

Optimasi Parameter Kamera (Jarak, Tinggi, Sudut) dalam Perancangan Alat Ukur Tinggi Badan Berbasis Teknik Pengolahan Citra Digital

Oleh: Ida Udlhiya¹, Eko Supriyanto², Reni Dyah Wahyuningrum³

^{1,2,3}Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Semarang, Semarang, Indonesia

Email: ida.udlhiya@polines.ac.id

Abstrak

Pengukuran tinggi badan memiliki peran krusial di berbagai bidang, termasuk kesehatan dan atletik. Saat ini, proses pengukuran sering kali dilakukan secara manual menggunakan meteran atau penggaris, yang memakan waktu lama dan mengharuskan pencatatan data dilakukan secara manual. Untuk mengatasi kelemahan-kelemahan ini, penelitian ini merancang sebuah sistem pengukuran tinggi badan yang berbasis Teknik Pengolahan Citra Digital. Parameter penting yang diuji dalam penelitian ini meliputi jarak kamera, tinggi kamera, sudut kamera, warna baju, dan posisi objek. Pengujian sistem melibatkan proses pengolahan dan analisis citra digital. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem ini mampu menyelesaikan proses pengukuran dan pencatatan hasil dalam waktu yang jauh lebih efisien, yaitu hanya 35 detik. Selain efisiensi waktu, data hasil pengukuran juga dapat langsung disimpan ke dalam sistem database, mempermudah pengarsipan. Secara keseluruhan, pengujian yang melibatkan berbagai parameter menghasilkan pengukuran tinggi badan yang lebih objektif dan akurat. Sistem yang dirancang ini mencapai tingkat akurasi sebesar 99,5%, nilai akurasi tersebut menunjukkan bahwa sistem berhasil mendeteksi objek dengan baik.

Kata kunci: *Pengolahan Citra Digital, Citra Digital, Konversi Citra, Analisis Citra.*

Abstract

Height measurement plays a crucial role in various fields, including health and athletics. Currently, the measurement process is often done manually using a tape measure or ruler, which is time-consuming and requires manual data recording. To overcome these weaknesses, this study designed a height measurement system based on Digital Image Processing Techniques. Important parameters tested in this study include camera distance, camera height, camera angle, clothing color, and object position. System testing involved digital image processing and analysis. The results show that this system is capable of completing the measurement and recording process in a much more efficient time, namely only 35 seconds. In addition to time efficiency, the measurement data can also be directly stored in a database system, facilitating archiving. Overall, testing involving various parameters resulted in more objective and accurate height measurements. The designed system achieved an accuracy rate of 99.5%, indicating that the system successfully detected objects well.

Keywords: *Digital Image Processing, Digital Image, Image Conversion, Image Analysis.*

1. Pendahuluan

Pengukuran tinggi badan merupakan proses esensial yang memiliki peran penting dalam berbagai sektor, terutama dalam bidang kesehatan dan atletik, karena berfungsi sebagai indikator penting pertumbuhan, nutrisi, dan performa[1]. Selama ini, metode pengukuran tinggi badan konvensional masih mengandalkan alat bantu manual seperti stadiometer, meteran, atau penggaris. Proses manual ini seringkali membutuhkan waktu

yang relatif lama, berkisar dua menit untuk pengukuran dan pencatatan hasil, serta masih berpotensi menimbulkan bias atau *human error*[2]. Selain itu, pencatatan data pribadi dan hasil pengukuran yang dilakukan secara manual juga menyebabkan kurangnya efisiensi waktu dan kerumitan dalam pengarsipan data[3]. Keterbatasan manusia dalam hal kecepatan pemrosesan dan efisiensi waktu, serta tuntutan akan akurasi dan efisiensi pengumpulan data, menjadi

pendorong utama untuk merancang sebuah sistem yang dapat menggunakan citra sebagai masukan[4]. Berdasarkan permasalahan tersebut, dirancanglah sebuah sistem pengukuran tinggi badan yang memanfaatkan Teknik Pengolahan Citra Digital untuk menawarkan solusi pengukuran yang lebih cepat, efisien, dan otomatis[5].

