

**APLIKASI PENGUKURAN LUAS DAUN TANAMAN
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL BERBASIS
*ANDROID***

(Skripsi)

Oleh
DIAN INDAH LESTARI



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2022**

ABSTRAK

APLIKASI PENGUKURAN LUAS DAUN TANAMAN MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL BERBASIS *ANDROID*

Oleh

Dian Indah Iestari

Daun merupakan organ terpenting pada tumbuhan dalam proses fotosintesis dan akan mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Daun juga memiliki fungsi sebagai pembuat makanan utama. Luas daun merupakan parameter yang sangat penting dalam ilmu nutrisi tanaman, pengukuran perlindungan tanaman, hubungan antara air dan tanah pada tanaman, ekosistem tanaman, kesuburan tanaman, dll. Penggunaan alat ukur luas daun yang ada saat ini memiliki kekurangan dalam hal portabilitas dan kepraktisan. Berkembangnya teknologi *smartphone*, maka salah satu solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan merancang aplikasi untuk mengukur luas daun dengan memanfaatkan kamera *smartphone* berbasis *android*. Penelitian ini telah berhasil dibuat aplikasi perhitungan luas daun yang memanfaatkan kamera *smartphone* menggunakan *library OpenCV*. Aplikasi yang diberikan dalam penelitian ini mampu memberikan kemudahan dan mempercepat penghitungan luas citra daun dengan tingkat kesalahan 4.90 % dan keakuratan mencapai 95.10 % dari hasil rata-rata dari 10 sampel daun yang diujikan.

Kata kunci: Pengolahan Citra, Luas Daun, *OpenCV*, *Android*

ABSTRACT

APPLICATION OF MEASURING PLANT LEAF AREA USING ANDROID-BASED DIGITAL IMAGE PROCESSING

By

Dian Indah Lestari

Leaves are the most important organ in plants in the process of photosynthesis and will affect plant growth and productivity. Leaves also have a function as the main food maker. Leaf area is a very important parameter in the science of plant nutrition, measurement of plant protection, the relationship between water and soil in plants, plant ecosystems, plant fertility, etc. The use of leaf area measuring instruments that exist today has its drawbacks in terms of portability and practicality. The development of smartphone technology, one solution that can be used to overcome this is to design an application to measure the area of leaves by utilizing an android based smartphone camera. This research has been successfully made a leaf area calculation application that utilizes smartphone cameras using the OpenCV library. The application provided in this study is able to provide convenience and speed up the calculation of the leaf image area with an error rate of 4.90% and an accuracy of 95.10% from the average results of 10 leaf samples tested.

Keywords: Image Processing, Leaf Area, OpenCV, Android.

**APLIKASI PENGUKURAN LUAS DAUN TANAMAN
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL BERBASIS
*ANDROID***

Oleh

DIAN INDAH LESTARI

Skripsi

Sebagai Salah satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA KOMPUTER

Pada

**Jurusan Ilmu Komputer
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2022**

Judul Skripsi : **APLIKASI PENGUKURAN LUAS DAUN
TANAMAN MENGGUNAKAN
PENGOLAHAN CITRA DIGITAL
BERBASIS ANDROID**

Nama Mahasiswa : Dian Indah Lestari

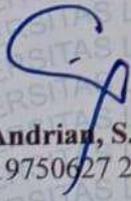
Nomor Pokok Mahasiswa : 1517051112

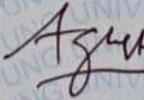
Jurusan : Ilmu Komputer

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

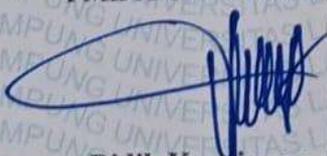


1. Komisi Pembimbing


Rico Andrian, S.Si., M.Kom.
NIP. 19750627 200501 1 001


Dr. Agustiansyah, S.P., M.Si
NIP. 19720804 200501 1 002

2. Mengetahui
Ketua Jurusan Ilmu Komputer
FMIPA Universitas Lampung


Didik Kurniawan, M.T.
NIP. 19800419 200501 1 004

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Rico Andrian, S.Si., M.Kom.

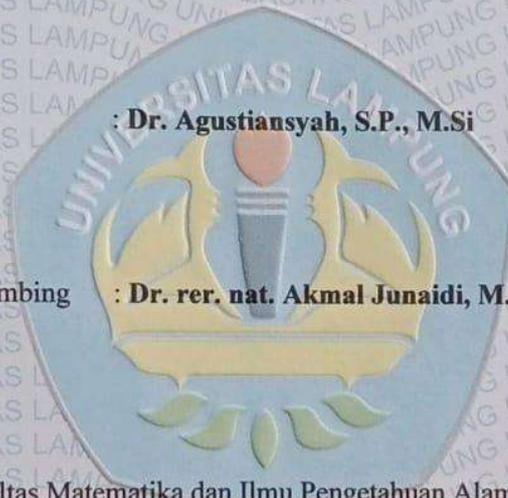
Sekretaris

: Dr. Agustiansyah, S.P., M.Si

Penguji

Bukan Pembimbing

: Dr. rer. nat. Akmal Junaidi, M.Sc.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Supto Dwi Yuwono, M.T
NIP. 197407052000031001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 28 Juni 2022

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Aplikasi Pengukuran Luas Daun Tanaman Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis *Android*” merupakan karya saya sendiri bukan hasil karya orang lain. Semua tulisan yang tertuang di skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila terbukti di kemudian hari bahwa skripsi saya merupakan hasil penjiplakan atau dibuat orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar yang telah saya terima.

Bandar Lampung, 28 Juli 2022



Dian Indah Lestari
NPM. 1517051112

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Gunungsari, Ulubelu, Tanggamus pada tanggal 14 Oktober 1997 sebagai anak kedua dari tiga bersaudara dari Bapak Daman dan Ibu Mastuti Hanipah. Penulis menyelesaikan pendidikan formal pertama di TK Nurul Islam pada tahun 2003. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 1 Gunungsari dan selesai pada tahun 2009. Pendidikan menengah pertama di SMP Al-Kautsar Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2012. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 1 Gadingrejo dan lulus pada tahun 2015.

Pada tahun 2015, penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Selama masa perkuliahan, kegiatan yang dilakukan penulis antara lain.

1. Menjadi anggota Bidang Kesekretariatan Himpunan Mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer pada periode 2015-2016.
2. Mengikuti Karya Wisata Ilmiah di desa Batu Tegi, Kabupaten Tanggamus pada bulan Januari 2016.
3. Mengikuti Kerja Praktek di Dinas Bina Marga dan Bina Konstruksi Provinsi Lampung pada Bulan Januari-Maret 2018.

4. Melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Tanjung Qencono, Kecamatan Way Bungur, Kabupaten Lampung Timur pada Bulan Juli-Agustus 2018.

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala berkat, rahmat, dan hidayat-Nya

Skripsi ini Penulis *dedikasikan* kepada

Bapak, Ibu terima kasih atas limpahan doa dan kasih sayang. Terima kasih atas segala dukungan moril maupun materi. Terima kasih karena selalu percaya bahwa Dian bisa menyelesaikan tanggung jawab ini. Karya ini saya persembahkan untuk Ibu dan Bapak, sebagai wujud rasa terimakasih atas pengorbanan dan jerih payah Ibu dan Bapak sehingga saya dapat menggapai cita-cita. Kelak cita-cita saya ini akan menjadi persembahan yang paling mulia untuk Ibu dan Bapak, dan semoga dapat membahagiakan Ibu dan Bapak.

Kakak dan adik tercinta, terimakasih untuk segala dukungan dan semangat yang diberikan.

Sahabat-sahabat dan semua pihak yang terlibat dalam pembuatan skripsi ini, semoga Allah senantiasa memberikan keberkahan kepada kalian.

Almamater Tercinta,

Universitas Lampung

MOTTO

“It does not matter how slowly you go as long as you do not stop”

“Don’t be afraid of your fears. They’re not there to scare you. They’re there to let you know that something is worth it.” — C. JoyBell C.

“Don’t let fear or insecurity stop you from trying new things. Believe in yourself. Do what you love. And most importantly, be kind to others.”

“Keep your eyes on the stars and your feet on the ground.” – Theodore Roosevelt

“Bahagia adalah Bersyukur”

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT karena atas berkah dan rahmatNya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Aplikasi Pengukuran Luas Daun Tanaman Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis *Android*”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer di Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Dalam pelaksanaan dan penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terimakasih kepada:

1. Bapak Daman dan Ibu Mastuti Hanipah selaku orang tuaku, Kakak dan adik tercinta Eko Darmawan dan Meyla Ayu Triutami yang selalu memberikan doa, dukungan, dan motivasi yang tidak terhingga.
2. Bapak Rico Andrian, S.Si., M.Kom. selaku pembimbing utama yang selalu sabar dalam memberikan bimbingan, ilmu, nasihat, kritik, dan saran dalam proses penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Dr. Agustiansyah, S.P., M.Si. selaku pembimbing II yang selalu sabar dalam memberikan bimbingan, ilmu, nasihat, kritik, dan saran dalam proses penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Dr. rer. nat. Akmal Junaidi, M.Sc. selaku pembahas dan sekretaris Jurusan Ilmu Komputer yang telah memberikan ilmu, kritik, dan saran dalam penulisan skripsi ini.
5. Bapak Ir. MachudorYusman, M. Kom dan Bapak Rico Andrian, S.Si., M.Kom. Selaku pembimbing akademik penulis.
6. Bapak Didik Kurniawan, S.Si., MT, selaku Ketua Jurusan Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lampung.

7. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, S.Si., M.T selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Lampung
8. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Ilmu Komputer yang telah memberikan ilmu dan pengalaman hidup selama penulis menjadi mahasiswa.
9. Ibu Ade Nora dan Staff Jurusan Ilmu Komputer yang telah membantu memudahkan segala urusan administrasi penulis di Jurusan Ilmu Komputer.
10. Sahabat Cemilanku Yola Rahmawati, Hervi Aprilia, Zaqia Khana Meriza, Ira Hariati Br. Sitepu dan Sela Yunita yang selalu tetap memberi dukungan dan semangat, untuk Wulan Kurnia Safitri, Noverina Rahmaniyanti, Metta Septiana, yang terus berjuang bersama selalu ada dalam suka dan duka, terimakasih untuk segala dukungan, kritik, saran, canda tawa selama ini.
11. Teman di Rusunawa Unila Gita Rizkia, Diana Vera Yanti, Naomy Tiara Dewi, Sartika Bunga, Rizka Asprila terimakasih atas segala dukungan dan canda tawanya.
12. Teman kosan ku Meiliza Galuh permatasari dan Nadia Komala Dewi yang tidak pernah lupa dan sudah mendukungku.
13. Teman-teman Seperbimbingan Spartan Noverina Ika Tama, Reda Meiningtyas, Zuhri Nopriyanto, Atika Istiqomah, Pandi Barep Arianza, Eggi Amandara Sari, dan Vio terimakasih sudah berjuang bersama.
14. Keluarga ComBnation yang menjadi teman satu angkatan selama menjalankan masa studi di Jurusan Ilmu Komputer.
15. Keluarga Himakom yang telah mengajarkan pengalaman berorganisasi.
16. Keluarga KKN Desa Tanjung Qencono, terimakasih sudah berjuang bersama.
17. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.
18. *Last but not least, I wanna thank me for never quitting.*

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi penulis berharap skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi semua. Semoga dengan bantuan dan dukungan yang diberikan mendapat balasan pahala di sisi Allah Subhanahu Wa Ta'ala. Aamiin.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	Halaman
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Daun	6
2.2 Citra Digital	9
2.3 <i>Grayscale</i>	11
2.5 <i>Gaussian Blur</i>	13
2.6 Deteksi Tepi <i>Canny</i>	14
2.7 Kontur (<i>contour</i>)	15
2.8 Perhitungan Kesalahan Eror dan Tingkat Akurasi.....	15
2.9 <i>Android</i>	15
2.10 <i>Android Studio</i>	16
2.11 Pustaka <i>OpenCV</i>	17
2.12 Metode Kertas Milimeter Blok	18
III. METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Metode Penelitian.....	20
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	26
3.3 Alat dan Bahan.....	26
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	27

4.1	Perhitungan Luas Daun dengan Metode Manual	27
4.2	Perhitungan Luas Daun Menggunakan Aplikasi.....	28
4.3	Pengambilan Citra Daun	28
4.4	Konversi Warna (<i>RGB to Gray</i>)	29
4.5	Citra Dikaburkan (<i>Gaussian Blur</i>)	30
4.6	Deteksi Tepi (<i>Canny Edge Detection</i>)	31
4.7	Dilasi dan Erosi.....	31
4.8	Contour	32
4.9	Deteksi dan Hitung Luas Daun.....	33
V.	SIMPULAN DAN SARAN	36
5.1	Simpulan	36
5.2	Saran.....	36
	DAFTAR PUSTAKA	37
	LAMPIRAN	
	Error!
	Bookmark not defined.	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Data Perbandingan Pengukuran Luas Daun Manual dan Aplikasi.....	34

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Daun	7
Gambar 2. Citra Biner	10
Gambar 3. Operasi Dilasi.....	12
Gambar 4. Operasi Erosi.....	13
Gambar 5. Blog Diagram Pendeteksi Tepi <i>Canny</i>	14
Gambar 6. Tahapan Penelitian	20
Gambar 7. Pengambilan Gambar	21
Gambar 8. RGB to <i>Gray</i>	22
Gambar 9. <i>Gaussian Blur</i>	22
Gambar 10. Deteksi tepi.....	23
Gambar 11. Dilasi.....	24
Gambar 12. Erosi	24
Gambar 13. Contours	25
Gambar 14. Hitung Luas	25
Gambar 15. Perhitungan Luas Daun Manual	27
Gambar 16. Hasil Pengambilan Gambar.....	29
Gambar 17. Konversi RGB ke <i>Gray</i>	30
Gambar 18. Mengaburkan citra (<i>Gaussian Blur</i>).....	30
Gambar 19. <i>Canny Edge Detection</i>	31
Gambar 20. Hasil proses Dilasi.....	31
Gambar 21. Hasil Proses erosi	32
Gambar 22. Hasil <i>contours</i>	32
Gambar 23. Hasil deteksi dan hitung.....	33
Gambar 24. Sampel Daun 1.....	40
Gambar 25. Sampel Daun 2.....	40

Gambar 26. Sampel Daun 3.....	41
Gambar 27. Sampel Daun 4.....	41
Gambar 28. Sampel Daun 5.....	42
Gambar 29. Sampel Daun 6.....	42
Gambar 30. Sampel Daun 7.....	43
Gambar 31. Sampel Daun 8.....	43
Gambar 32. Sampel Daun 9.....	44
Gambar 33. Sampel Daun 10.....	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Sampel Daun 1.....	40
2. Sampel Daun 2.....	40
3. Sampel Daun 3.....	41
4. Sampel Daun 4.....	41
5. Sampel Daun 5.....	42
6. Sampel Daun 6.....	42
7. Sampel Daun 7.....	43
8. Sampel Daun 8.....	43
9. Sampel Daun 9.....	44
10. Sampel Daun 10.....	44

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daun merupakan suatu bagian tumbuhan yang penting dan pada umumnya tiap tumbuhan mempunyai sejumlah daun. Daun hanya terdapat pada batang saja dan tidak pernah terdapat pada bagian lain pada tubuh tumbuhan. Makna daun adalah sebagai salah satu organ yang merupakan bagian tumbuhan yang penting. Daun merupakan organ tempat utama proses fotosintesis karena pada daun dewasa mengandung ratusan kloroplas yang berperan pada proses fotosintesis. Daun tanaman sebagai tempat proses pengolahan energi cahaya menjadi energi kimia dan karbohidrat (glukosa) yang diwujudkan dalam bentuk bahan kering, sehingga perkembangan daun layak sebagai parameter utama dalam analisis pertumbuhan tanaman. Besarnya peran daun dalam pertumbuhan tanaman inilah yang menyebabkan terjadinya perbedaan dalam produksi biomassa tanaman yang disebabkan oleh perbedaan kemampuan daun menghasilkan karbon reduksi untuk menghasilkan biomassa tanaman.

Pengukuran luas daun diperlukan sebagai indikator pertumbuhan dan kinerja fisiologis suatu tanaman, mengukur luas daun bukan merupakan hal yang mudah karena daun pada tanaman memiliki bentuk yang beraneka ragam sehingga memerlukan waktu yang lama dan alat ukur yang tepat. Pengukuran luas daun pada saat ini dilakukan dengan cara manual menggunakan beberapa metode antara lain metode kertas *milimeter*, *gravimetry*, *planimeter*, metode pengukuran panjang dan lebar dan metode fotografi (Haryadi, 2013). Metode yang dipakai untuk daun yang bentuknya teratur, luas daun dapat ditaksir dengan mengukur panjang dan lebar daun, sedangkan metode ini menggunakan kertas milimeter dan peralatan menggambar untuk mengukur luas daun.

Metode ini dapat diterapkan cukup efektif pada daun dengan bentuk daun relatif sederhana dan teratur. Daun digambar pada kertas milimeter yang dapat dengan mudah dikerjakan dengan meletakkan daun diatas kertas milimeter dan pola daun diikuti. Luas daun ditaksir berdasarkan jumlah kotak yang terdapat dalam pola daun. Metode ini cukup sederhana, waktu yang dibutuhkan untuk mengukur suatu luasan daun relatif lama, sehingga ini tidak cukup praktis diterapkan apabila jumlah sampel banyak.

