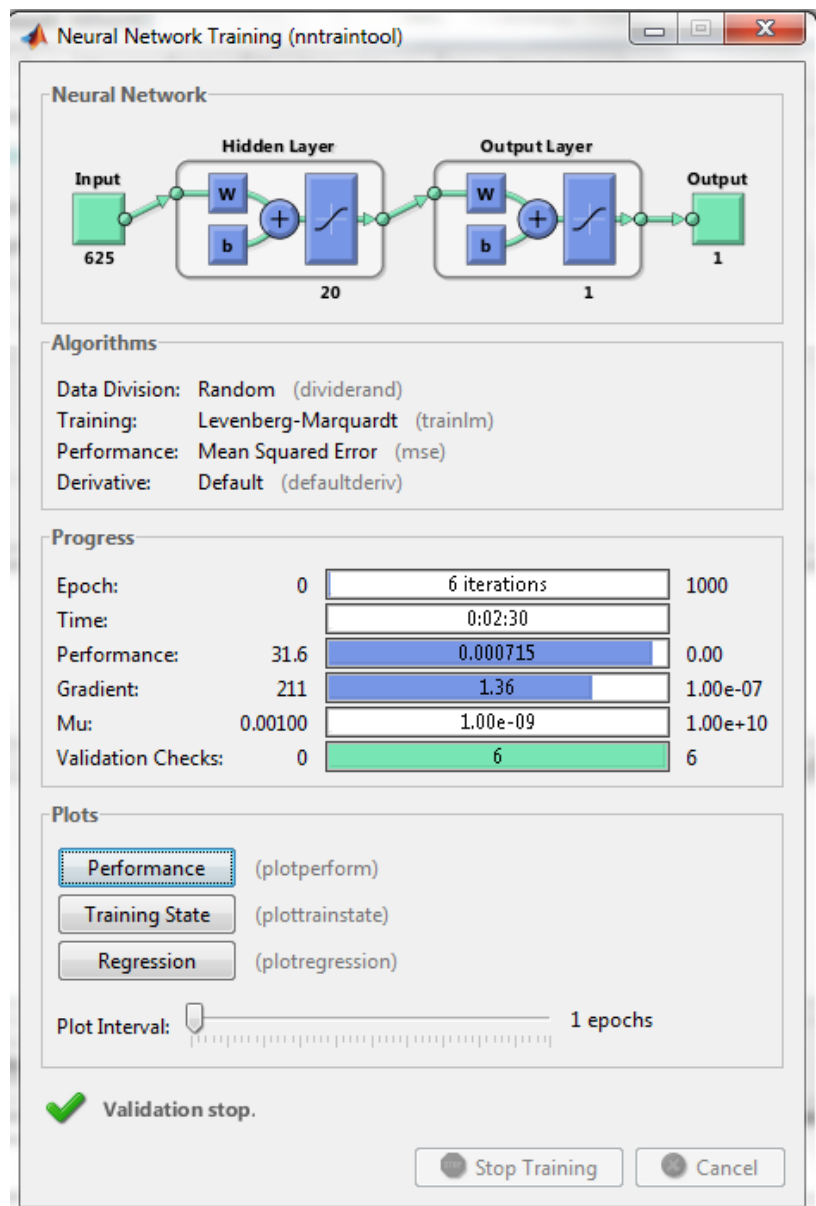
5. Proses *training* berhenti apabila kesalahan *training* telah mencapai nilai minimum yang diinginkan atau jumlah iterasi telah melewati batas maksimal. `[net,tr] = train(net,P,T);`

6. Menyimpan data jaringan (bobot jaringan dan bobot bias) ke dalam suatu file untuk digunakan pada saat *testing*.

7. Pada tahap simulasi, aliran data feed forward dilakukan berdasarkan bobot akhir hasil pelatihan.

4.1.1.2 Hasil Training

Proses *training* terhadap 10 data dan mempunyai 10 target, sehingga 10 data yang harus mengenali bilangan target pada pelatihan didapatkan output yang kemudian disimulasikan dengan input data yang sama dengan input data *training*. Gambar 4.5 adalah simulasi dari 10 data yang melalui proses *training*.



Gambar 4.5 Proses *Training Backpropagation*

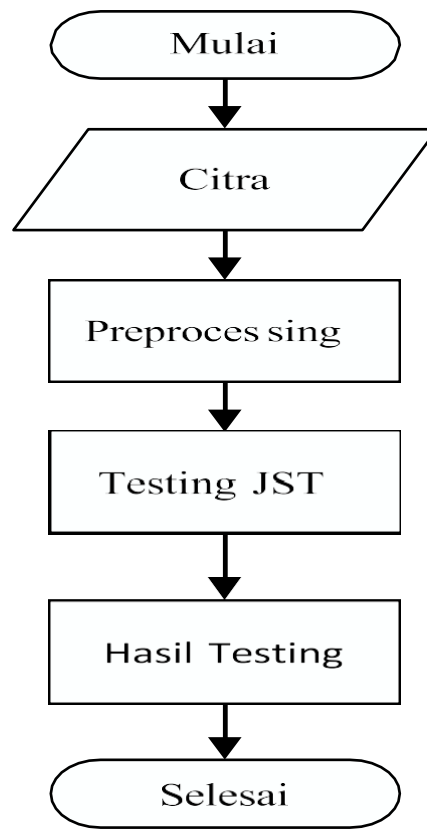
Pada hasil *training* diatas dapat diketahui dari 1000 epoch yang telah ditentukan, data mencapai hasil pada epoch ke-6. *Performance* terlampaui pada epoch ke-6 dengan nilai mse 0.001 dalam mendapatkan pencapaian target

Tabel 4.2 Hasil Proses Training Backpropagation

Target	Output	Error	Keterangan
0	-0,0096	0.0096	
1	1,0008	-0,0008	
2	2,0052	-0,0052	
3	3,4725	-0,4725	
4	4,8157	-0,8157	Tidak Cocok
5	4,9039	0,0961	
6	6,1143	-0,1143	
7	7,5325	-0,5325	Tidak Cocok
8	7,7800	0,2200	
9	9,4323	-0,4323	

4.1.3 Testing

Setelah proses *Training* selesai dilakukan, maka tahapan selanjutnya adalah melakukan tahap pengujian (*Testing*) citra alat pencatat meter air yang akan diuji. *Flowchart* tentang proses tersebut, dapat dilihat pada Gambar 4.8

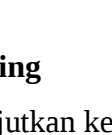
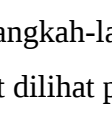