1.1. Latar Belakang

Sistem pengukuran tinggi badan secara manual seringkali menghadapi kendala signifikan, yaitu memerlukan waktu yang cukup lama dan sering menghasilkan data yang kurang objektif dan efisien[6]. Metode manual membutuhkan waktu rata-rata 2 menit per orang untuk pengukuran dan pencatatan, suatu durasi yang tentunya tidak ideal untuk skema pengukuran massal, seperti di sekolah atau fasilitas kesehatan besar[2]. Untuk mengatasi inefisiensi dan meningkatkan objektivitas data ini, pemanfaatan teknologi digital menjadi sangat relevan dalam upaya otomatisasi[4]. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem pengukuran tinggi badan menggunakan teknik pengolahan citra digital, yang diharapkan dapat memberikan hasil pengukuran yang lebih akurat dan objektif[5]. Teknik yang diusulkan melibatkan langkah-langkah spesifik, dimulai dari konversi citra RGB ke grayscale, dan kemudian ke citra biner melalui proses thresholding untuk mendapatkan nilai piksel yang selanjutnya akan dikonversi menjadi satuan tinggi badan[5]. Proses ini bertujuan untuk mempersingkat waktu pengukuran secara signifikan menjadi sekitar 35 detik per orang dan memungkinkan penyimpanan hasil secara otomatis ke dalam basis data, sehingga meningkatkan efisiensi dan kemudahan pengarsipan data secara keseluruhan [5], [6].

1.2. Maksud dan Tujuan

Penelitian ini mengimplementasikan dan merancang sistem pengukuran tinggi badan berbasis teknik pengolahan citra digital.

Mengetahui faktor-faktor lain yang memengaruhi keakuratan hasil, seperti posisi objek, warna jilbab, dan warna sepatu. Menghasilkan sistem pengukuran yang mampu memberikan hasil pengukuran yang lebih objektif dan akurat, serta dapat menyimpan data secara otomatis ke dalam *database*.

1.3. Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian terkait sistem deteksi jumlah orang telah dilakukan sebelumnya. ebutuhan akan metode pengukuran tinggi badan yang efisien, cepat, dan objektif telah mendorong berbagai penelitian terkait otomatisasi, terutama untuk menggantikan metode konvensional yang memakan waktu (rata-rata 2 menit per orang) dan rentan terhadap *human error*[2],[6]. Penelitian terdahulu banyak berfokus pada sistem berbasis mikrokontroler menggunakan sensor ultrasonik (misalnya, HC-SR04) yang berhasil mempersingkat waktu pengukuran dan menyediakan pencatatan data secara otomatis, menunjukkan transisi dari alat manual ke sistem digital[1], [3].

Namun, seiring perkembangan teknologi, fokus bergeser ke Pengolahan Citra Digital sebagai solusi yang menawarkan potensi akurasi tinggi dan kemudahan implementasi, terutama dengan ketersediaan kamera digital yang luas[5]. Beberapa studi telah mengimplementasikan Citra Digital untuk mengukur dimensi objek, termasuk tinggi badan, dengan memanfaatkan algoritma dasar seperti konversi RGB ke *grayscale*, *thresholding* untuk segmentasi, dan deteksi tepi (misalnya, Canny) untuk menentukan batas objek [4],[7].