Metode-metode tersebut yang digunakan dalam mengukur luas daun tersebut masih tidak praktis dan memerlukan waktu, sehingga perlu dicari metode yang dapat mengukur dengan mudah, cepat dan akurat, untuk kepentingan hal tersebut perlu dicari sebuah solusi untuk mempermudah perhitungan luas daun, untuk proses penelitian tersebut dapat dibantu dengan menggunakan serangkaian proses pengolahan citra, khususnya dalam bidang ilmu botani yaitu mengukur luas daun untuk mempelajari pertumbuhan dan mekanisme perkembangan pada tanaman tersebut. Proses pengukuran luas daun dengan pengolahan citra digital dapat dimanfaatkan dalam permasalahan ini.

Pengolahan Citra Digital (*Digital Image Processing*) merupakan bidang ilmu yang mempelajari tentang bagaimana suatu citra itu dibentuk, diolah, dan dianalisis sehingga menghasilkan informasi yang dapat dipahami oleh manusia. Pengolahan citra adalah setiap bentuk pengolahan sinyal dimana *input* adalah gambar, seperti foto atau video bingkai, sedangkan *output* dari pengolahan gambar dapat berupa gambar atau sejumlah karakteristik atau parameter yang berkaitan dengan gambar. Citra digital yang dihasilkan dari pengujian tersebut memvisualisasikan daun. Citra daun yang dihasilkan akan diolah dan diperoleh sebuah hasil luas daun dengan menggunakan *computer vision*.

Penelitian sebelumnya terkait dengan pengukuran luas daun telah dilakukan oleh (Ealson & Bloom, 2014) dengan judul *Easy Leaf Area : Automated Digital Image Analysis For Rapid And Accurate Measurement Of Leaf Area* tahun

2014. *Easy Leaf Area* merupakan *software* untuk mengukur luas daun tanaman *Arabidopsis Rossete* secara non destruktif yang dibuat menggunakan bahasa pemrograman *Python* untuk *Windows*, tetapi saat ini sudah dibuat aplikasi yang berjalan pada *smartphone Android*. Metode yang digunakan oleh *Easy Leaf Area* yaitu dengan menggunakan objek kalibrasi berwarna merah yang sudah diketahui nilai luasnya. Objek kalibrasi tersebut diletakkan pada bidang yang sama dan sejajar dengan daun sebagai skala untuk estimasi luas daun. Total piksel daun berwarna hijau dan total piksel objek kalibrasi berwarna merah digunakan untuk memperkirakan luas daun. Keunggulan dari *Easy Leaf Area* dapat mengukur secara non destruktif dan *background* tidak harus pada warna polos yang kontras. Proses mengidentifikasi piksel daun dan piksel objek kalibrasi pada metode yang digunakan oleh *Easy Leaf Area* terdapat kelemahan, yaitu nilai minimal *threshold* hijau daun akan berbeda untuk setiap jenis daun, jika nilai minimal *threshold* tidak tepat, identifikasi piksel daun dan piksel objek kalibrasi pun tidak akan tepat. Kasus terjadi pada *Easy Leaf Area*, tanaman selain *Arabidopsis* diperlukan manual konfigurasi yang dilakukan *user* untuk menentukan kriteria nilai *threshold*. Perhitungan *Easy Leaf Area* dengan citra dari kamera iPhone 4 dibandingkan dengan metode “*weight-based*” memiliki rata-rata eror sebesar 1.18%.

Penelitian terdahulu terkait dengan pengukuran luas daun tanaman menggunakan gambar digital telah dilakukan oleh (Jadon Madhu *et al.*, 2016). Program komputer untuk mengukur luas daun ini dibuat dengan MATLAB versi 2013. Akuisisi citra menggunakan kamera digital 24MP Nikon D5300 dengan *focal length* 29 mm. Koin rupee sebagai objek kalibrasi diletakkan pada bidang yang sama dan sejajar dengan daun sebagai skala untuk untuk estimasi luas daun, Perhitungan pada program dibandingkan dengan metode kertas milimeter menghasilkan rata-rata eror yaitu 2.65%, 2.86%, 3.75% untuk daun tanaman kacang hijau, kacang hitam dan *Pigeon Pea*.

Penelitian terdahulu terkait dengan pengukuran luas daun tanaman berdasarkan *computer vision* telah dilakukan oleh (Kaiyan Lin *et al.*, 2014). Penelitian

dilakukan di rumah kaca Universitas Tongji di distrik Jiading, penelitian tersebut menggunakan informasi warna, pendekatan Otsu, penyaringan morfologi dan analisis gumpalan kemudian digabungkan untuk mengekstrak daun tanaman. Daun tanaman dipetik dan diletakan diatas papan putih, lalu citra daun ditangkap oleh pemindai dengan pemindaian vertikal dan disimpan di komputer yang terhubung dengan kabel USB, metode yang diusulkan dapat secara adaptif memilih nilai ambang, dengan demikian algoritma ini dapat diterapkan langsung ke sejumlah gambar, tanpa penyesuaian parameter tambahan. Algoritma yang diusulkan dikembangkan menggunakan bahasa C#, luas daun 68 gambar dihitung dalam 2 menit dan 28 detik secara otomatis, sehingga metode pengukuran yang diusulkan cepat, efisien dan tingkat akurasi.

Penelitian yang akan dilakukan adalah pengukuran luas daun dengan menggunakan citra digital. Penelitian ini diharapkan lebih memudahkan dalam menentukan hasil luas daun dengan bantuan pengolahan citra dan memberi dampak pada kegiatan pengukuran luas daun menjadi lebih praktis karena proses penghitungan dilakukan secara otomatis oleh aplikasi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan permasalahan dalam penelitian ini yaitu, bagaimana menerapkan citra digital berbasis *android* pada perhitungan luas daun.

1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup pembahasan dan batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Aplikasi menangani proses pengambilan citra dengan kamera *smartphone*.
2. Aplikasi menangani pengukuran luas daun tanaman dengan metode non destruktif (tanpa dipetik) maupun destruktif (dipetik).
3. Aplikasi berjalan pada *smartphone* bersistem operasi *Android*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini, yaitu membangun aplikasi pengukuran luas daun tanaman menggunakan pengolahan citra digital berbasis *android*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah

1. Memberikan kemudahan seseorang yang bekerja di bidang pertanian dalam pengukuran luas daun sehingga memudahkan pengguna dalam mengukur luas daun di dalam ruangan maupun di lapangan.
2. Memperkaya pengetahuan tentang aplikasi teknologi pemrosesan citra digital di bidang pertanian khususnya pemanfaatan citra digital untuk mengukur luas daun, sehingga dapat menjadi inspirasi bagi penerapan teknik sejenis untuk bidang-bidang lainnya.
3. Menjadi bahan referensi yang ada terkait pengukuran luas daun tanaman.

II. TINJAUAN PUSTAKA

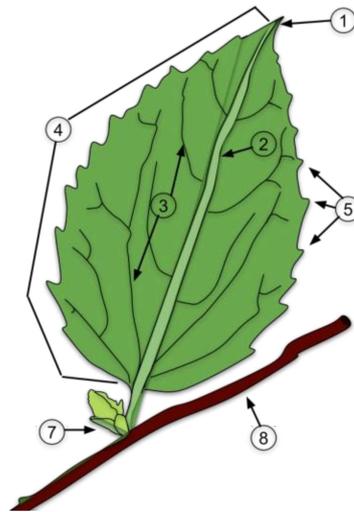
2.1 Daun

Daun merupakan salah satu organ tanaman yang diamati dalam analisis pertumbuhan tanaman. Daun merupakan salah satu organ tanaman yang penting, karena pada daun terdapat bagian/komponen dan sekaligus tempat berlangsungnya proses fotosintesis dan transpirasi yang menentukan pertumbuhan tanaman (Irwan dan wicaksono, 2017), hal tersebut akan mempengaruhi pertumbuhan hasil panen dan produktivitas pada tanaman. Luas daun merupakan variabel penting dalam analisis pertumbuhan tanaman. Luas daun memegang peranan penting karena fotosintesis biasanya proporsional terhadap luas daun (Haryadi, 2013). Luas daun adalah parameter dalam ilmu nutrisi tanaman, pengukuran proteksi tanaman, hubungan antara air dan tanah dalam tanaman, ekosistem hasil panen, kesuburan tanaman, dan lain-lain.

Tanaman mempunyai berbagai bentuk, ukuran, dan tekstur daun yang berbeda-beda. Daun dengan ukuran lebar serta bertekstur rata dan memiliki pertulangan daun yang cukup rumit pada tanaman berbunga disebut sebagai *megaphylls*, sementara daun yang bentuknya sederhana dan hanya memiliki satu urat disebut sebagai *microphylls*.