Gambar 4.6 *Flowchart Testing Jaringan Saraf Tiruan*

4.1.4 Input Data Citra

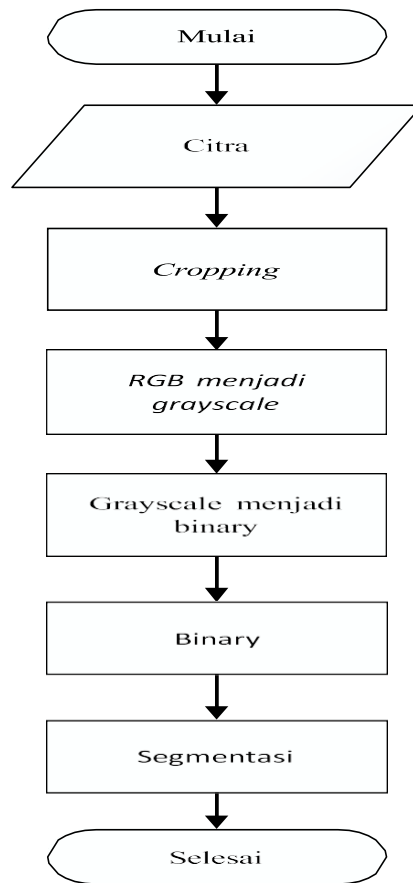
Selain data citra yang digunakan dalam proses *training*, ada juga data citra yang digunakan sebagai data *testing*. Sama seperti data *training*, data *testing* juga melalui tahap *preprocessing*. Pada saat *testing*, data yang digunakan adalah data citra *testing* dan data citra yang sudah di-*training*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi pengujian terhadap citra yang diambil. Contoh Data *testing* dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Data Testing

No.	Citra	Angka Meter Air	Data Testing	Data Training yang dipakai
1.		00000012	00000012	012
2.		00000485	00000485	0485
3.		00000461	00000461	0461
4.		00000161	00000161	016
5.		00000239	00000239	029
6.		00000119	00000119	019
7.		00000175	00000175	017.5
8.		00000138	00000138	0138
9.		00000113	00000113	013
10.		00000149	00000149	0149
11.		00000517	00000517	0517
12.		00000067	00000067	067
13.		00000037	00000037	037
14.		00000135	00000135	0135
15.		00000264	00000264	0264

4.1.1.1 Preprocessing

Untuk melanjutkan ke proses *testing*, data citra tetap harus melalui tahap *preprocessing*. Langkah-langkah yang harus dilakukan untuk proses *preprocessing* dapat dilihat pada Gambar 4.7



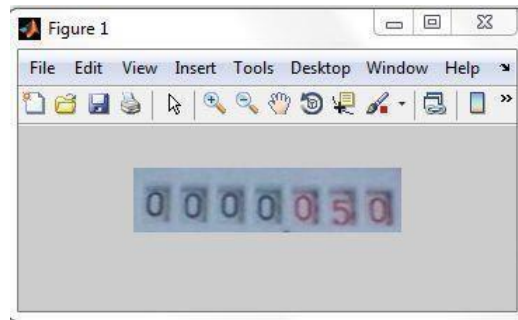
Gambar 4. 7 Flowchart Preprocessing

A. Proses Pemotongan (*Cropping*).

Pemotongan (*Cropping*) citra alat pencatat meter air adalah proses awal yang dilakukan dalam tahap *preprocessing*. Pemotongan ini berfungsi untuk mengambil bagian atau area alat pencatat meter air dan menghilangkan bagian citra yang tidak perlu kemudian membuat dan memperbaiki citra hasil pemotongan menjadi citra baru. Bagian/area dari citra alat pencatat meter air yang akan diambil adalah berupa angka yang posisinya berada di bagian tengah bawah dari citra alat pencatat meter air.

Pemotongan area tersebut dapat diperoleh saat pengambilan citra alat pencatat meter air, dimana pada layar aplikasi mobile terdapat kotak untuk memastikan posisi alat pencatat meter yang akan diambil fotonya sudah benar dan angka meteran air ada didalam kotak tersebut

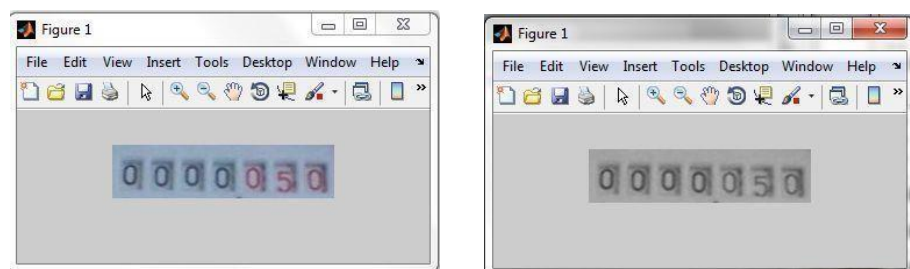
Hasil *cropping* yang kemudian dibentuk ulang menjadi sebuah citradapat dilihat pada Gambar 4.8



Gambar 4.8 Hasil *Cropping*

B. Proses RGB menjadi *Grayscale*

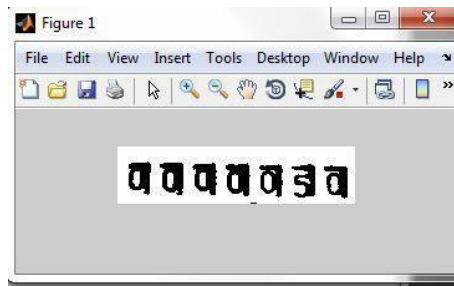
Karena citra input dalam format RGB, maka proses pengolahan citra selanjutnya adalah mengkonversi citra RGB menjadi format *Grayscale*. Citra *Grayscale* adalah citra yang nilai pikselnya merepresentasikan derajat keabuan. Citra diubah mulai dari hitam untuk intensitas yang paling lemah sampai dengan putih untuk intensitas yang paling kuat. Hasil perubahan dari RGB menjadi *Grayscale* ditunjukkan pada Gambar 4.9



Gambar 4. 9 Citra RGB (a) dan Citra *Grayscale* (b)

C. *Grayscale* menjadi binary

Tahap binerisasi adalah tahap akhir sebelum data di-*training*. Citra diubah menjadi citra hitam putih untuk menyederhanakan proses deteksi angka pada tahap selanjutnya. Hasil citra biner dapat dilihat pada Gambar 4.10



Gambar 4.10 Citra Biner

Hasil yang ditunjukkan pada gambar 4.10 mempunyai nilai pada citradigital hanya ada 2 kemungkinan, yakni 1(satu) dan 0 (nol). Pixel pada objek bernilai 1 dan pixel latar belakang bernilai 0. Jadi latar belakang berwarna putih sedangkan objeknya berwarna hitam.