Dengan demikian, penelitian ini akan dibuat sistem pengukuran tinggi badan dengan teknik pengolahan citra yang lebih sederhana. Yaitu dengan konversi citra RGB menjadi citra grayscale, kemudian proses thresholding untuk menghasilkan nilai piksel yang akan dihitung menjadi hasil tinggi badan terukur. Tidak hanya hasil tinggi badan, informasi

yang disajikan juga meliputi data pribadi (No. ID, Nama, TTL, Alamat) serta hasil foto yang terambil oleh kamera. Dengan seluruh proses ini hanya membutuhkan waktu berkisar 35 detik untuk proses pengukuran dan pencatatan hasil. Tidak hanya efisiensi waktu saja, tetapi hasil data juga dapat dicetak dan tersimpan dengan baik dalam database. Hal ini tentu lebih efisien dibandingkan dengan proses pengukuran dan pencatatan secara manual.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengolahan citra digital, khususnya dalam pemanfaatan teknik konversi citra dan thresholding untuk pengukuran dimensi objek[7]. Menyediakan alternatif sistem pengukuran tinggi badan yang lebih cepat, akurat, dan objektif dibandingkan metode manual, yang sangat bermanfaat di bidang kesehatan dan atletik[8]. Memudahkan proses pengarsipan dan manajemen data pengukuran tinggi badan karena hasil dapat langsung disimpan ke dalam sistem database[9], [10].

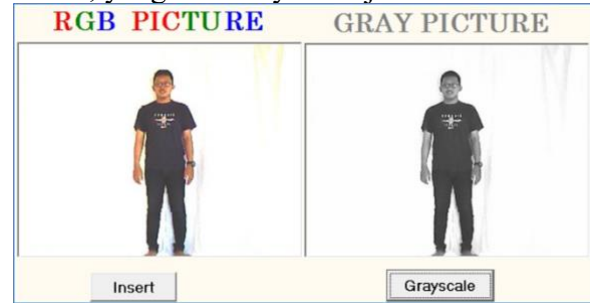
2. Metode Penelitian

Proses awal yang banyak dilakukan dalam pengolahan citra adalah mengubah citra berwarna RGB menjadi citra *grayscale*, hal ini dilakukan untuk menyederhanakan citra. Citra RGB dapat dikonversi menjadi citra keabuan dengan operasi titik. Secara umum intensitas didefinisikan sebagai nilai rata dari ketiga elemen warna yaitu Red Green Blue (RGB), sehingga nilai keabuan yang merepresentasikan intensitas dapat dihitung dengan rumus (1).

$$K_0 = \frac{R_i + G_i + B_i}{3} \quad (1)$$

Persamaan tersebut akan mendapatkan hasil operasi konversi citra seperti pada Gambar 1. Proses pengubahan 3 layer RGB menjadi 1 layer grayscale akan menghasilkan citra

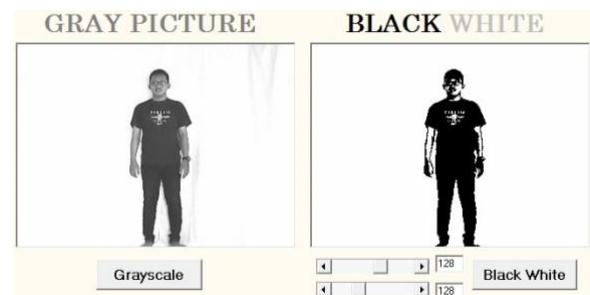
grayscale. Dalam citra ini tidak ada lagi warna, yang ada hanya derajat keabuan.



Gambar 1. Konversi citra RGB ke Grayscale

Untuk mengambil informasi dari piksel yang ada pada gambar, setiap komponen pada sistem pengenalan karakter dirancang untuk mengurangi jumlah data. Langkah pertama adalah image preprocessing yang bertujuan untuk mengubah intensitas piksel gambar agar mudah digunakan pada proses lebih lanjut. Tahapan yang dilakukan dalam *image preprocessing* adalah konversi citra RGB ke *grayscale* dan *black white* (citra biner).