Daun tanaman sebagian besar dapat terlihat karena tumbuh dan berada di atas tanah, namun ada beberapa daun yang tidak muncul di permukaan tanah, contohnya daun tanaman air jenis *submerged* yang sebagian besar bagian tumbuhan berada di dalam air, sedangkan tanaman sukulen yang bentuknya menyerupai kaktus biasanya memiliki daun tebal seperti daging, tetapi daun tumbuhan sukulen tidak terlalu besar dalam proses fotosintesis. Daunnya juga

memiliki kemungkinan mati saat usia dewasa, berikut merupakan gambar daun (Tjitrosoepomo, 2005).



Gambar 1. Daun

Diagram daun sederhana, terdiri dari:

1. Pucuk
2. *Midvein* (Pembuluh utama)
3. Pembuluh sekunder
4. Lamina
5. Tepi daun
6. Tangkai daun
7. Kuncup

2.1.1 Ciri dan Karakteristik Umum Daun

Daun adalah bagian paling penting pada tanaman vaskular. Tanaman vaskular adalah tanaman tingkat tinggi yang memiliki batang, akar, dan daun sejati. Tanaman jenis ini berwarna hijau dan bersifat autotrofik, artinya mereka tidak mendapatkan makanan dari makhluk hidup lainnya, melainkan harus menyediakan makanannya sendiri, caranya adalah melalui proses fotosintesis. Daun akan menangkap cahaya matahari dan mengubahnya menjadi energi atau gula simpel dari karbon dioksida dan air. Contoh gula simpel seperti glukosa dan sukrosa. Gula tersebut kemudian disimpan dalam bentuk pati atau

semacam tepung selanjutnya gula akan diproses kembali menjadi molekul organik yang lebih kompleks, contohnya adalah protein dan serat selulosa. Gula juga diproses menjadi bahan kimia yang berguna untuk menjalankan proses seluler pada tanaman.

Daun mendapat asupan air dari dalam tanah melalui sistem vaskular yang dinamakan xilem serta memperoleh karbon dioksida dari udara melalui stomata. Stomata berada di bagian luar daun atau epidermis, setelah gula selesai disintesis, gula harus dipindahkan ke area yang mengalami pertumbuhan secara aktif, seperti akar dan pucuk daun. Ukuran daun pada umumnya berukuran lebar, rata, dan tipis sehingga dapat menerima sinar matahari secara maksimal pada permukaannya. Cahaya pun dapat terserap dengan baik ke serat-serat daun dan akhirnya mencapai kloroplas, kemudian terjadi proses fotosintesis (Tjitrosoepomo, 2005).

2.1.2 Fungsi Daun

Secara umum, daun berfungsi untuk menopang keberlangsungan hidup tanaman. Berikut ini adalah fungsi daun secara lengkap, yaitu:

1. Alat Pernapasan Tumbuhan

Daun adalah organ tanaman yang sangat penting, salah satu fungsi utama daun adalah sebagai alat pernapasan pada tumbuhan.

2. Alat Bantu Reproduksi Vegetatif

Daun juga dapat berfungsi membantu jalannya proses reproduksi tanaman.

3. Membantu Pembentukan Tanaman

Daun berfungsi membantu posisi dalam proses pembentukan saat tanaman tumbuh, jika tanaman berfotosintesis dengan baik dan mendapatkan makanan yang baik dari energi yang disimpan daun, maka tanaman akan tumbuh dengan baik.

4. Membantu Proses Perpindahan Makanan

Daun sangat berguna dalam proses perpindahan zat-zat yang berguna sebagai makanan bagi tanaman dan zat yang berguna untuk proses fotosintesis.

5. Tempat Terjadinya Gutasi

Gutasi adalah proses pelepasan air dalam bentuk cairan dari jaringan daun. Gutasi bisa terjadi jika kondisi tanah yang menjadi tempat tumbuh tanaman sesuai dengan jenis tanamannya, sehingga penyerapan airnya tinggi.

6. Proses Fotosintesis

Daun adalah tempat proses pembentukan zat makanan tumbuhan yang kita kenal dengan istilah fotosintesis, pada tanaman dikotil dan monokotil terdapat perbedaan dalam proses fotosintesis. Fotosintesis tanaman dikotil terjadi pada jaringan parenkim palisade, sedangkan pada tumbuhan monokotil terjadi di jaringan spons (Mulyani Sri, 2006).

2.2 Citra Digital

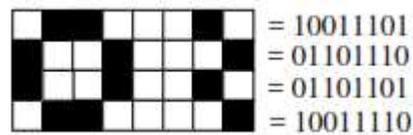
Citra digital adalah gambar pada bidang dua dimensi, merupakan representasi keadaan visual yang disimpan secara elektronik dengan bit data yang merepresentasikan warna. Citra digital seringkali mengalami penurunan mutu (degradasi), misalnya mengandung cacat atau derau (*noise*) sehingga sulit diinterpretasi karena informasi yang disampaikan oleh citra tersebut menjadi berkurang, agar citra yang mengalami gangguan mudah diinterpretasi baik oleh manusia maupun mesin, maka citra digital perlu dimanipulasi menjadi citra digital lain yang kualitasnya lebih baik atau disebut pengolahan citra (*image processing*) (Munir, 2004).

2.2.1 Format Citra Digital

Format citra digital yang banyak dipakai adalah:

a. Citra Biner

Citra biner menyimpan tiap piksel dalam bit tunggal, yaitu 0 atau 1, masing-masing merepresentasikan warna tertentu. Contoh yang paling lazim: warna hitam bernilai 0 dan warna putih bernilai 1. Setiap titik pada citra hanya membutuhkan 1 bit, sehingga setiap *byte* dapat menampung informasi 8 titik. Gambar berikut menunjukkan contoh representasi citra biner ke dalam data digital (Achmad & Firdausy, 2005).



Gambar 2. Citra Biner

b. Citra Skala Keabuan (*grayscale*)

Citra skala keabuan memberi kemungkinan warna yang lebih banyak daripada citra biner, karena ada nilai-nilai lain diantara nilai minimum (biasanya = 0) dan nilai maksimumnya. Banyaknya kemungkinan nilai dan nilai maksimumnya bergantung pada jumlah bit yang digunakan. Contohnya untuk skala keabuan 4 bit, maka jumlah kemungkinan nilainya adalah $2^4 = 16$, dan nilai maksimumnya adalah $2^4 - 1 = 15$; sedangkan untuk skala keabuan 8 bit, maka jumlah kemungkinan nilainya adalah $2^8 = 256$, dan nilai maksimumnya adalah $2^8 - 1 = 255$.

c. Citra Warna (*true color*)

Format citra ini disebut skala keabuan karena pada umumnya warna yang dipakai adalah antara hitam sebagai warna minimal dan warna putih sebagai warna maksimalnya, sehingga warna antaranya adalah abu-abu, namun pada prakteknya warna yang dipakai tidak terbatas pada warna abu-abu; sebagai contoh dipilih warna minimalnya adalah putih dan warna maksimalnya adalah merah, maka semakin besar nilainya semakin besar pula intensitasnya warna merahnya. Format citra ini sering juga disebut citra intensitas.

Setiap titik pada citra warna, mempunyai warna yang spesifik yang merupakan kombinasi dari 3 warna dasar, yaitu merah, hijau, dan biru. Format citra ini sering disebut sebagai citra RGB (*red, green, blue*). Setiap warna dasar mempunyai intensitas sendiri dengan nilai maksimum 255 (8 bit). Jumlah kombinasi warna yang mungkin untuk format citra ini adalah 2^4 atau lebih dari 16 juta warna, dengan demikian bisa dianggap mencakup semua warna yang ada, inilah sebabnya format ini dinamakan *true color*.

d. Citra Warna Berindeks

Format citra warna berindeks informasi di setiap titik merupakan indeks dari suatu tabel yang berisi informasi warna yang tersedia, yang disebut palet warna (*color map*). Jumlah bit yang dibutuhkan oleh setiap titik pada citra bergantung pada jumlah warna yang tersedia dalam palet warna. Contohnya seperti pada palet berukuran 16 warna, setiap titik membutuhkan 4 *byte* dan untuk palet berukuran 256 warna, setiap titik membutuhkan 8 bit atau 1 *byte*. Palet warna merupakan bagian dari citra warna berindeks, sehingga pada saat menyimpan citra ini kedalam *file*, informasi palet warna juga harus disertakan (Achmad & Firdausy, 2005).

2.3 *Grayscale*

Grayscale dari suatu gambar digital adalah gambar dimana nilai setiap piksel sampel tunggal, yang memiliki informasi intensitas. Gambar ini, yang juga dikenal sebagai hitam-putih, secara eksklusif terdiri dari warna abu-abu, bervariasi dari hitam di intensitas paling lemah sampai putih di intensitas terkuat. (Stephen Johnson, 2006). Citra *grayscale* berikut memiliki kedalaman warna 8 bit (256 kombinasi warna keabuan), ada kasus bagaimana representasi nilai RGB (*Red, Green, Blue*) diubah menjadi gambar yang terdiri dari warna putih dan gradasi warna hitam yang biasa disebut *grayscale*, untuk mengubah RGB menjadi *grayscale* dapat digunakan rumus sebagai berikut.

