

Pengolahan Citra Untuk Menghitung Harga Kayu Jati Berdasarkan Citra Diameternya

Ganang Rismantoro¹, Intan Nur Farida², Ratih Kumalasari Niswatin³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: *¹ganangr17@gmail.com, ²in.nfarida@gmail.com, ³ratih.workmail@gmail.com

Abstrak – Hutan adalah salah satu kekayaan alam di Indonesia yang melimpah sekaligus bermanfaat, salah satu hasil hutan adalah kayu. Kayu merupakan bahan dasar pembuatan perabotan rumah tangga seperti meja, kursi, lemari, dan produk olahan lain. Akan tetapi terdapat permasalahan yang dihadapi usaha kayu, seperti pengukuran diameter kayu dan penentuan harga kayu. Penentuan harga kayu biasanya berdasarkan volume kayu dimana nilai volume tersebut di dapatkan atas dasar panjang dan ukuran diameter kayu. Pada umumnya lingkaran pangkal kayu tidak berbentuk bulat sempurna. Di industri usaha kayu UD.Sidodadi pengukuran diameternya masih menggunakan cara manual dengan menggunakan meteran konvensional. Penggunaan cara manual tersebut mengakibatkan lamanya transaksi kayu, dikarenakan diameter kayu merupakan acuan saat menentukan harga kayu. Padahal jika pengukuran diameter keliru walau hanya satu centimeter saja bisa berpengaruh terhadap harga kayu yang mengakibatkan kerugian pada pihak industri. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh diameter kayu yang lebih akurat supaya saat penentuan harga kayu jati tidak terjadi kesalahan yang menyebabkan kerugian saat transaksi harga.

Kata Kunci — Citra, Diameter, Harga, Hough Circle, Kayu Jati

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki kekayaan alam yang melimpah. Salah satunya adalah kekayaan sumber daya alam berupa hutan. Sebagian dari hutan tropis terbesar di dunia terdapat di Indonesia. Produksi hutan selain menghasilkan kayu sebagai hasil utama, juga menghasilkan produk lainnya dari hutan seperti arang, tengkawang, kopul, serta minyak atsiri kayu gaharu. Menurut BPS dan Kementerian Perindustrian hasil produksi hutan Indonesia merupakan produk unggulan komparatif terhadap negara-negara lain dan sebagian dari hasil produksi produk hutan diekspor ke negara lain dan produk kayu merupakan penghasil devisa nomor satu dari sektor non migas.

Selain salah satu penyumbang devisa, industri kayu secara langsung atau tidak langsung di Indonesia banyak memberikan manfaat. Banyak yang diperoleh dari sumber daya hutan, terutama kayu. Manfaat kayu secara langsung antara lain bisa dipanen langsung ataupun diolah. Salah satu hasil dari kayu yang dipanen adalah berupa kayu gelondong atau biasa disebut kayu bulat. Manfaat secara tidak langsung adalah kayu tersebut merupakan bahan dasar dari produk perabotan seperti lemari, kursi, meja, dan lain sebagainya yang tentunya dibutuhkan semua orang.

Pada umumnya penentuan harga kayu dilakukan setelah melakukan pengukuran pada diameter dan panjang kayu tersebut sehingga dapat

dihitung isi/volume kayu dengan nilai kubisasinya. Pengukuran diameter kayu pada sistem ini menggunakan metode-metode yang lebih akurat dibandingkan pengukuran manual menggunakan meteran konvensional. Permasalahan utama yang dihadapi termasuk pada industri kayu, yaitu terdapat potensi kesalahan pada saat pengukuran dikarenakan diameter kayu yang tidak berbentuk lingkaran sempurna, sehingga kesalahan satu centimeter saja sangat berpengaruh terhadap harga kayu gelondong tersebut. Persepsi dalam penentuan nilai dari diameter terkecil kayu sebagai langkah awal dari perhitungan yang dilakukan satu orang dengan yang lain adalah berbeda. Sehingga kesalahan atau error pengukuran yang terjadi dapat menimbulkan kerugian dari pihak industri karena volume yang dibayar tidak sesuai dengan kondisi asli volume kayu tersebut[1].