Pada format citra biner, setiap piksel hanya memiliki dua nilai sehingga hanya memerlukan 1 bit memori untuk menyimpan informasi. Oleh sebab itu, pada program pengolahan citra ini, citra biner hasil pengolahan tetap dalam format keabuan sehingga setiap byte memori hanya menyimpan informasi satu titik, dengan demikian pengolahan jadi lebih mudah dilakukan. Meskipun format citra adalah keabuan, namun hanya 2 nilai yang digunakan, yaitu 0 dan 255. Hal ini dilakukan untuk memanipulasi citra biner (hitam-putih). Dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Konversi Citra Keabuan ke Citra Biner

Pada proses konversi citra biner ini, proses perambangan citra (thresholding) juga dilakukan, dengan mengatur nilai ambang atas dan bawah, maka akan didapatkan hasil citra biner yang sempurna dan utuh. Sehingga proses pendeteksian tepi dapat dihitung yang akan menghasilkan jumlah piksel yang akan dikonversi ke satuan tinggi (centimeter).

Citra digital dengan ukuran 320x240 piksel merupakan sebuah matriks dengan ukuran 240x320. 240 menunjukkan jumlah baris dan 320 merupakan jumlah kolom. Citra digital yang dimaksudkan dalam keseluruhan tugas akhir ini adalah “citra diam” (*still image*). Kemudian citra diam cukup disebut Analisis Citra Digital yaitu kegiatan mengumpulkan data yang berbentuk citra yang kemudian dikaji secara digital dengan menggunakan komputer.

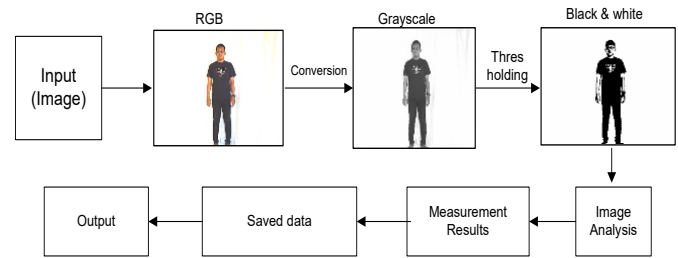
Hasil dari sistem akan dianalisis dengan proses pengenalan pola atau deteksi tepi untuk menghasilkan suatu keputusan atau suatu data berupa jumlah piksel yang terbaca dari proses scanning dan hasil piksel tersebut dapat dinyatakan sebagai hasil tinggi badan yang telah terukur melalui proses pengolahan citra digital. Perhitungan tinggi badan tersebut menggunakan rumus (2).

$$lx = \frac{Px}{Pr} \times lr \quad (2)$$

Bahwa lx adalah hasil tinggi badan terukur, Px adalah hasil pengurangan dari piksel maksimum dan piksel minimum, Pr adalah piksel kolerasi yaitu 240 piksel, dan lr adalah tinggi kolerasi atau tinggi maksimal yaitu 200 cm.

3. Hasil dan Pembahasan

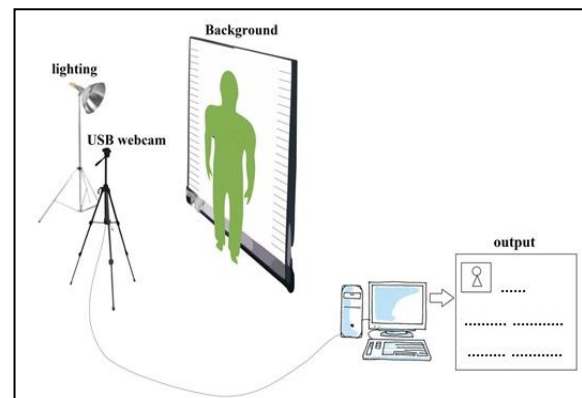
Pada penelitian ini perancangan sistem software pengolahan citra digital dan pembuatan sistem database dengan menggunakan aplikasi Borland Delphi 7.0. Untuk proses sistem pengukuran tinggi dapat dilihat pada diagram Gambar 3.