D. Proses Segmentasi

Segmentasi merupakan salah satu proses yang sangat penting dalam sistem pengenalan citra. Dalam proses segmentasi, karakter-karakter dari citra dilakukan pemisahan.

Proses segmentasi dapat dilakukan menjadi 4 proses penting, yaitu:

1. Penetapan batas atas dan batas bawah citra

Pada proses pertama dari proses segmentasi ini, dilakukan scanning terhadap baris-baris piksel yang terdapat pada citra tersebut. Penetapan baris atas dan bawah dilakukan dengan menghitung jumlah piksel hitam yang terdapat pada satu baris piksel. Batas atas dan batas bawah yang diperoleh akan digunakan untuk membantu keakuratan proses penentuan batas masing-masing karakter. Batas akan ditentukan dengan menggunakan algoritma:

Ulangi dari baris ke-0 sampai baris ke-5
 Cek setiap piksel pada baris
 Jika jumlah piksel hitam = 0 maka Batas atas = baris piksel tersebut

2. Penetapan batas karakter

Dalam proses ini akan dihitung posisi batas kiri, kanan, atas, bawah serta lebar dan tinggi dari masing-masing karakter. Batas kiri dari setiap karakter dilakukan dengan melakukan pengecekan terhadap piksel hitam dari karakter. Penetapan batas karakter pada citra dihitung dengan menggunakan batas atas dan batas bawah pada citra, sehingga memiliki tingkat keakuratan yang baik. Algoritma yang digunakan untuk menghitung keseluruhan citra adalah:

```
For(int index = 0; index < ((batas bawah - batas atas) x lebar citra); index++)  
If(nilai piksel yang ke-index = 0 x ff000000; //warna hitam  
Nilai piksel yang ke-[index % lebar citra] = nilai piksel yang ke-[index % lebar citra] + 1;
```

Batas kiri dan batas kanan ditentukan bergantian, yaitu jika jumlah piksel hitam yang terdapat pada suatu kolom bernilai lebih besar dari nilai ambang, maka kolom tersebut adalah batas kiri karakter. Kemudian jika jumlah piksel hitam pada suatu kolom bernilai lebih kecil dari nilai ambang, maka kolom tersebut adalah batas kanan karakter. Proses pengecekan dilakukan terus sampai semua karakter berhasil dihitung batas kiri dan kanannya.

Ada beberapa cara untuk menentukan nilai ambang, cara menentukan nilai ambang yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menentukan nilai rata-rata dari total piksel level keabuan dalam citra dan menjadikannya sebagai nilai ambang rata-rata.

$$\text{Nilai ambang} = \sum \text{nilai piksel keabuan} / \sum \text{piksel}$$

Jumlah batas kiri dan batas kanan juga dapat digunakan untuk menghitung jumlah karakter yang terdapat pada citra. Sedangkan penentuan batas bawah dan batas atas masing-masing karakter dilakukan dengan algoritma yang sama dengan penentuan batas atas dan batas bawah citra pada proses sebelumnya. Pengecekan dilakukan diantara batas kiri dan kanan masing-masing karakter.

Algoritma yang digunakan untuk menentukan batas kiri dan kanan tiap karakter adalah;

```

For(int index = 0; index < panjang keseluruhan; index++)If(i%2 ==0)
If(nilai piksel hitam keseluruhan pada kolom ke-index>nilai ambang)Batas
yang ke-i = index;
Temp ++; Else
If(nilai piksel hitam keseluruhan pada kolom ke-index<nilai ambang)Batas
yang ke-i = index;
Temp ++;

```

3. Pemotongan

Setelah batas dan posisi masing-masing karakter berhasil ditentukan, dilakukan proses pemotongan sesuai dengan batas-batas dan posisi masing-masing karakter yang telah didapat. Proses pemotongan bertujuan untuk memisahkan karakter-karakter yang telah disegmentasi. Jumlah proses pemotongan sesuai dengan jumlah karakter yang terdeteksi pada proses penentuan batas kiri dan batas kanan dari masing-masing karakter

4. Resize

Selanjutnya, proses terakhir dari proses segmentasi ini adalah proses pengukuran ulang dimana sejumlah karakter yang telah diekstraksi dari citra akan diatur ulang. Ukurannya yg ditetapkan adalah:

Lebar x Tinggi = 20 piksel x 20 piksel

Tujuan dari pengukuran ulang citra ini adalah untuk mendapatkan ukuran karakter yang lebar dan tingginya sama, sehingga data yang akan didapat akan lebih konsisten untuk setiap karakternya. Hal ini sangat berguna pada proses pembuatan *database* karena ukuran karakter yang berbeda-beda akan menyulitkan proses analisisnya. Ukuran 20 x 20 piksel yang dipilih dimaksudkan agar proses pembuatan *database* dan pengujian tidak terlalu lama karena semakin besar ukuran karakter, akan semakin lama prosesnya. Ukuran karakter juga tidak boleh terlalu kecil karena akan menyebabkan banyak karakteristik karakter tersebut yang hilang

Instruksi yang digunakan untuk segmentasi adalah:

```
function pushbutton5_Callback(hObject,eventdata,handles)
```

```
axes(handles.axes5); I=imread('Images.jpg');p=1;sx=size(I);
```

```
for row=1:sx(1)detek=0;
```

```
for col=1:sx(2) if(bw(row,col)==1)
```

```
    baris(p,col)=bw(row,col); detek=1;
```

```
    end
```

```
    end
```

```
    if(detek==1)
```

```
        p=p+1;
```

```
    end
```

```
    end
```

```
detek=0;pl=1;
```

```
sx=size(baris);terisi=0; for col=1:sx(2)po=0;
```

```
for row=1:sx(1) if(baris(row,col)==1)po=po+1;
```

```
    end
```

```
    end
```

```
    if po>0
```

```
if detek==0 colawal(pl)=col;detek=1; terisi=1;
```

```
    else
```

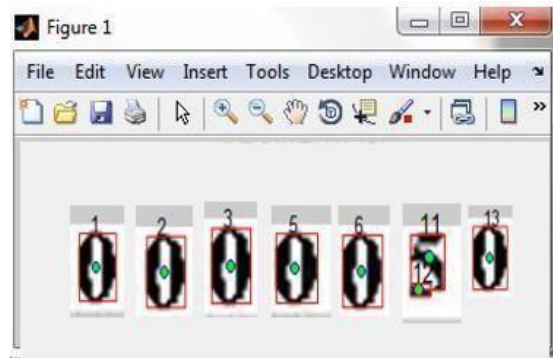
```
    end
```

```
if terisi==1if
```

```
    colakhir(pl)=col;pl=pl+1;detek==0;
```

```
        end
    end
end
        if col==sx(2) colakhir(pl)=col;
    end
```

Hasil Segmentasi dari intruksi diatas dapat dilihat pada Gambar 4.11



Gambar 4.11 Hasil Segmentasi

4.1.1.1 Tahap Testing

Pada proses *testing*, sistem akan berusaha mengenali nilai-nilai piksel yang dijadikan input pada sistem. Pada proses ini sistem berfungsi sebagai alat klasifikasi dari sampel citra yang dijadikan input. Setiap input memiliki pasangan target masing-masing dan sistem akan mengarahkan ke target yang paling sesuai.