Lamanya proses transaksi jual beli kayu jati akibat pengukuran yang manual dan perhitungan satu persatu menyebabkan pekerja mebel/industri kayu kelelahan yang berujung tidak akuratnya pengukuran diameter kayu, dan bahkan bisa menyebabkan kerugian dikarenakan diameter kayu merupakan acuan saat menentukan harga kayu. Sehingga dibutuhkan suatu penyelesaian berupa inovasi alat. Pengolahan citra merupakan teknologi tepat guna untuk memberikan solusi terhadap permasalahan tersebut. Penelitian menggunakan algoritma pengolahan citra telah dilakukan. Pada penelitian ini sebuah alat tepat guna dengan *raspberry pi* yang akan menjadi standarisasi

pengukuran pada usaha kayu dengan menggunakan metode *image processing*. Perhitungan akan lebih akurat dan presisi untuk mengurangi nilai kesalahan pengukuran. Dengan menggunakan metode *hough circle*, deteksi *contour*, dan *bounding box* sistem yang dibuat menghasilkan keakuratan pengukuran sebesar 97%[1].

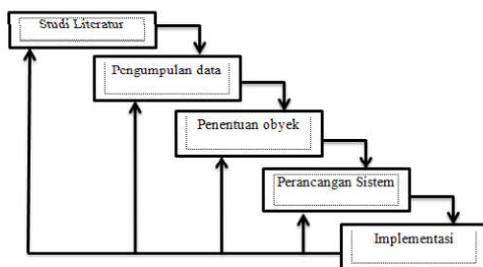
Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka identifikasi masalah adalah lamanya perhitungan diameter kayu dengan menggunakan meteran konvensional dan banyaknya waktu yang terbuang untuk menghitung harga kayu.

Manfaat penelitian ini adalah dapat memberikan informasi harga kayu jati, dapat meningkatkan keakuratan pengukuran diameter kayu, dapat mempercepat waktu transaksi jual beli kayu.

2. METODE PENELITIAN

Metode Penelitian yang digunakan dalam sistem ini adalah sebagai berikut:

2.1 Skema Penelitian



Gambar 1. Skema penelitian

- 1) Studi literatur
Mengumpulkan referensi tentang kayu, terutama kayu jati diantaranya:
 - a. Mempelajari tentang pengolahan citra dan kayu jati.
 - b. Mempelajari tentang pengukuran kayu jati serta menentukan harganya.
 - c. Mempelajari metode yang akan digunakan untuk mengukur diameter kayu jati.
- 2) Pengumpulan Data
Pengumpulan data yaitu mengumpulkan data yang berupa objek kayu jati dengan cara mengcapture. Data yang diambil adalah kayu dari UD Sidodadi Kecamatan Berbek, Kabupaten Nganjuk.
- 3) Penentuan Objek
Menentukan suatu objek batang kayu jati yang akan digunakan sebagai sampel untuk objek penelitian.

- 4) Perancangan sistem
Merancang *algoritma* sistem, masukan dan keluaran sistem, desain tampilan, serta menentukan perangkat-perangkat yang dibutuhkan dalam sistem. Kemudian merealisasikan rancangan dalam program.
- 5) Implementasi
Mengimplementasikan sistem yang telah dibuat pada program yang dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman *Python*.

2.2 Landasan Teori

Beberapa Landasan teori dari sistem yang dibuat adalah sebagai berikut :

1) Kajian Pustaka

Penelitian sebelumnya tentang pengolahan citra untuk mengukur diameter terkecil kayu dalam mengatasi kerugian akibat kesalahan pengukuran pada industri kayu ini menghasilkan sebuah alat tepat guna dengan *raspberry pi* yang akan menjadi standarisasi pengukuran pada usaha kayu dengan menggunakan metode *image processing* [1]. Perhitungan akan lebih akurat dan presisi untuk mengurangi nilai kesalahan pengukuran. Dengan menggunakan metode *hough circle*, deteksi *contour*, dan *bounding box* sistem yang dibuat menghasilkan keakuratan pengukuran sebesar 97% [1].

Penelitian terdahulu juga membahas tentang sistem pendeteksi dan pelacakan bola dengan metode *hough circle transform*, *blob detection*, dan *camshaft* menggunakan *ar.drone.Parrot AR.Drone v.2* digunakan untuk mengambil citra menggunakan kamera ketika terbang dan mengirimkan data kamera melalui wifi ke laptop. Sedangkan laptop digunakan untuk pemrosesan data dari hasil citra yang ditangkap oleh kamera *AR.Drone*. Sebelum proses deteksi bola dilakukan proses *preprocessing*. Proses selanjutnya adalah menerapkan metode yang akan diujikan, baik itu *hough circle transform* atau *blob detection*. Pemrosesan citra digital untuk pendeteksian bola menggunakan metode *hough circle transform* atau *blob detection* dilakukan secara terpisah. Pada pendeteksian menggunakan metode *blob detection* dilakukan dengan mengatur parameter blob yaitu parameter ukuran, warna, dan juga bentuk sedangkan pendeteksian menggunakan metode *hough circle transform* dilakukan dengan menentukan nilai threshold pendeteksian titik tengah deteksi [5].