Gambar 3. Diagram proses sistem pengukuran tinggi badan berbasis pengolahan citra digital

Proses pertama yang dilakukan adalah pengambilan gambar yang didapat dari kamera dan hasil citra adalah citra RGB. Citra RGB kemudian dikonversi ke citra grayscale. Setelah dikonversi ke citra grayscale, gambar akan dikonversi lagi menjadi citra biner (black and white). Pada proses ini, nilai perambangan citra akan diatur untuk menghasilkan gambar yang kontras antara warna background yaitu warna putih dan objek yang berwarna hitam.

Piksel yang berwarna hitam paling atas akan menjadi piksel minimum dan piksel yang berwarna hitam paling bawah menjadi piksel maksimum. Hasil perhitungan piksel tersebut akan dikonversi menjadi satuan tinggi (centimeter) yang menyatakan hasil tinggi badan terukur dan tersimpan di database yang akan ditampilkan pada output dari program.



Gambar 4. Sistem hardware Pengolahan Citra Digital

Pada Gambar 4 dapat dijelaskan bahwa komponen hardware yang digunakan adalah USB Webcam, lighting, background, objek dan PC. USB webcam akan terkoneksi dengan PC yang akan mengambil objek.

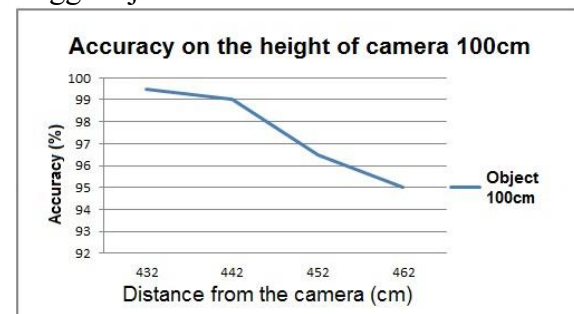
Tinggi kamera akan diatur sebelum proses pengolahan dilakukan. Tinggi kamera akan disesuaikan dengan jarak kamera dengan objek. Selain tinggi kamera, sudut kamera juga diatur dalam proses pengambilan gambar objek. Pengaturan ini dilakukan agar objek yang terambil dapat memenuhi frame foto pada program yang akan membaca tinggi objek dari ujung kaki sampai ujung kepala. Fungsi dari lighting adalah untuk memberikan penerangan objek dan membantu untuk menghilangkan noise bayangan objek yang akan menyebabkan error pada program. Noise bayangan objek akan mempengaruhi jumlah piksel yang terbaca pada program dan pengukuran tinggi badan menjadi kurang akurat. Lighting yang dipakai pada penelitian ini berdaya cukup besar yaitu 100 watt. Sehingga objek yang terambil akan terlihat jelas.

Untuk pembuatan background foto, digunakan kain dengan tinggi 2 meter dan lebar 3 meter. Ketinggian background diatur sesuai dengan tinggi badan maksimal manusia yaitu 2 meter, dan pengaturan lebar background ditentukan 3 meter untuk mempermudah pembacaan program dalam pendeteksian tepi (edge detection). Sehingga pengambilan objek mendapatkan hasil yang sempurna dan bersih menghilangkan benda-benda atau background lain yang dapat menyebabkan error dalam pembacaan program.

Setelah semua hardware telah diatur, proses pengambilan gambar objek dilakukan. Gambar objek yang telah diambil kamera akan diolah pada komputer dengan menggunakan program yang telah dibuat, dan gambar objek akan diolah dengan teknik pengolahan citra untuk mendapatkan hasil tinggi badan dari objek tersebut. Dalam pengujian objek yang dipakai adalah

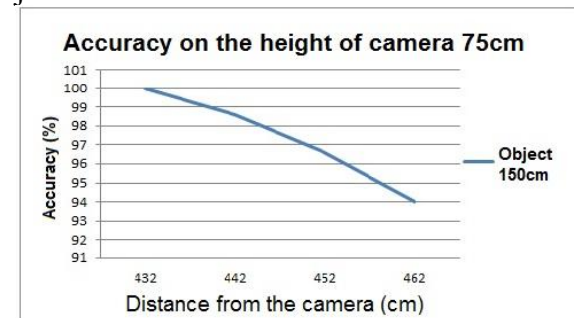
sebuah kayu berukuran 200cm, 150cm, 100cm, dan 50cm. Masing-masing objek diukur dengan variabel tinggi kamera, jarak, dan sudut kamera. Pada saat percobaan, faktor yang mempengaruhi keakuratan adalah peletakkan posisi kayu. Apabila posisi kayu miring dan tidak tegak lurus maka keakuratan hasil pengukuran tidak sesuai atau berkurang.