Testing pada jaringan saraf tiruan dilakukan dengan mengklasifikasikan input menuju target yang sesuai dengan proses *training*. Testing disimulasikan dengan menggunakan sintaks:

```
X = sim(net,A4);
```

Sim artinya mensimulasikan jaringan saraf tiruan yang sudah dibangun pada saat pelatihan berupa net. Sementara A4 adalah matrik sebagai gambar masukan yang sudah melalui *preprocessing*.

Proses pengujian kemudian dilakukan dengan menggunakan salah satu transfer function yang sudah disediakan pada jaringan saraf tiruan toolbox pada MATLAB yaitu “*compet*”. Fungsi transfer ini mengkalkulasikan lapisan keluaran atau output layer pada input net-nya. Dengan fungsi ini hasil perhitungan matriks pada simulasi yang sudah dilakukan sebelumnya dibandingkan satu sama lain lalu dipilih yang nilainya mendekati.

Proses *Testing* (Pengujian):

1. Memasukan file nilai piksel matrik sampel citra yang akan diidentifikasi
`Load('nama file.mat');`
2. Mensimulasikan file tersebut kedalam jaringan yang telah di training untuk mendapatkan output
`Output = sim(net,P); Output = compet(Output);`
3. Menentukan hasil uji dengan menetapkan nilai output jaringan terlebih dahulu dan menyesuaikan dengan target
`Angka = '0123 '`
`Output = round(output); Hasil = angka (output),`

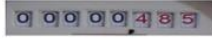
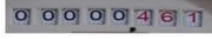
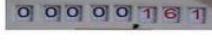
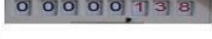
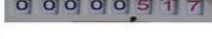
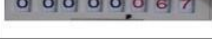
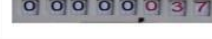
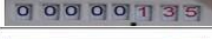
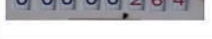
4.1.1.1 Hasil Testing

Testing dilakukan dengan mengubah-ubah parameter training. Kondisi yang berbeda-beda ini dimaksudkan agar diketahui kondisi mana yang paling bagus untuk digunakan pada sistem ini.

Karakter tidak berhasil dikenali disebabkan banyak faktor, antara lain range bobot antara karakter satu dengan yang lain sempit. Selain itu hampir semua bentuk karakter sehingga memiliki besar bobot yang hampir sama sehingga sistem kurang bisa mengenali karakter dengan tepat

Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan didapat bahwa masih terdapat karakter yang salah dikenali jaringan saraf tiruan. Tabel 4.4 Merupakan hasil pengujian deteksi citra dengan jaringan saraf tiruan

Tabel 4.4 Hasil Proses Testing

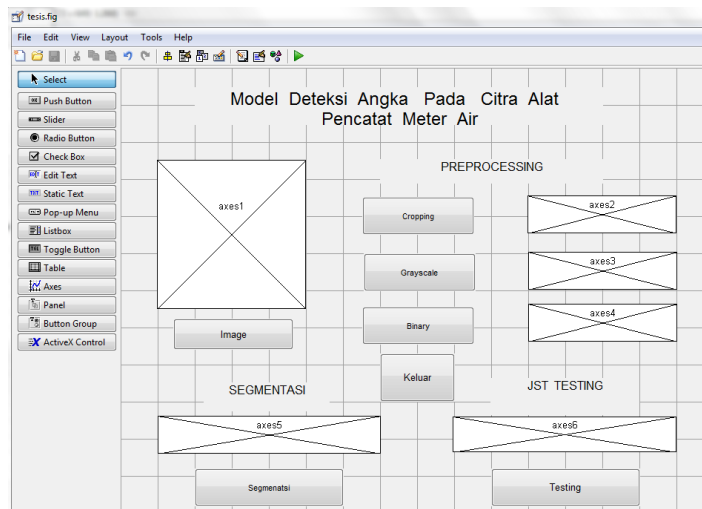
No	Angka catat Meter	Hasil JST	Waktu (detik)	Tingkat Keberhasilan
1		0 0 8 0 0 0 7 2	1,77	72,22 %
2		0 0 0 0 6 4 3 6	1,78	57,94 %
3		0 0 0 0 0 4 0 7	1,89	72,22 %
4		0 6 0 0 0 1 6 7	1,57	57,94 %
5		0 0 0 0 6 1 7 9	1,81	67,47 %
6		0 6 6 8 3 1 7 5	1,79	28,57 %
7		0 0 0 0 3 7 3 8	1,87	72,22 %
8		0 0 0 0 0 0 1 7	1,70	72,22 %
9		0 0 3 0 0 0 6 7	1,57	92,17 %
10		0 0 0 0 6 0 3 7	1,82	92,17 %
11		0 0 0 0 6 7 8 5	1,87	72,22 %
12		0 0 0 6 6 2 3 4	1,67	67,47 %

Dari tabel 4. 4 terlihat bahwa tingkat keberhasilan yang didapat adalah antara 28,57% sampai 92,17 % dan waktu yang dibutuhkan untuk pengenalan karakter adalah antara 1,57 detik sampai 1,89 detik.

4.1.1 Implementasi

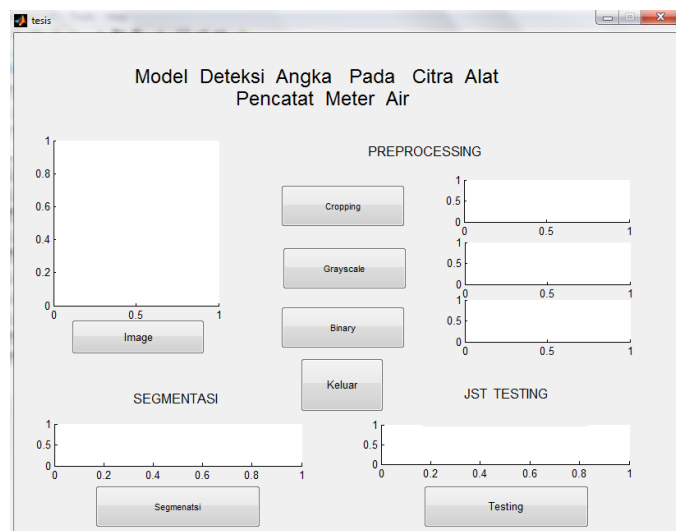
Agar lebih mudah dalam menjalankan sistem yang sudah dibangun, sekaligus untuk mengetahui hasil dari proses *training* dan *testing* pada jaringan saraf tiruan *backpropagation*, maka digunakan GUI untuk mengujinya. Rancangan GUI.