Penelitian lain juga menerangkan tentang implementasi metode *circle hough transform* pada aplikasi pendamping belajar huruf *Braille* menunjukkan bahwa pembelajaran huruf *Braille* menggunakan metode *Circle Hough Transform*.

Objek yang digunakan pada penelitian ini adalah huruf *Braille* yang akan diterjemahkan ke dalam huruf awas untuk membantu fasilitator maupun tunanetra dan kegiatan belajar mengajar. Menggunakan kamera untuk menscan huruf *Braille* dan menemukan titik-titik huruf *Braille* sehingga diterjemahkan menjadi huruf awas dan aplikasi ini berbasis *android*. Hasil akurasi yang didapatkan menggunakan *Circle Hough Transform* yaitu 82% dari 100 % dengan data uji sebanyak 100 pengujian [6].

2) Pengolahan citra

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 [2]. Terdapat tahapan-tahapan dalam pengolahan citra digital yaitu:

a. Akuisisi citra

Akuisisi Citra merupakan proses menangkap (*capture*) atau memindai (*scan*) suatu citra analog sehingga diperoleh citra digital. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam proses akuisisi citra antara lain adalah: jenis alat akuisisi, resolusi kamera, teknik pencahayaan, perbesaran atau *zooming*, jarak, dan sudut pengambilan citra [3].

b. Segmentasi citra

Proses segmentasi citra yang bertujuan untuk memisahkan antara objek (*foreground*) dengan background. Pada umumnya keluaran hasil segmentasi citra adalah berupa citra biner di mana objek (*foreground*) yang dikehendaki berwarna putih, sedangkan background yang ingin dihilangkan berwarna hitam. Sama halnya pada proses perbaikan kualitas citra, proses segmentasi citra juga bersifat eksperimental, subjektif, dan bergantung pada tujuan yang hendak dicapai[4].

3) *Grayscale*

Grayscale hanya terdiri dari nada warna abu-abu, yang hanya 256 langkah. Dengan kata lain, hanya ada 256 warna abu-abu. Karakteristik utama dari gambar grayscale adalah kesetaraan tingkat warna merah, hijau, dan biru. Kode warna akan seperti RGB (R, R, R), RGB (G, G, G), atau RGB (B, B, B) di mana 'R, G, B' adalah angka antara 0 dan 255 secara terpisah. Untuk mengubah gambar dari RGB full color ke grayscale, ada banyak cara tetapi seperti yang disebutkan di atas, mereka semua adalah solusi matematika. Di bagian berikut, dua contoh solusi untuk mengubah warna penuh menjadi skala abu-abu akan diberikan [1].

4) Deteksi Tepi

Deteksi tepi (*Edge Detection*) adalah penentuan tepian suatu objek dalam citra merupakan salah satu wilayah pengolahan citra digital yang paling awal dan paling banyak diteliti. Proses ini seringkali ditempatkan sebagai langkah pertama dalam aplikasi segmentasi citra, yang bertujuan untuk mengenali objek-objek yang terdapat dalam citra ataupun konteks citra secara keseluruhan [1].

5) Hough Circle

Lingkaran diwakili secara matematis sebagai $(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$ dimana (x, y) adalah pusat lingkaran, dan r adalah jari-jari lingkaran. Dari persamaan, kita dapat melihat bahwa kita memiliki 3 parameter, jadi kita memerlukan akumulator 3D untuk transformasi *hough*, yang akan sangat tidak efektif. Jadi Open CV menggunakan metode yang lebih rumit, Metode *Gradient Hough* yang menggunakan informasi gradien tepi [6], [7].

6) Bounding Box

Kotak pembatas (*Bounding box*) adalah garis besar sementara yang menyoroti objek dalam perangkat lunak kreatif, seperti *Photoshop*, *3ds Max*, dan *Google Documents*. *Bounding box* biasanya memungkinkan pengguna untuk memanipulasi objek dengan alat transformasi, seperti penskalaan, pemindahan, atau rotasi. *Bounding box* akan hilang ketika objek tidak lagi dipilih dan tidak muncul di file yang diekspor akhir [1].