1. *Lightness method* $g = \frac{\max(R,G,B) + \min(R,G,B)}{2}$

2. *Average method* $g = \frac{R+G+B}{3}$

3. *Luminosity method* $g = (0.21 R) + (0.71 G) + (0.07 B)$

Keterangan:

G = *Grayscale*

R = *Red*

G = *Green*

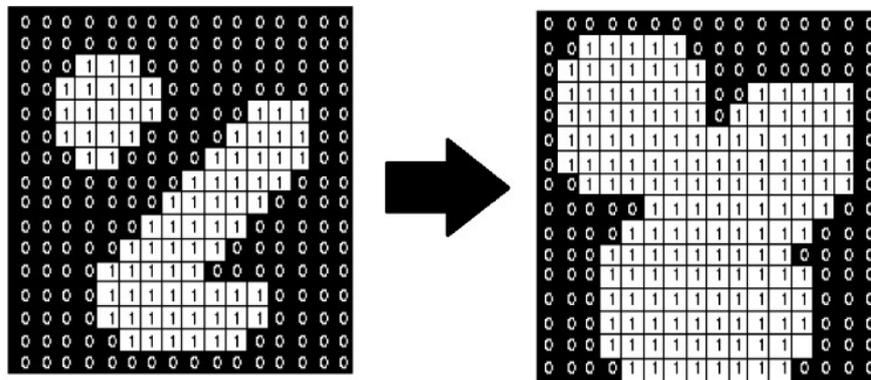
B = *Blue*

Metode *lightness* cenderung mengurangi kontras. Metode luminositas bekerja paling baik secara keseluruhan dan merupakan metode *default* yang sering digunakan untuk mengubah gambar dari RGB ke skala abu-abu, beberapa gambar terlihat lebih baik menggunakan salah satu algoritma lain, dan terkadang ketiga metode menghasilkan hasil yang sangat mirip.

2.4 Operasi *Dilation* dan *Erosion*

a. Dilasi (*Dilation*)

Dilasi adalah teknik untuk memperbesar segmen objek (citra biner) dengan menambah lapisan di sekeliling objek, atau dengan menjadi titik latar (0) yang bertetangga dengan titik objek (1) menjadi titik objek (1).

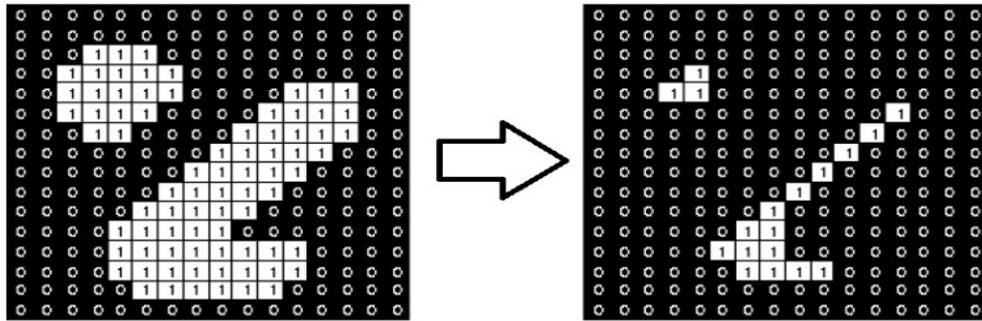


Gambar 3. Operasi Dilasi

b. Erosi (*Erosion*)

Erosi atau pengikisan adalah kebalikan dari dilasi yaitu teknik yang bertujuan untuk memperkecil atau mengikis tepi objek, atau dengan menjadi titik

objek (1) yang bertetangga dengan titik latar (0) menjadi titik latar (0).



Gambar 4. Operasi Erosi

2.5 Gaussian Blur

Gaussian Blur banyak digunakan dalam memproses gambar, biasanya digunakan sebagai pengolah citra agar dapat lebih halus, *Gaussian* bertujuan untuk menghilangkan *noise* pada citra dan meningkatkan kualitas detil citra. *Gaussian* merupakan model *noise* yang mengikuti distribusi normal standar dengan rata-rata nol dan standar deviasi 1. Efek dari *gaussian* ini, pada gambar muncul titik-titik berwarna yang jumlahnya sama dengan persentase *noise*. *Noise speckle* merupakan model *noise* yang memberikan warna hitam pada titik yang terkena *noise*, sedangkan *noise salt & pepper* seperti halnya taburan garam, akan memberikan warna putih pada titik yang terkena *noise*. Persamaan dari fungsi *Gaussian* dalam dua dimensi dinyatakan sebagai berikut:

$$G_{2D}(X,Y, \sigma) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

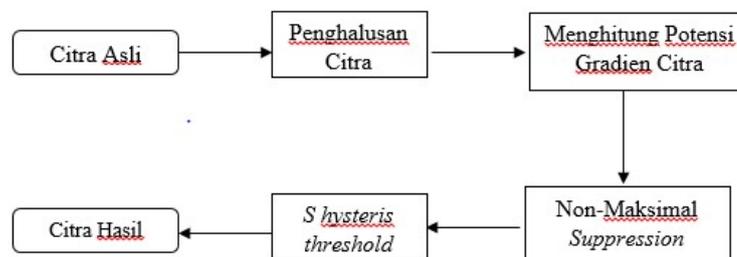
σ adalah deviasi standar dari distribusi *gaussian*, x adalah jarak dari asal sumbu horizontal, dan y adalah jarak dari asal sumbu vertikal. Persamaan tersebut diaplikasikan dalam dua dimensi menghasilkan kontur permukaan berupa lingkaran konsentris dengan distribusi *Gaussian* dari titik pusat. Nilai dari distribusi ini digunakan untuk membangun sebuah matriks konvolusi yang diterapkan pada citra asli. Nilai baru setiap piksel diatur pada nilai rata-rata dari daerah sekitarnya. Nilai piksel asli menerima nilai yang paling tinggi

sedangkan piksel di sekitarnya menerima nilai yang lebih kecil dimana semakin dekat dengan piksel asli maka nilainya semakin mendekati, hal inilah yang mengakibatkan timbulnya sebuah *blur* yang menjaga batas-batas dan *edge* yang baik (Yuwono, 2010).

2.6 Deteksi Tepi *Canny*

Deteksi Tepi *Canny* adalah algoritma deteksi tepi yang banyak digunakan dalam berbagai penelitian karena dinilai sebagai algoritma deteksi tepi yang paling optimal. *Canny* merupakan salah satu algoritma deteksi tepi modern. Tahun 1986 John Canny mengusulkan tiga kriteria yang menjadikan basis pengembangan filter untuk mengoptimalkan pendeteksian tepi pada citra ber-*noise* (Yudianto, 2014). Algoritma deteksi tepi *Canny* mengikuti beberapa kriteria sebagai berikut :

- a. *Good detection* adalah kriteria ini bertujuan memaksimalkan nilai *signal to noise ratio* (SNR) sehingga semua tepi dapat terdeteksi dengan baik atau tidak ada yang hilang.
- b. *Good localization* adalah tepi yang terdeteksi berada pada posisi yang sebenarnya, atau dengan kata lain bahwa jarak antara posisi sebenarnya adalah seminimum mungkin (idealnya adalah 0).
- c. *Only one response to a single* (hanya satu respon untuk sebuah tepi), artinya detektor tidak memberikan tepi yang bukan tepi sebenarnya. Urutan proses pendeteksian tepi menggunakan metode *canny* ditunjukkan pada gambar 5 sebagai berikut:



Gambar 5. Blog Diagram Pendeteksi Tepi *Canny*

2.7 Kontur (*Contour*)

Kontur adalah keadaan yang ditimbulkan oleh perubahan intensitas pada piksel-piksel yang bertetangga, karena adanya perubahan intensitas inilah mata kita mampu mendeteksi tepi-tepi (*edge*) objek di dalam citra.

2.8 Perhitungan Kesalahan Eror dan Tingkat Akurasi

Perhitungan kesalahan eror dan tingkat akurasi diperlukan untuk mengetahui apakah aplikasi sesuai dengan kebutuhan dan juga untuk mengetahui bahwa aplikasi berhasil digunakan (Asasun N, 2015). Rumus untuk mengetahui tingkat kesalahan eror yaitu:

$$\text{Kesalahan Error} = \frac{(a - b) - \text{aplikasi}}{a} \times 100$$

Keterangan:

a= Luas Daun Manual

b= Luas Daun Aplikasi

Tingkat akurasi aplikasi

Perhitungan tingkat akurasi aplikasi dapat diketahui dengan cara yaitu:

(100%) - (Nilai kesalahan eror%).