Sistem deteksi angka pada citra alat pencatat meter air yang dirancang dengan menggunakan Matlab dapat dilihat pada Gambar 4. 12



Gambar 4.12 Rancangan GUI Sistem Deteksi Citra

Untuk *preprocessing* citra, akan dimunculkan GUI seperti Gambar 4.13, saat memilih dapat dilakukan proses pengolahan citra tahap demi tahap untuk mendapatkan citra yang akan di-*training* dan di-*testing*.



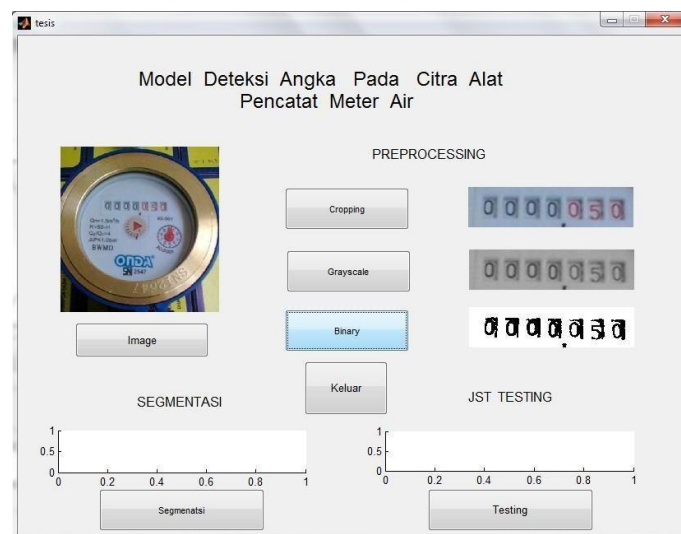
Gambar 4.13 GUI Model Deteksi Citra

4.1.1.1 Preprocessing

Hasil *preprocessing* dapat dilihat pada Gambar IV.14. Langkah yang harus

dilakukan yaitu dengan cara meng-klik tombol *image* untuk menampilkan data hasil citra alat pencatat meter air yang dikirim ke *server* melalui *smartphone*. Selanjutnya citra di *cropping* bagian angkanya saja dengan meng-klik tombol *cropping* Karena citra tersebut masih dalam RGB maka citra diubah menjadi *grayscale* dengan meng- klik tombol *grayscale*. Proses terakhir hasil *cropping* tersebut diubah menjadi citra biner dengan meng-klik tombol biner.

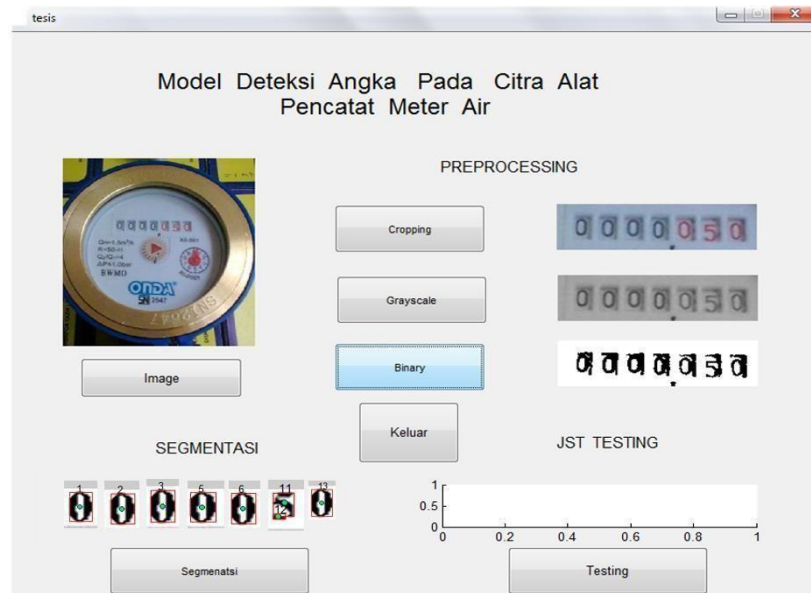
Perubahan data setelah melalui *preprocessing* dapat dilihat pada rancangan GUI seperti pada Gambar 4.14



Gambar 4.14 Rancangan GUI *Preprocessing*

4.1.1.1 Segmentasi

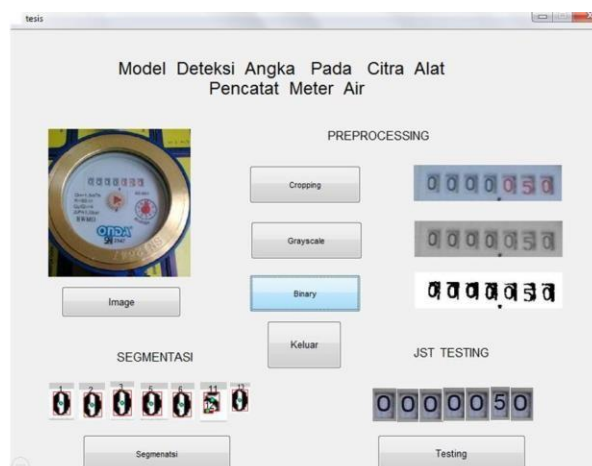
Setelah tahap *preprocessing* selesai, untuk melanjutkan ke proses *training* dan *testing* citra terlebih dahulu harus disegmentasi. Pada proses ini, karakter- karakter pada citra harus dipisah-pisahkan. Pada GUI, dengan meng-klik tombol segmentasi karakter pada citra akan terpisah-pisah per-karakternya. GUI pada tahap segmentasi dapat dilihat pada Gambar 4.15



Gambar 4.15 GUI Hasil Segmentasi

4.1.1.1 Testing

Untuk dapat mengetahui tingkat keberhasilan dilakukan proses pengujian atau testing karakter yang akan diuji. Pada proses testing ini, sistem menguji dirinyasendiri setiap kali menerima input. Tidak semua karakter pada citra alat pencatat meter air dapat dikenali atau sistem salah mengenali karakter. Hasil testing dapat dilihat pada Gambar 4.16