7) Kayu Jati

Kayu Jati (*Tectona grandis*). Karakteristik dari kayu jati yang paling dikenal orang adalah karena keawetannya dan daya tahannya terhadap perubahan cuaca dibandingkan dengan jenis kayu lain. Selain itu pula karakter serat dan warnanya memiliki ciri khas tersendiri. Oleh karena itulah harga kayu jati lebih mahal.

Tinggi pohon bisa mencapai 50 meter dengan diameter hingga 1,2 meter. Umur pohon jati yang ideal untuk mendapatkan kualitas terbaik adalah di atas 40 tahun. Kecepatan tumbuh pohon jati relative lambat sehingga densitas kayunya pun lebih baik. Untuk memperoleh diameter 40 cm dibutuhkan minimal 50 tahun masa tumbuh[8],[9].

Untuk sifat kayunya, ada 6 jenis kayu jati, jatilengo, jatisungu, jatiwerut, jatidoreng, jatikembang, dan jatikapur. Untuk jatilengo memiliki tekstur kayu yang sangat keras, berat, dan terasa halus saat diraba. Untuk jatisungu memiliki warna hitam dan keras, sedangkan untuk jatiwerut pada bagian seratnya berombak [9].

Kayu bundar jati adalah bagian batang berbentuk bundar memanjang dari pohon jati. Berdasarkan besarnya diameter digolongkan menjadi 3 sortimen yaitu [10]:

- 1) Kayu Bundar Besar yakni kayu bundar dengan ukuran diameter 30cm atau lebih. Harga yang ditetapkan untuk Kayu Bundar Besar per kubiknya yaitu Rp. 3.500.000[10].
- 2) Kayu Bundar Sedang adalah kayu bundar dengan ukuran diameter 21cm sampai kurang dari 30cm. Harga yang ditetapkan untuk Kayu Bundar Sedang per kubiknya yaitu Rp. 2.500.000[10].
- 3) Kayu Bundar Kecil adalah kayu dengan ukuran diameter kurang dari 21cm. Harga yang ditetapkan untuk Kayu Bundar Kecil per kubiknya yaitu Rp. 1.500.000[10].



Gambar 2. Pangkal kayu jati

Contoh citra pangkal kayu jati ditunjukkan pada gambar 2.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Algoritma

Tahap pengujian pengukuran dilakukan untuk mengetahui metode yang paling tepat dengan akurasi yang paling tinggi dalam proses mendapatkan nilai diameter minimum dalam penentuan grade dari suatu kayu. Berdasarkan studi pustaka dari berbagai referensi yang telah dirancang pada bagian metodologi penelitian, beberapa algoritma yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah tersebut adalah dengan *hough circle*, *contours*, dan *bounding box*. Dari berbagai algoritma tersebut akan dicari metode yang memiliki tingkat akurasi tertinggi dalam menentukan nilai diameter terkecil dari kayu.

3.2 Grayscale

Merupakan cara untuk merubah gambar berwarna (RGB) menjadi keabuan. Semisal di masukkan citra dengan matriks, sebagai berikut :

$$\begin{pmatrix} 2,3,1 & 1,3,2 & 0,0,3 \\ 1,1,1 & 3,0,0 & 1,3,2 \\ 0,3,0 & 1,5,3 & 4,3,2 \end{pmatrix}$$

Persamaan *Grayscale* :

$$\text{Intensitas Tingkat Keabuan} = \frac{(R+G+B)}{3} \dots [1]$$

Hasil matriks dari proses *Grayscale* :

$$\begin{pmatrix} 2 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \\ 1 & 3 & 3 \end{pmatrix}$$

3.3 Edge detection

Merupakan proses yang digunakan untuk mendeteksi garis/tepi pada semua obyek yang ada di dalam gambar. Algoritma yang digunakan adalah operator prewitt. Metode atau operator Prewitt menggunakan persamaan yang sama dengan operator *Sobel*, bedanya adalah pada nilai konstanta c yang digunakan bernilai 1.