2.9 *Android*

Android adalah sebuah *operating system* yang digunakan untuk menjalankan sebuah *smartphone*. *Android* adalah sistem operasi yang dirancang untuk perangkat *mobile*. *Android* dibangun menggunakan *Linux*, awalnya dikembangkan oleh perusahaan *Android.Inc* sebelum dibeli oleh *google* pada tahun 2005. *Google* beraliansi dengan *Open Handset Alliance* yang bertujuan untuk mempercepat inovasi bagi *mobile* dan menawarkan kepada konsumen pengalaman yang murah dan lebih baik. *Open Handset Alliance* pada tahun 2007, menyatakan bahwa *android* merupakan sistem operasi *open source* yang berarti, bahwa perangkat lunaknya dapat dimodifikasi dan dikembangkan

secara bebas dan gratis, sehingga memberikan kemudahan untuk siapapun dapat mengembangkan aplikasi *android* (Gargenta, 2011).

Komunitas pengembang aplikasi (*apps*) saat ini sudah ada banyak sekali yang memperluas fungsionalitas perangkat, umumnya ditulis dalam versi kustomisasi bahasa pemrograman *Java*, pada bulan Oktober 2013, ada lebih dari satu juta aplikasi yang tersedia untuk *Android*, dan sekitar 50 miliar aplikasi telah diunduh dari *Google Play*, toko aplikasi *Android*. Tahun 2008, *Android* mulai secara bertahap melakukan sejumlah pembaruan atau *update* untuk meningkatkan kinerja dari sistem operasi tersebut dengan menambahkan fitur baru, memperbaiki *bug* pada versi *android* yang sebelumnya. Setiap versi yang dirilis dinamakan secara alfabetis dengan berdasarkan nama sebuah makanan pencuci mulut, seperti *cupcake*, *donut*, dan sebagainya. Berikut nama – nama versi *android*:

- a. *Android* (1.0)
- b. *Cupcake* (1.2 – 1.5)
- c. *Donut* (1.6)
- d. *Éclair* (2.0 – 2.1)
- e. *Froyo* (2.2 – 2.2.3)
- f. *Gingerbread* (2.3 – 2.3.7)
- g. *Honeycomb* (3.0 – 3.2.6)
- h. *Ice Cream Sandwich* (4.0 – 4.0.4)
- i. *Jelly Bean* (4.1 – 4.3)
- j. *Kit Kat* (4.4+)
- k. *Lollipop* (5.0)
- l. *Marshmallow* (6.0)

2.10 Android Studio

Android adalah sistem operasi dan platform pemrograman yang dikembangkan oleh *google* untuk ponsel cerdas dan perangkat seluler lainnya (seperti tablet). *Android* bisa berjalan di beberapa macam perangkat dari banyak produsen yang berbeda. *Android* menyertakan *kit development* perangkat lunak untuk

penulisan kode asli dan perakitan modul perangkat lunak untuk membuat aplikasi bagi pengguna *android*. *Android* juga menyediakan *market* untuk mendistribusikan aplikasi, secara keseluruhan *android* menyatakan ekosistem untuk aplikasi seluler (Rojatkar *et al.*, 2016).

Android Studio adalah lingkungan pengembangan terpadu – *Integrated Development Environment (IDE)* untuk pengembangan aplikasi *Android*, berdasarkan *IntelliJ IDEA*, selain merupakan editor kode *IntelliJ* dan alat pengembang yang berdaya guna, *Android Studio* menawarkan fitur lebih banyak untuk meningkatkan produktivitas saat membuat aplikasi *Android*, misalnya :

1. Sistem pembuatan berbasis *Gradle* yang fleksibel
2. Emulator yang cepat dan kaya fitur
3. Lingkungan yang menyatu untuk pengembangan bagi semua perangkat *Android*
4. *Instant Run* untuk mendorong perubahan ke aplikasi yang berjalan tanpa membuat *APK* baru
5. *Template* kode dan integrasi *Github* untuk membuat fitur aplikasi yang sama dan mengimpor kode contoh.
6. Alat pengujian dan kerangka kerja yang ekstensif
7. Dukungan C++ dan *NDK*

2.11 Pustaka *OpenCV*

OpenCV adalah singkatan dari *Open Source Computer Vision Library* merupakan sebuah pustaka perangkat lunak yang ditujukan untuk pengolahan citra 16 dinamis secara *real time* yang dibuat oleh *Intel* dan saat ini didukung oleh *Willow Garage and Itseez*. Program ini bebas dan berada dalam naungan sumber terbuka dari lisensi *BSD*. Pustaka ini merupakan pustaka lintas *platform*. Program ini didedikasikan sebagian besar untuk pengolah citra secara *real time*. *OpenCV* pertama kali diluncurkan secara resmi pada tahun 1999 oleh *Inter Research* sebagai lanjutan dari bagian proyek bertajuk aplikasi intensif berbasis *CPU*, *real time ray tracking*, dan tembok penampil 3D. Para

kontributor utama dalam proyek ini termasuk mereka yang berkecimpung dalam bidang optimasi di *Intel* Rusia dan juga tim pustaka performa *intel* (Laganiere, 2011).

Tujuan utama pada awalnya dari proyek *OpenCV* ini dideskripsikan sebagai berikut :

- a. Penelitian penginderaan citra lanjutan tidak hanya melalui kode program terbuka, tetapi juga kode yang telah teroptimasi untuk infrastruktur penginderaan citra.
- b. Menyebarluaskan ilmu penginderaan citra dengan menyediakan infrastruktur bersama di mana para pengembang dapat menggunakan secara bersama-sama sehingga kode akan tampak lebih mudah dibaca dan ditransfer
- c. Membuat aplikasi komersial berbasis penginderaan citra, di mana kode yang telah teroptimasi tersedia secara bebas dengan lisensi yang tersedia secara bebas yang tidak mensyaratkan program harus terbuka atau gratis. *OpenCV* dioptimalkan dengan 2.500 lebih pustaka algoritma *OpenCV* menyediakan fitur *Integrated Performance Primitive (IPP) Intel* sehingga bisa lebih mengoptimalkan aplikasi *vision* jika menggunakan *processor Intel*.

OpenCV terdiri dari lima pustaka yaitu :

- a. CV : pustaka untuk algoritma pengolahan citra dan penglihatan
- b. ML : pustaka untuk pembelajaran mesin
- c. *Highgui* : pustaka untuk GUI, gambar, video input/output
- d. CXCORE : pustaka untuk struktur data, mendukung XML, dan fungsi – fungsi grafis

2.12 Metode Kertas Milimeter Blok

Metode milimeter kolom, cara pengukuran luas daun dengan menggunakan metode ini adalah cara pengukuran yang sangat sederhana. Metode yang digunakan adalah dengan cara penghitungan jumlah luas petakan (mm kolom) yang tertutupi oleh luasan daun yang diletakkan di atas lembaran milimeter

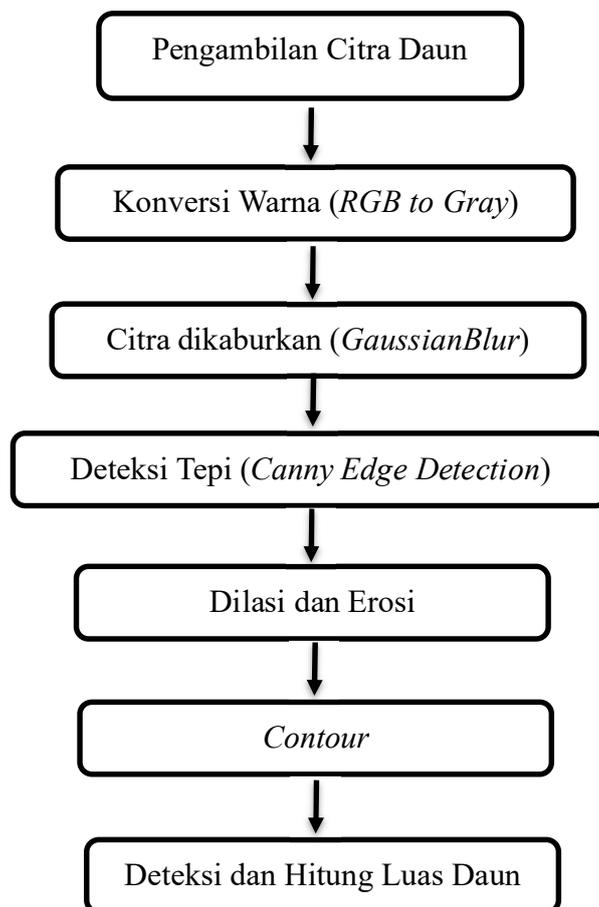
kolom. Pelaksanaan pengukuran luasan daun lebar atau sangat lebar untuk memudahkannya pengukuran dapat dilakukan beberapa kali tahapan, karena terlebih dahulu harus dilakukan pemotongan daun menjadi bagian yang lebih kecil sehingga kertas milimeter mencukupi. Penggunaan metode ini digunakan beberapa pendekatan/asumsi seperti seluruh permukaan daun mempunyai tingkat ketebalan yang sama dan bagian luasan kertas yang ditutupi luasannya dapat dieliminir kalau menduduki kurang dari setengah milimeter (mm) atau ditambahkan kalau luasan melebihi dari setengah mm kolom (Guswanto, 2009). Langkah Kerja :

- a. Siapkan sampel daun yang akan diukur luasannya
- b. Buat replika daun pada kertas mm kolom
- c. Hitung luasan replika untuk total sampel daun (pertanaman)
- d. Jika memenuhi kotak mm maka mempunyai konstanta 1, Jika hanya memenuhi setengah kotak mm maka konstantanya 0.5
- e. Hitung Luas daun dengan menggunakan rumus (n_1+n_2)
- f. Dengan $n_1 = (\text{jumlah kotak penuh} \times 1)$, dan $n_2 = (\text{jumlah setengah kotak} \times 0.5)$

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan dilakukan pada pengukuran luas daun tanaman menggunakan pengolahan citra digital berbasis *android* ini ditunjukkan pada gambar 6 sebagai tahapan penelitian.