Gambar 4.16 GUI hasil Testing

4.1 Interpretasi

Jaringan saraf tiruan Backpropagation banyak digunakan untuk diaplikasikan pada penyelesaian masalah berkaitan dengan identifikasi, prediksi dan pengenalan pola. Pelatihan yang berulang-ulang, akan menghasilkan unjuk kerja yang lebih baik. Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation adalah jaringan utama terdiri dari layar tunggal, sehingga memiliki keterbatasan dalam pengenalan. Setelah berhasil ditemukan cara menanggulanginya dengan menambahkan beberapa layar tersembunyi diantara layar masukan dan layar keluaran, jaringan saraf tiruan diminati banyak orang. Meskipun penggunaan lebih dari satu layar tersembunyi memiliki kelebihan manfaat untuk beberapa kasus, tapi pelatihannya memerlukan waktu yang lama. Maka umumnya orang mulai mencoba dengan sebuah layar tersembunyi lebih dahulu. Berdasarkan penelitian dan pengujian yang dilakukan, maka dapat dijelaskan bahwa sebuah model deteksi angka pada citra yang dihasilkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut: Untuk menghasilkan citra baru sebagai hasil cropping dari citra alat pencatat meter air, pada program untuk pengambilan citra disiapkan kotak pada tampilan dimana angka meter air harus ada dalam kotak tersebut. Citra harus melalui operasi operasi pengolahan citra yang tujuannya untuk meningkatkan kualitas citra dan mendapatkan hasil pengolahan output yang lebih baik. Dari hasil penelitian tidak semua citra alat pencatat meter berhasil dideteksi. Titik sudut pengambilan citra serta pencahayaan yang tidak sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan dalam sistem akan mengakibatkan angka tidak dapat dikenali. Dengan menggunakan metode jaringan saraf tiruan dan algoritma backpropagation, hasil identifikasi untuk masing-masing angka pada alat pencatat meter air tidak semua dapat dikenali atau sistem salah mengenali karakter.

4.2 Implikasi

Penelitian Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu pengembangan perangkat lunak untuk mendeteksi angka pada citra alat pencatat meter air. Perencanaan diperlukan untuk implementasi kebutuhan sistem terhadap sumber daya teknologi yang meliputi kebutuhan akan software dan hardware. Untuk penelitian selanjutnya perlu dikaji beberapa metode pengolahan citra digital dan variasi jaringan saraf tiruan untuk

mendapatkan hasil yang lebih baik. agar sistem pendeteksian angka pada citra alat pencatat meter air dapat berjalan dengan baik.

4.4.1 Aspek Sistem

4.4.1.1 Hardware Dari sisi hardware yang digunakan, akan lebih mudah dan lebih cepat bila hardware yang digunakan memiliki spesifikasi yang lebih baik terutama dari sisi prosesor dan memori yang lebih besar, hal tersebut akan membuat proses pengolahan data otomatis lebih cepat. Penggunaan display yang lebih besar atau lebih lebar dengan piksel citra yang lebih baik dan tingkat resolusi yang tinggi akan memudahkan untuk melihat citra dengan ukuran yang besar dan tentu saja dilengkapi dengan VGA card yang lebih besar kapasitasnya akan meningkatkan kualitas dan akurasi data yang ingin diperoleh. Di lain pihak penggunaan smartphone untuk mengambil citra uji diupayakan memiliki tingkat piksel yang bagus agar citra yang diperoleh lebih baik.

4.4.1.2 Software Dari sisi software yang digunakan, Matlab sudah cukup dapat diandalkan untuk pemrosesan dan pengolahan citra digital. Fungsi dan toolbox yang disediakan oleh Matlab sudah memadai akan kebutuhan sistem yang dikembangkan, akan tetapi sangat baik apabila digunakan versi yang lebih baru. GUI yang dikembangkan dapat dibuat lebih informatif dalam penyajian informasi dan dilengkapi dengan script yang lebih efisien dan efektif.

4.4.1.3 Mekanisme Dari sisi penataan, penelitian mengenai pembuatan sistem deteksi citra angka pada alat pencatat meter air akan lebih dapat berkembang dengan dipermudahkannya akses terhadap data spasial atau citra digital suatu objek dengan 77 cara pengambilan citra dilakukan secara real time dan diproses secara langsung sehingga akurasi data yang diperoleh lebih tinggi.

4.4.2 Aspek Manajerial

4.4.2.1 Organisasi dan Prosedur Implikasi dengan adanya penelitian dibidang ini, khususnya bagi PDAM Tirta Mulia sebagai pihak yang akan menggunakan hasil penelitian ini yaitu perlu adanya suatu upaya dan reorganisasi berkaitan dengan hasil ataupun temuan yang sudah dilakukan, sehingga manfaat dari penelitian ini terasa dan berdampak langsung bagi perkembangan organisasi. Dilain pihak, dalam upaya implementasi hasil penelitian ini perlu diatur dan dibuat prosedur

baku untuk mengatur tata kerja sistem yang telah dihasilkan.

4.4.2.2 Sumber Daya Manusia Implikasi penelitian pada bidang ini pada sumber daya manusia perlu disediakan sumber daya manusia yang cukup memiliki pengetahuan dan keahlian dibidang pengolahan citra digital dan kecerdasan buatan untuk mengembangkan penelitian dibidang ini.

4.4.2.3 Pendidikan dan Latihan Implikasi penelitian dibidang ini, perlu diadakan pendidikan dan pelatihan dibidang pengolahan citra digital dan kecerdasan buatan pada sumber daya manusia yang akan menggunakan dan mengoperasikan hasil penelitian.

4.4.3 Aspek Penelitian Lanjut

4.4.3.1 Pengembangan Ruang Lingkup Penelitian ini masih banyak kekurangannya. Penelitian selanjutnya, ruang lingkup yang ada perlu diperluas sehingga sistem yang dikembangkan dapat mengolah model data spasial dengan objek dalam citra digital yang berbeda yang ditunjang dengan inferensi yang berbeda pula. Hal tersebut untuk menutupi kekurangan yang ada dan untuk kesempurnaan model pendeteksian angka pada 78 citra alat pencatat meter air yang telah dibangun sehingga dapat diperoleh tingkat keakuratan pendeteksian yang optimal.

4.4.3.2 Pengembangan Metode Untuk penelitian selanjutnya perlu dikaji beberapa metode pengolahan citra digital dan variasi model kecerdasan buatan yang dapat digunakan secara bersama untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dengan tingkat ketelitian yang lebih tinggi.

4.4.3.3 Pengembangan Indikator Untuk penelitian selanjutnya indikator yang digunakan untuk menentukan keberhasilan penelitian bidang ini perlu ditambahkan sehingga menghasilkan penelitian yang lebih baik dan lebih valid. 4.4.3.4 Pengembangan Unsur Penelitian bidang ini dapat dikembangkan selanjutnya untuk menyelesaikan masalah inspeksi objek produksi berbasis otomatis, sehingga kajian dan penelitian ini menjadi bahan acuan dan sistem baru untuk menguji kualitas produk.