Pengujian tinggi objek difokuskan pada tinggi kamera dan jarak yang dipakai. Masing-masing objek memiliki tinggi kamera yang berbeda-beda tergantung dengan tinggi objek. Hasil keakuratan paling tinggi adalah pada jarak 432cm dengan tingkat keakurasian 99,5% dan semakin jauh jarak yang dipakai maka nilai keakuratan akan semakin berkurang seperti pada Gambar 5 dengan tinggi kamera 100cm dan tinggi objek 100cm.



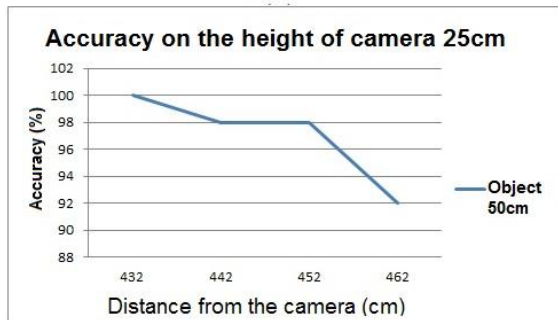
Gambar 5. Tampilan grafik keakuratan tinggi kamera 100cm, tinggi objek 100cm

Gambar 6 dengan tinggi kamera 75cm dan tinggi objek 150cm, menunjukkan keakuratan mencapai 100% adalah pada jarak 432cm.



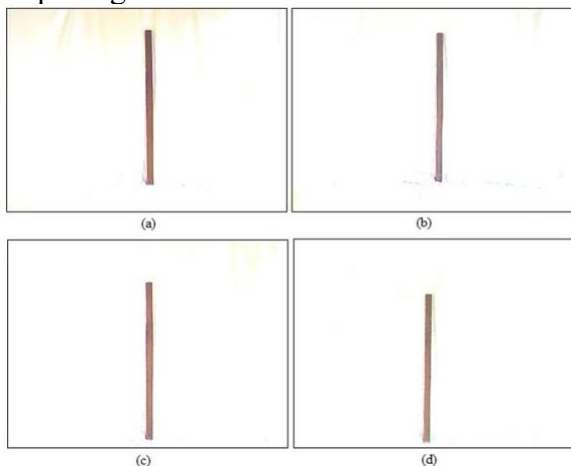
Gambar 6. Tampilan grafik keakuratan pada tinggi kamera 75cm, tinggi objek 150cm

Keakuratan mencapai 100% pada jarak 432cm juga dapat dilihat pada Gambar 7 dengan tinggi kamera 25cm dan tinggi objek 50cm.



Gambar 7. Tampilan grafik keakuratan pada tinggi kamera 25cm, tinggi objek 50cm.

Pengujian untuk sudut kamera dilakukan dengan mengubah-ubah nilai derajat pada kamera dimulai dari sudut tegak lurus yaitu 90^0 sampai sudut pada saat objek sebelum terpotong atas dan bawah.