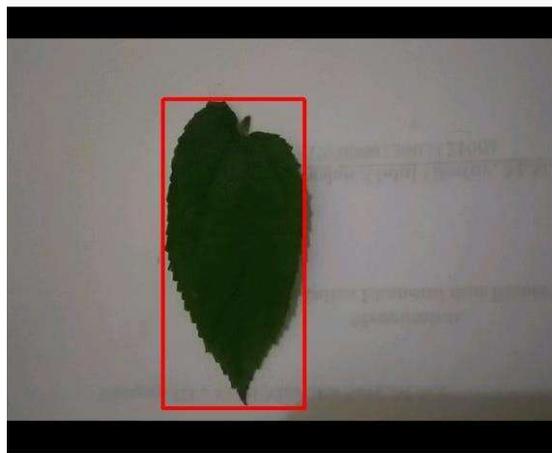


Gambar 6. Tahapan Penelitian

Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengambilan Citra

Tahap ini merupakan tahap awal yang dilakukan yaitu pengambilan citra daun melalui kamera *smartphone* secara *real time*. Pengambilan gambar dilakukan menggunakan kamera *handphone* Infinix Hot 11s NFC. Gambar yang dapat dilihat oleh komputer adalah angka RGB (*Red, Green, Blue*) dari sebuah gambar. Nilainya antara 0 sampai 255 untuk setiap warna pada tiap piksel gambar.



Gambar 7. Pengambilan Gambar

2. Konversi Warna (RGB-Gray)

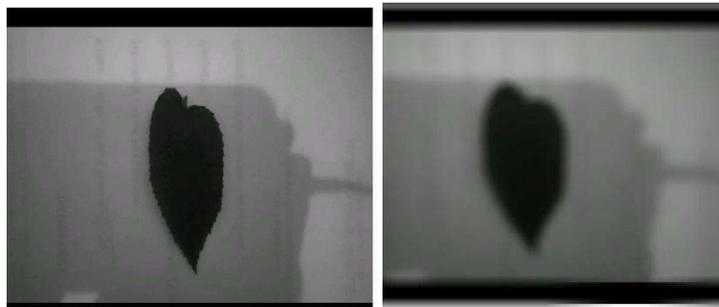
Tahap pertama citra RGB dikonversi ke ruang warna *grayscale*. Konversi citra RGB menjadi citra *grayscale* digunakan untuk mendapatkan nilai warna yang lebih sederhana, dimana warna *grayscale* hanya mempunyai intensitas warna 0 - 255 untuk setiap pikselnya. Pengubahan sebuah gambar menjadi *grayscale* dapat dilakukan dengan cara mengambil semua piksel pada citra kemudian warna tiap piksel akan diambil informasi mengenai 3 warna dasar yaitu merah, biru dan hijau (melalui fungsi warna *to RGB*), ketiga warna dasar ini akan dijumlahkan kemudian dibagi tiga sehingga didapat nilai rata-rata. Nilai rata-rata inilah yang akan dipakai untuk memberikan warna pada piksel gambar sehingga warna menjadi *grayscale*, tiga warna dasar dari sebuah piksel akan diatur menjadi nilai rata-rata.



Gambar 8. RGB to Gray

3. Citra dikaburkan (*Gaussian Blur*)

Gaussian Blur adalah Filter *blur* menempatkan warna transisi yang signifikan pada suatu citra, kemudian membuat warna-warna pertengahan untuk menciptakan efek lembut pada sisi-sisi citra. *Gaussian blur* adalah salah satu filter *blur* untuk mengurangi detail dan menciptakan efek berkabut, fungsinya adalah untuk mereduksi *noise* yang muncul pada gambar, dengan efek *blur* maka objek utama akan menjadi lebih fokus. Contoh gambar daun yang sudah dikaburkan.

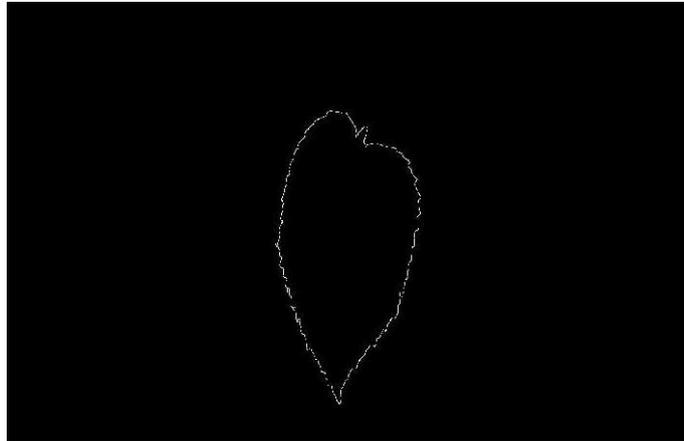


Gambar 9. *Gaussian Blur*

4. Deteksi Tepi (*Canny Edge Detection*)

Operator yang paling mendekati definisi dari sebuah *edge* adalah menghitung besaran gradien citra dan menghitung potensi gradien citra. Operator sobel memanfaatkan dua buah template *edge* pada dua arah tegak

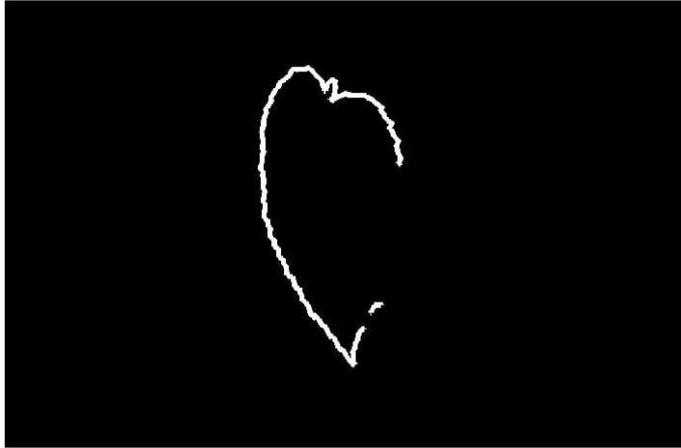
lurus (horizontal dan vertikal) dan menghitung arah *edge* dari *arctangent* kedua nilai tersebut, berikut merupakan citra daun yang telah dilakukan deteksi tepi.



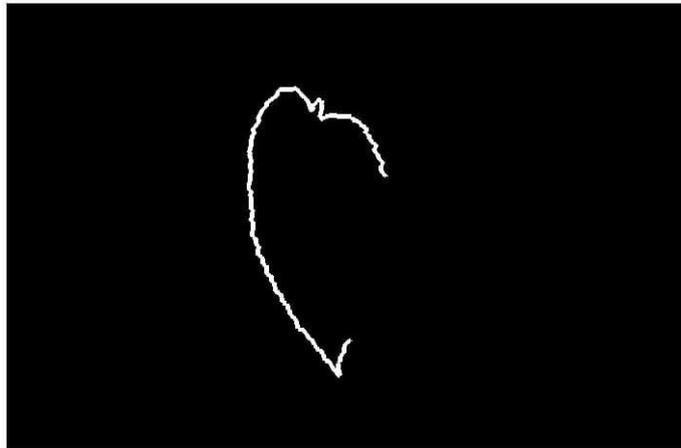
Gambar 10. Deteksi tepi

5. Dilasi dan Erosi

Hasil dari proses deteksi tepi kemungkinan akan menunjukkan adanya banyak *noise* dalam klasifikasi piksel daun. Langkah selanjutnya mengurangi *noise* tersebut menggunakan *structuring element* dalam filter morfologis. Pertama menggunakan *structuring element* dengan filter dilasi (*dilation*) yang memperluas area di daerah yang dianggap daun, setelah itu *structuring element* yang sama digunakan untuk mengikis (*erosion*) gambar dan mengurangi semua ketidaksempurnaan yang dibuat dilasi. Teknik ini digunakan dengan pendekatan untuk mengisi semua ruang yang menurut rentang ruang warna *hue* yang dideteksi sebagai daun.