4.5 Rencana Implementasi

Setelah dilakukan penelitian untuk model deteksi angka pada alat pencatat meter air

dengan metode jaringan saraf tiruan dan algoritma backpropagation.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian, pengolahan citra, perancangan, pembuatan, pengujian sistem hingga membandingkan hasil sistem pengenalan citra angka pada alat pencatat meter air menggunakan metode Jaringan Saraf Tiruan backpropagation pada penelitian ini, didapatkan simpulan sebagai berikut.

1. Terdapat 60 % hasil pengenalan cocok dengan menggunakan metode backpropagation dari total pengenalan citra sebanyak 15 citra uji.
2. Tingkat kecocokan dan akurasi hasil pengenalan tergantung pada variasi nilai parameter yang digunakan dalam proses pembelajarannya. Dari hasil pengujian, maka didapatkan variasi parameter terbaik dari backpropagation.
3. Pengenalan citra angka pada alat pencatat meter air dengan metode jaringan saraf tiruan backpropagation, tingkat akurasi terbaik yaitu 92% hasil uji coba dengan jumlah training 15x dengan ukuran image 25x25 piksel.
4. Alat pencatat meter air yang kondisinya kurang baik, seperti pencahayaannya kurang atau tidak merata, kaca yang buram atau retak akan menyebabkan angka pada alat pencatat meter air tersebut tidak dapat dikenali dengan baik.
5. Dari hasil pengujian, diperoleh metode jaringan syaraf tiruan yang paling tepat untuk pengenalan citra angka dari segi akurasi dan waktu.

5.2 SARAN

Dari hasil penelitian, pengolahan citra, perancangan, pembuatan, pengujian sistem dengan menggunakan menggunakan metode Jaringan Saraf Tiruan backpropagation, saran yang dapat ditulis untuk penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Proses akuisisi citra dapat dibuat lebih baik dengan menciptakan sebuah alat khusus untuk mengakuisisi citra agar tingkat pencahayaan dan jarak kamera dengan objek sama (homogen). Sehingga dapat memperkecil tingkat kesalahan pengenalan oleh sistem.
2. Sistem dalam penelitian ini dibuat hanya untuk pengenalan angka pada alat pencatat

meter yang bertipe sama. Disarankan pada penelitian lebih lanjut dapat dikembangkan menjadi klasifikasi pada alat.

3. Untuk penelitian selanjutnya dapat dicari metode jaringan syaraf tiruan yang lain, guna memperoleh hasil yang lebih baik.
4. Model deteksi angka pada alat pencatat meter ini dapat diimplementasikan ke semua PDAM di seluruh Indonesia. Sistem ini dapat mengurangi kesalahan data yang disebabkan human error

DAFTAR PUSTAKA

[Anifah (2009)] Anifah “Pengenal Plat Mobil Indonesia menggunakan Learning Vector Quantization”. Universitas Surabaya, Fak Fisika, Jurnal Fisika dan Aplikasinya Volume 5, Nomor 1 Januari 2009

[Fausett (2006)] Fausett, Laurene., “Fundamentals of neural Networks. Architectures Algorithms and Applications”, Prentice hall Inc, hal 3-15, USA

[Gregorius S. Budhi] Gregorius S. Budhi “Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation untuk Pengenalan Huruf Cetak pada Citra Digital” Dosen UKPetra Jurusan Teknik Informatika.

[Hermawan (2006)] Hermawan, Arief, “Jaringan Saraf Tiruan : Teori dan Aplikasi”, Andi Offset, Yogyakarta, 2006.

[Hidayatno 2008] Hidayatno, Achmad., Rizal Isnanto & Dian Kurnia, “Identifikasi Tanda Tangan Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Perambatan- Balik (Backpropagation)”, Jurnal Teknologi Vol 1 No 2 : 100 – 106, 2008.

[Hikmayanti (2012)] Hanny Hikmayanti “ Model Deteksi Nominal Uang Kertas dengan Algoritma Backpropagation dan Pengolahan Citra Digital”, Skripsi, Jakarta: Universitas Budi Luhur

[Kusumadewi (2004)] Kusumadewi, Sri, “Membangun Jaringan syaraf tiruan menggunakan Matlab dan Excellink”, Graha Ilmu, hal 50-51, Yogyakarta, 2004.

[Ng Poi Wong (2013)] Ng Poi Wong, Ade Maulana “Aplikasi Pengenalan

Karakter Pada Plat Nomor Kendaraan Bermotor Dengan Learning Vector Quantization”
Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia, Program Studi S-1 Teknik Informatika,
STMIK Mikroskil

[Prasojo (2011)] Andi Prasojo “Pengenal Karakter Alfabet Menggunakan Jaringan
Syarat Tiruan” National University Singapore
<http://www.researchgate.net/publication/228975437>

[Pujiyanta (2009)] Ardi Pujiyanta “Pengenal Citra Objek Sederhana Dengan
Jaringan Saraf Tiruan Metode Perceptron”
<http://www.oalib.com/paper/2059798#.U6uerPmSybE>

[Puspitaningrum (2006)] Puspitaningrum, Diyah, “Pengantar Jaringan Saraf Tiruan”,
Penerbit Andi, Yogyakarta. 2006.

[Setiawan (2007)] Arif Setiawan, Diana Laiy, Nanik susanti “Analisa Sistem Pengenal
Karakter Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Pembacaan Dokumen yang Rusak”
<http://eprints.umk.ac.id/106/1/>

[Siang (2009)] Siang, Jong Jek, “Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya
Menggunakan MATLAB”, Andi Offset, Yogyakarta, 2009.

[Suhardi (2010)] Iwan Suhardi “Toleransi Unjuk Pengenal Jaringan Syaraf Tiruan Pada
Penambahan Derau dan Sudut Putaran Terhadap Pola Karakter Tulisan Tangan Jenis”
Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar
<http://elektro.unm.ac.id/jurnal/ME,%20Vol.%205,%20No.2%20Des%202010/Jurnal%20Pak%20Iwan.pdf>

[Taufiqurrohman (2013)] Taufiqurohman Achmad, Hidayanto, Ajub Ajulian
“Pengenalan Plat Nomor Sepeda Motor dengan Menggunakan Metode JarakEuclidean”
<http://portalgaruda.org/index.php?ref=browse&mod=viewarticle&article=120879>
[TRANSIENT](#) > [TRANSIENT, VOL. 2, NO. 3, SEPTEMBER 2013](#)

[Wahyono (2010)] Eko Sri Wahyono, Ernastuti “Identifikasi nomor polisi mobil
menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan Learning Vector Quantization” UnivGuna
Darma, Fakultas Teknik Iinformasi.
[http://www.gunadarma.ac.id/library/articles/graduate/industrialtechnology/2009/A
rtikel_50405248.pdf](http://www.gunadarma.ac.id/library/articles/graduate/industrialtechnology/2009/Artikel_50405248.pdf)