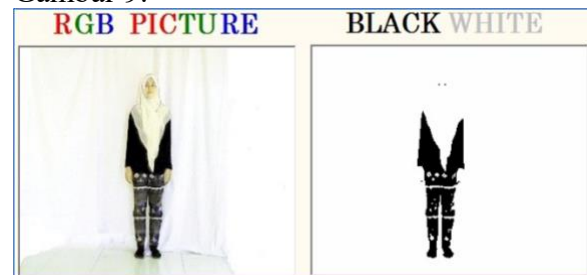
Gambar 8 (a) Objek 150cm dengan jarak 432cm dan sudut 88^0 , (b) Objek 150cm dengan jarak 432cm dan sudut 90^0 , (c) Objek 150cm dengan jarak 432cm dan sudut 92^0 , (d) Objek 150cm dengan jarak 432cm dan sudut 94^0

Pada Gambar 8, keakuratan tinggi objek yang terukur akan mendekati tinggi objek referensi yang sebenarnya adalah pada sudut $\geq 90^0$. Karena pada saat sudut lensa kamera tegak lurus terhadap objek dan saat sudut kamera di atas sudut 90^0 , objek yang tertangkap oleh

kamera menempati posisi pengambilan gambar yang ideal yaitu kaki objek mendekati sumbu x yang dapat memudahkan proses pembacaan dan perhitungan dalam program.

Selama proses percobaan didapatkan parameter baru yang dapat mempengaruhi pengukuran tinggi dengan teknik pengolahan citra, yaitu warna baju dan hijab untuk wanita. Pengujian berdasarkan warna baju merupakan pengujian citra warna yang akan dikonversi menjadi citra biner. Dalam pengujian ini dibuktikan bahwa warna baju yang dipakai pada saat pengambilan gambar tidak mempengaruhi pembacaan dan perhitungan pada program.

Sedangkan faktor yang menyebabkan kesalahan dalam pembacaan dan perhitungan adalah warna jilbab untuk wanita seperti pada Gambar 9.

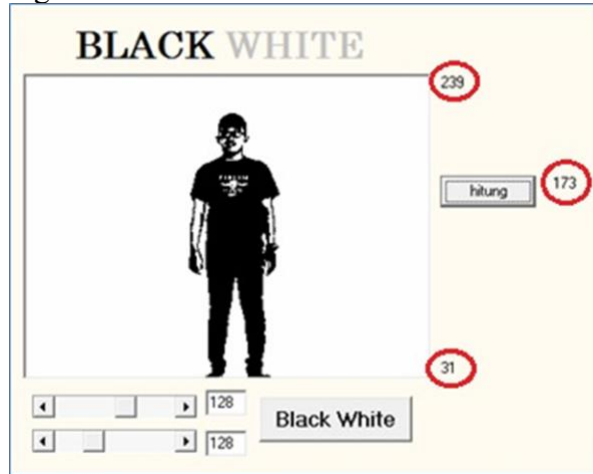


Gambar 9. Konversi Citra

Warna jilbab yang dipakai dapat mempengaruhi, karena pada saat warna jilbab yang dipakai adalah warna yang senada atau sama dengan background seperti warna putih, kuning, ungu muda dan warna-warna cerah tidak akan terbaca pada saat citra dikonversi pada citra biner.

Dari keseluruhan percobaan yang dilakukan, pengukuran tinggi badan manusia adalah percobaan yang utama. Hasil dari sistem pengolahan citra biner akan dianalisis dalam proses scanning yang membaca piksel 0 atau objek yang berwarna hitam untuk menghasilkan suatu keputusan. Data berupa jumlah piksel yang terbaca dari proses scanning dan hasil piksel tersebut dapat dinyatakan sebagai hasil tinggi badan yang

telah terukur melalui proses pengolahan citra digital.



Gambar 10. Hasil pengukuran tinggi badan menggunakan Delphi

Diketahui pada Gambar 10, pembacaan piksel dari citra tersebut. 239 adalah piksel maksimum dan 31 adalah piksel minimum.

$$lx = \frac{Px}{Pr} \times lr = \frac{(239 - 31)}{240} \times 200 = 173 \text{ cm}$$

Kemudian dari hasil pengurangan piksel tersebut dimasukkan dalam rumus (2) dan menghasilkan tinggi badan yaitu 173 cm.