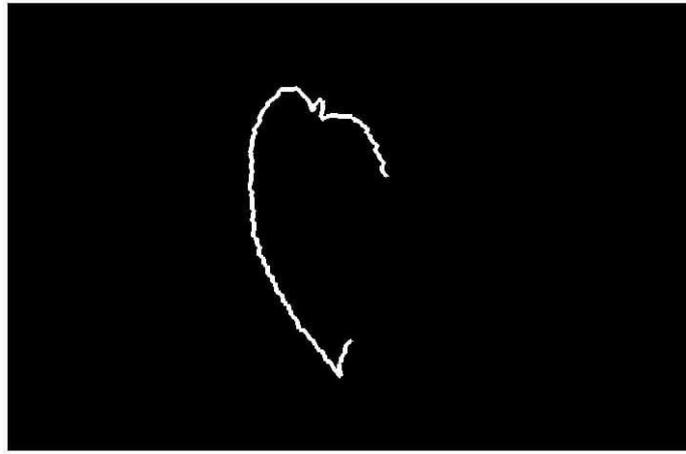
Gambar 11. Dilasi



Gambar 12. Erosi

6. *Contour*

Proses selanjutnya adalah analisis bentuk, untuk deteksi dan pengenalan objek. Proses ini dilakukan dengan mengelompokkan objek yang memiliki warna atau intensitas yang sama (*contour*). *Contour* ini dapat memberikan informasi batas daerah yang berguna untuk mendeskripsikan bentuk objek dalam tahap analisis citra (misalnya untuk mengenali objek).

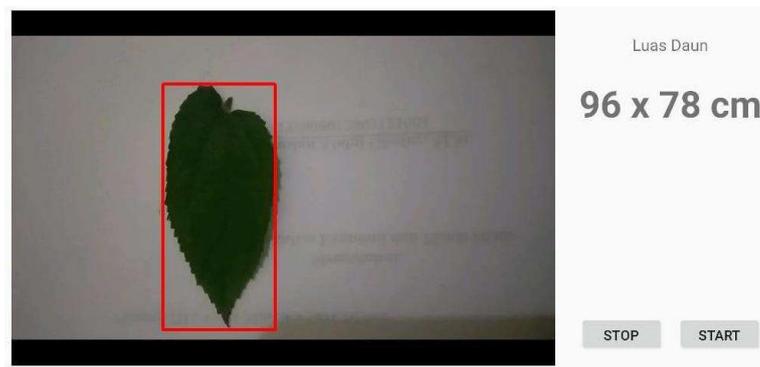


Gambar 13. *Contour*

7. Deteksi dan Hitung Luas Daun

Hasil dari mendapatkan *contours* tersebut akan ditandai dengan *rectangle* berwarna merah untuk memperjelas objek yang terdeteksi dan dihitung, berikut ini cara yang digunakan untuk mendeteksi dan menghitung objek daun, menentukan ukuran suatu objek dalam suatu gambar, pertama-tama kita perlu melakukan kalibrasi menggunakan objek referensi. Objek referensi kita harus memiliki properti penting, kita harus mengetahui dimensi objek ini (lebar atau tinggi) dalam unit terukur (*centimeter*).

$\text{piksel_per_metrik} = \text{lebar_objek} / \text{lebar_diketahui}$



Gambar 14. Hitung Luas

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, dan di Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian Universitas Lampung Jalan Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No. 1 Gedung Meneng, Bandar Lampung. Penelitian ini dilakukan tahun ajaran 2021/2022.

3.3 Alat dan Bahan

Bahan atau objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun tanaman. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *hardware* dan *software* yang berguna untuk mendukung dan menunjang pelaksanaan penelitian.

1. Perangkat Keras (*Hardware*)

- a. Laptop Lenovo ThinkPad dengan spesifikasi RAM 8.00 GB, *Hard Disk* 184 GB, dan *Processor* Intel(R) Core(TM) i7 CPU @ 2.67 GHz sebagai alat pendukung penelitian untuk proses pengolahan citra daun.
- b. Hp *Android*, *Device android* yang digunakan untuk penelitian skripsi adalah ponsel pintar dengan merk *Infinix* dengan tipe *Hot 11s* dengan OS *android* 11.

2. Perangkat Lunak (*Software*)

- a. Sistem Operasi *Windows* 10 Pro 64-Bit digunakan sebagai sistem operasi pada laptop.
- b. *Android Studio*
- c. *OpenCV*

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Simpulan penelitian aplikasi pengukuran luas daun tanaman menggunakan pengolahan citra digital berbasis *android* adalah aplikasi mampu memberikan kemudahan dan mempercepat penghitungan luas citra daun dengan tingkat kesalahan 4.90 % dan keakuratan mencapai 95.10 % dari hasil rata-rata dari 10 sampel daun yang diujikan.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Pengembangan diperlukan agar aplikasi dapat menghitung luas citra daun dengan konstanta jarak yang tepat agar didapatkan hasil yang lebih akurat.
- b. Pengembangan diperlukan agar aplikasi kompatibel pada semua versi OS *Android*.

DAFTAR PUSTAKA

- Asasun N, 2015. Jurnal Rancang Bangun Perhitungan Keliling Daun Bayam Menggunakan Citra Digital. Skripsi. Fakultas Sains dan teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim: Malang.
- Balza Achmad (Ir., M.Sc.E.), Kartika Firdausy (S.T., M.T.). (2005). *Teknik Pengolahan Citra Digital Menggunakan Delphi (Pertama)*. Yogyakarta: Ardi Publishing.
- Easlon Hsien Ming & Arnold J. Bloom. 2014. *Easy Leaf Area: Automated Digital Image Analysis For Rapid And Accurate Measurement Of Leaf Area*. USA: University of California
- Gargenta, Marko. 2011. *Learning Android*. Sebastopol: O'Reilly Media, Inc.
- Gembong Tjitrosoepomo, 2005. *Morfologi Tumbuhan*, Yogyakarta : Gadjah Mada University Press, h : 7.
- Guswanto. 2009. *Teknik pengukuran luas daun*. Malang (ID): Universitas Muhammadiyah Malang
- Haryadi. 2013. Pengukuran Luas Daun dengan Metode Simpson, *Anterior Jurnal*, vol. 12, hh. 1-5.
- Ichniarsyah Annisa N & Agusrin Henny. 2017. *Pengolahan Citra untuk Penghitungan Luas Daun Kale*. Jakarta: Universitas Trilogi.
- Irwan, A.W. & F.Y. Wicaksono. 2017. Perbandingan pengukuran luas daun kedelai dengan metode gravimetri, regresi dan scanner, *Jurnal Kultivasi*, vol. 16, hh 425-429.
- Iswari, Ni Made Satvika. 2015. "Review Perangkat Lunak StarUML Berdasarkan Faktor Kualitas McCall." *Ultimatics VII*(1): 72–81.
- Kendall, J.E., and K.E Kendall. 2010. *Analisis Dan Perancangan Sistem*. Jakarta: Indeks.

- Laganiere, R. 2011. *OpenCV 2 Computer Vision Application Programming* Birmingham: Packt Publishing Ltd.
- Mulyani, Sri. 2006. *Anatomi Tumbuhan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Nidhra, Srinivas, and Jagruthi Dondeti. 2012. "Black Box and White Box Testing Techniques - A Literature Review." *International Journal of Embedded Systems and Applications* 2(2): 29–50.
- Putra, Dede Wira Trise, and Rahmi Andriani. 2019. "Unified Modelling Language (UML) Dalam Perancangan Sistem Informasi Permohonan Pembayaran Restitusi SPPD." *Jurnal TeknoIf* 7(1): 32.
- Rinaldi Munir. 2004. *Pengolahan Citra Digital*. Bandung : Informatika
- Rojatkar, D. V, Jengathe, G. M., Khairnar, A. B., & Lengure, S. A. (2016). Ijfeat *Android Application Development Software – Android Studio and Eclipse*. *International Journal For Engineering Applications and Technology*, C, 9–12.
- Stephen Johnson (2006). *Stephen Johnson on Digital Photography*. O'reilly. ISBN 0-596-52370-X
- Sitompul, S., Guritno. 1995 *Analisis Tanaman*. Yogyakarta: Gadjah Mada University.
- Yudiyanto Arief, Murinto. 2014. Implementasi Metode Canny Untuk Deteksi Tepi Mutu Daun Tembakau, *Jurnal Sarjana Teknik Informatika*, Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan
- Yuwono Bambang. 2010. Image Smoothing Menggunakan Mean Filtering, Median Filtering, Modus Filtering Dan Gaussian Filtering, *Anterior Jurnal*, *TELEMATIKA* Vol. 7, No. 1, JULI 2010 :65 – 75