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran. Biodata Peneliti

Identitas Diri		
1.	Nama Lengkap	Wiwin Windihastuty, M.Kom
2.	Jenis Kelamin	Perempuan
3.	Jabatan Fungsional	Lektor
4.	NIP/ NIDN	120077/0326047001
5.	Tempat dan Tanggal Lahir	Jakarta, 26 April 1970
6.	Email	wiwin.windihastuty@budiluhur.ac.id
7.	Nomor HP	081310767472
8.	Alamat	Jl. Flamboyan No, 1 Pasangrahan Jak – Sel

Riwayat Pendidikan			
	S1	S2	S3
Nama Perguruan Tinggi	UBL	UBL	
Bidang Ilmu	SI	TI	
Tahun Masuk – Lulus	1989 – 1993	2012 – 2014	

Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir				
No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jumlah (Rp)
1.	2015	Mengukur pemahaman Pancasila pada generasi muda tingkat SMA melalui website	- PT Diatama - Univ. Budi Luhur	5.000.000,- 6.390.000,-

2.	2015	Hubungan Keluhan Gangguan Kesehatan Dengan Ergonomi Dalam Interaksi Manusia dan Komputer	Univ. Budi Luhur	5.940.000,-
----	------	--	------------------	-------------

Publikasi Artikel Ilmiah dalam Jurnal (5 Tahun Terakhir)

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun
1.	Pelatihan Cara Penangkapan dan Pemeliharaan Bibit Sidat Bagi Dinas Perikanan Palopo Sulawesi Selatan	Jurnal Ikra-Ith Abdimas,	Vol 2 No 3 (2019)
2.	Perancangan Sistem E-Commerce Untuk Memperluas Pasar Hasil Olahan Sidat	Jurnal Teknik Informatika, Mnemonic	Vol 2 No 1 (2019)
3.	Controlling And Monitoring System In Eel Cultivation Pond	Jurnal Ikraith-Teknologi	Vol 3 No 3 (2019):
4.	Pemanfaatan Internet of Things (IoT) Dalam Sektor Pertanian oleh Petugas Pertanian di Kecamatan Pamijahan, Bogor	Jurnal Kresna	Volume 1, Nomor 1, November, 2021
5.	Penentuan Hoax pada Artikel Politik Berbahasa Indonesia di Sosial Media dengan Similarity Jaccard dan Algoritma Stemming	Jurnal SISFOKOM	Universitas AtmaLuhur Volume 11, Nomor 1

6.	Penerapan Teknologi Recycling Aquaculture System (RAS) Dalam Pemeliharaan Benih Sidat Berbasis Ekonomi Digital Berkelanjutan bagi Kelompok Sidat Banten	Buletin Poltanesa	Politeknik Pertanian Nege ri, Samarinda Vol. 23 No. 1. Juni 2022
----	---	-------------------	---

Pemakalah Seminar Ilmiah (5 Tahun Terakhir)

No.	Nama Temu Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1.	ISICO	Detection Model for Numbers on Recording Water Meter with Neural Networks and Backpropagation Algorithm	ITS, Surabaya 2015
2.	10th International Conference on Human System Interactions, HSI 2017	E-learning design model integrated eel (<i>Anguilla</i> Sp.) in Indonesia based on Website.	Ulsan, South Korea, July 17-19, 2017
3.	ICEBE	Utilization of Digital Technology in Managing Fabric Waste into Garments	Lampung, Indonesia 2021, October 07,
4.	ICCD 2021	PLANTING TREES IN THE CITARUM WATERSHED, JELEGONG VILLAGE, WEST BANDUNG AS A CONCERNS FOR THE ENVIRONMENT	Jakarta Vol. 3, No. 1, Oktober 2021

Karya Buku (5 Tahun Terakhir)

No.	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit

Perolehan HKI (10 Tahun Terakhir)

No.	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1.	Penerapan Teknologi Recycling Aquaculture System (RAS) Dalam Pemeliharaan Benih Sidat Berbasis Ekonomi Digital Berkelanjutan bagi Kelompok Sidat Banten	2022	Hak Cipta	000362225

Jakarta, 10 Februsri 2023

Peneliti



(Wiwin Windihastuty, M.Kom)

Anggota Peneliti Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Retno Wulandari, S.Kom., M.Kom
2. Jenis Kelamin : Perempuan
3. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
4. NIP/NIDN/ID-SINTA : 980006 / 0324038006
5. Tempat dan Tanggal Lahir : Jakarta, 05 November 1959
6. Email : Retno.wulandari@budiluhur.ac.id
7. Nomor telepon / HP : 0821-1405-1406
9. Alamat Kantor : Jl. Karyawan III Rt. 002/Rw. 009 No. 7
Karang Tengah, Tangerang, 15157

Riwayat Pendidikan

	S1	S2
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Budi Luhur	Universitas Budi Luhur
Bidang Ilmu	Ilmu Komputer	Ilmu Komputer
Tahun Lulus	2005	2018

Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat (5 Tahun Terakhir)

No.	Tahun	Judul Pengabdian kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Rp)
1.	2019	Pelatihan Pengenalan Dasar-Dasar Komputer Bagi Anak-Anak Sekolah Dasar Di Wilayah Kolong Tomang Jakarta Barat	Universitas Budi Luhur	4.500.000

2.	2021	Pembangunan Situs Indonesia Esperanto-Asocio Berbasis Wordpress Untuk Organisasi Nirlaba Asosiasi Esperanto Indonesia	Universitas Budi Luhur	4.500.000
----	------	--	---------------------------	-----------

Publikasi Artikel Ilmiah dalam Jurnal (5 Tahun Terakhir)

No.	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun
1	2021	Implementasi Model Knowledge Management System Pada Pelayanan Sertifikasi Algoritma	Jurnal BIT	Vol 18, No. 2 (2021)
2	2022	Game Edukasi Introduksi Bilangan dan Operasi Aritmatika dengan Penerapan Algoritma Fisher-Yates Shuffle	Jurnal Manajemen Sistem Informasi Dan Teknologi	Vol. 8 No. 1 tahun 2018 s.d Vol. 12 No. 2 Tahun 2022

Pemakalah Seminar Ilmiah (5 Tahun Terakhir)

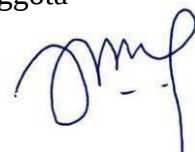
No.	Nama Temu/Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1			

Perolehan HKI (10 Tahun Terakhir)

No.	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID

Jakarta, 10 Februari 2023

Anggota



Retno Wulandari, S.Kom., M.Kom