Perasamaan operator *sobel* :

$$|G| = \sqrt{Gx^2 + Gy^2} \dots [2]$$

Semisal hasil matriks dari proses *grayscale* sebagai berikut :

$$\begin{pmatrix} 2 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \\ 1 & 3 & 3 \end{pmatrix}$$

Perhitungan untuk menentukan *gradient* :

$$\begin{aligned} G[f(x,y) &= \sqrt{(Gx^2+Gy^2)} \\ Gx &= (a2+c.a3+a4)-(a0+c.a7+a6) \\ Gx &= (1+1.2+3)-(2+1.1+1) \\ Gx &= 6-4 \\ Gx &= 2 \\ Gy &= (a0+c.a1+a2)-(a6+c.a5+a4) \\ Gy &= (2+1.2+1)-(1+1.3+3) \\ Gy &= 5-7 \\ Gy &= -2 \\ |G| &= \sqrt{Gx^2 + Gy^2} \\ |G| &= \sqrt{2^2 + (-2)^2} \\ |G| &= \sqrt{4 + 4} \\ |G| &= \sqrt{8} \\ |G| &= 2,82 \end{aligned}$$

Jadi besaran *gradient* dari matriks di atas adalah 2,82.

3.4 Hough circle dan bounding box

Merupakan proses untuk mendeteksi lingkaran pada sebuah obyek yang ada di dalam gambar. Algoritmanya

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$$

dimana (a, b) adalah pusat lingkaran sedangkan (x, y) adalah ketetapan parameter dan r^2 adalah jari-jari. Dari hasil *edge detection* sebelumnya, didapatkan hasil nilai *gradient* $G_x = 2$, dan $G_y = -2$

Perhitungan untuk mencari nilai x dan y dengan semisal konstanta $c = 5$:

$$\begin{aligned} x &= G_y + c & y &= G_x + c \\ x &= -2 + 5 & y &= 2 + 5 \\ x &= 3 & y &= 7 \end{aligned}$$

Semisal pusat lingkaran (a, b) adalah $(7, 3)$:

$$\begin{aligned} (x - a)^2 + (y - b)^2 &= r^2 \dots\dots [3] \\ (3 - 7 \text{ cm})^2 + (7 - 3 \text{ cm})^2 &= r^2 \\ (-4 \text{ cm})^2 + (5 \text{ cm})^2 &= r^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 16 \text{ cm} + 25 \text{ cm} &= r^2 \\ 41 \text{ cm} &= r^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r &= \sqrt{41} \text{ cm} \\ r &= 6,4 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jadi ukuran jari-jari pangkalnya adalah sebesar 6,4 cm.

Semisal pusat lingkaran (a, b) adalah $(2, 3)$:

$$\begin{aligned} (x - a)^2 + (y - b)^2 &= r^2 \\ (3 - 7 \text{ cm})^2 + (2 - 3 \text{ cm})^2 &= r^2 \\ (-4 \text{ cm})^2 + (-1 \text{ cm})^2 &= r^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 16 \text{ cm} + 1 \text{ cm} &= r^2 \\ 17 \text{ cm} &= r^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r &= \sqrt{17} \text{ cm} \\ r &= 4,1 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jadi ukuran jari-jari ujungnya adalah sebesar 4,1 cm

3.5 Pengukuran volume dan penentuan harga kayu

$$l = \frac{L B_p + L B_u}{2} \times p \dots\dots\dots [4]$$

Keterangan :

- l = volume kayu
- L B_p = Luas pangkal
- L B_u = Luas ujung
- P = Panjang kayu

Dari perhitungan jari jari menggunakan *hough circle* terhitung jarijari pangkalnya 6,4 cm dan jari-jari ujungnya 4,1cm.

Setelah diameter pangkal kayu terhitung 12,8cm dan diameter ujung kayu 8,2cm, jari-jarinya adalah sebesar 6,4cm dan 4,1 cm. Sedangkan panjang kayu 1,5m. Untuk dimeter pangkal 5,1cm, berarti digolongkan kayu bundar kecil yang dimana harga per kubiknya yaitu Rp.1.500.000.

Sebelum menghitung volume kayu jati, terlebih dahulu menghitung luas pangkal dan ujung kayu :

$$\begin{aligned} L B_p &= \pi r^2 & L B_u &= \pi r^2 \\ &= 3,14 (6,4 \text{ cm})^2 & &= 3,14 (4,1)^2 \\ &= 128,61 \text{ cm}^2 & &= 52,78 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Lalu dihitung isi kayu:

$$l = \frac{L B_p + L B_u}{2} \times p$$

$$l = \frac{1,28 \text{ m}^2 + 0,52 \text{ m}^2}{2} \times 1,5 \text{ m}$$

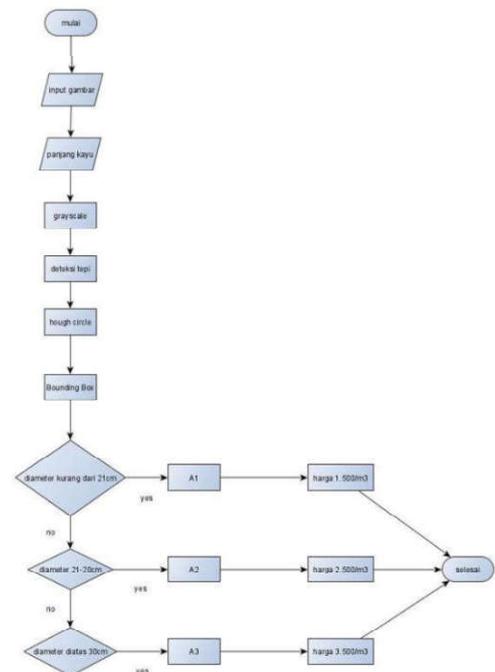
$$\begin{aligned} l &= 0,9 \text{ m}^2 \times 1,5 \text{ m} \\ l &= 1,35 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jika volume kayu sudah diketahui, maka langsung kalikan volume kayu tersebut dengan harga kayu sesuai sortimennya.

$$1,35 \times 1.500.000 = \text{Rp.}2.025.000$$

Jadi, harga satu gelondong kayu jati tersebut adalah Rp. 2.025.000

3.6 Flowchart Sistem dan User Interface



Gambar 3. Flowchart sistem

Gambar 3 menunjukkan alur kerja aplikasi yakni menginputkan gambar pangkal kayu dan panjang kayu, setelah itu gambar yang telah diinputkan akan diproses dengan metode *hough*

circle, dan bounding box. Setelah proses metode berhasil, muncul ukuran diameter kayu yang sekaligus akan digolongkan sortimennya. Setelah sortimen kayu tampil lalu muncul hasil output berupa harga kayu tersebut.



Gambar 4. User Interface

Gambar 4 menunjukkan desain interface dari program. Terdapat tombol *open file* yang digunakan untuk menginputkan gambar pangkal kayu serta tombol input panjang yang digunakan untuk menginputkan panjang kayu. Lalu setelah gambar berhasil diproses dengan metode-metode yang digunakan, muncul ukuran diameter kayu. Setelah diameter kayu muncul lalu masuk ke dalam tabel sesuai sortimennya beserta volume dan harganya. Lalu tombol total digunakan untuk menjumlah

4. SIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan sebuah aplikasi yang dapat menghitung harga kayu jati. Dimana hasil yang diperoleh berdasarkan citra diameter kayu yang diproses dengan menggunakan metode *hough circle dan bounding box*.

5. SARAN

Untuk selanjutnya, pengembangan dapat dikembangkan dengan :

- 1) Menambahkan fitur dan metode supaya mendapatkan akurasi tinggi.
- 2) Pengembangan algoritma pengolahan citra untuk pengukuran yang stabil menuju akurasi 100% dengan tingkat portabilitas tinggi.

2017. DAFTAR PUSTAKA

Rachmat, R., Mardiyanto, Re-
A. 2017. "Segmentasi Citra".
July
URL:
2017.
URL:
2017.
URL:
2017.

ahan-citra-digital/. Diakses pada tanggal 30 Desember 2019

- [3] Pamungkas, A. 2017. "Segmentasi Citra".
July
URL:
2017.
URL:
2019.
- [4] Pamungkas, A. 2017. "Segmentasi Citra".
26 July 2017.
URL:
2019.
- [5] Muhamad, E., Alldino, B., Candradewi, i. 2017. Sistem Pendeteksi dan Pelacakan Bola dengan Metode Hough Circle Transform, Blob Detection, dan Camshift Menggunakan AR.Drone.IJEIS. 7(1): 1-12.
- [6] Asri, Q., Aditia, Y., Wahana, A. 2018. Implementasi Metode Circle Hough Transform pada Aplikasi Pendamping Belajar Huruf Braille. INSIGHT. 1(3): 222-227.
- [7] Liu, H., Qian, Y., Alldino, B., Candradewi, i. 2017. Hough Circle Transform for Plate Label Detection in Laboratory of Intelligent Transformation, Blob Detection, and Camshift Menggunakan AR.Drone.IJEIS. 7(1): 1-12.
- [8] Hidayat, E. 2018. "Kayu Segmen".
URL:
2019.
- [9] Susi. 2017. "Kayu Segmen".
Last modified 24 Juli 2017.
URL:
2020.

BSN. 2013. Prtoluk Diakses pada tanggal 2020
menganut SNI 91-5007.1-1999 . Jakarta : BSN.