4. Kesimpulan

Dari hasil analisa dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa sistem pengukuran tinggi badan berbasis teknik pengolahan citra digital telah berhasil dibangun dan dapat mengganti sistem pengukuran tinggi badan secara manual. Untuk pengambilan gambar objek yang paling akurat adalah pada tinggi kamera setengah dari tinggi objek, sudut kamera 90° , dan jarak kamera dengan objek adalah 432cm. Pemakaian warna baju yang sama dengan background yaitu warna putih atau warna yang hampir senada dengan putih masih dapat dilakukan proses perhitungan dan pembacaan citra pada saat citra terkonversi sampai ke citra biner. Sedangkan posisi yang ideal untuk pengukuran tinggi badan

menggunakan teknik pengolahan citra digital adalah posisi membelakangi kamera atau menghadap ke background. Dari keseluruhan pengujian dengan perubahan jarak kamera, tinggi kamera, dan sudut kamera dapat mempengaruhi perhitungan tinggi sebuah objek. Posisi objek, warna jilbab, warna sepatu juga dapat mempengaruhi perhitungan tinggi objek, kecuali pada pemakaian warna baju.

Saran

Adapun saran yang dapat diberikan sehubungan dengan pelaksanaan penelitian ini adalah :

1. Dengan menggunakan program Delphi, citra yang dapat diolah pada sistem pengolahan citra digital adalah citra berformat BMP. Apabila citra tidak berformat BMP, maka dapat menambahkan prosedur olah pada program untuk mengkonversi format citra(.jpg, gif) menjadi format bmp.
2. Warna background dan penyangga background yang dipakai adalah warna putih dan untuk ukuran background yang digunakan untuk citra dengan ukuran piksel 320x240 adalah 2x3m, dan juga pencahayaan yang cerah untuk mengurangi noise dalam ruangan pengambilan gambar.
3. Pada saat pengambilan gambar, warna jilbab yang digunakan adalah warna gelap dan kontras dengan warna background. Sedangkan untuk warna sepatu dan kaos kaki tidak boleh menggunakan warna putih atau warna yang kontras dengan warna background.
4. Posisi yang ideal untuk pengukuran tinggi badan menggunakan teknik pengolahan citra digital adalah posisi membelakangi kamera.

5. Daftar Pustaka

- [1] N. S. R. Bachtiar, P. P. Putra, dan S. Huda, "Perancangan Sistem Pengukuran Tinggi Badan Berbasis Mikrokontroler

- Arduino Uno dan Sensor Ultrasonik HC-SR04," *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika (JITEKI)*, vol. 8, no. 1, hlm. 1–10, 2019.
- [2] H. H. Purba dan T. M. Simatupang, "Sistem Pengukuran Tinggi Badan Manusia Otomatis Berbasis Sensor Ultrasonik dan Arduino," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 4, no. 1, hlm. 1–7, 2015.
- [3] M. I. N. Setyadi, B. P. Hapsari, dan M. H. R. Damanik, "Sistem Pengukuran Tinggi Badan dan Berat Badan Otomatis Menggunakan Arduino Uno Berbasis Android," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 5, no. 1, hlm. 72–82, 2019.
- [4] S. Hidayat dan K. M. A. Wibowo, "Aplikasi Pengukuran Tinggi Badan Berbasis Citra dengan Metode Thresholding dan Deteksi Tepi Canny," *Jurnal Rekayasa Teknologi Informasi*, vol. 3, no. 2, hlm. 84–90, 2019.
- [5] B. T. Haryadi, N. A. Hapsari, dan R. A. Wulandari, "Implementasi Pengolahan Citra Digital untuk Pengukuran Tinggi Badan Menggunakan Kamera Webcam," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, vol. 7, no. 5, hlm. 959–966, 2020.
- [6] M. Muflih, M. A. Fadhil, dan R. T. Laksmo, "Rancang Bangun Alat Pengukur Tinggi Badan dan Berat Badan Berbasis Arduino Uno R3 dengan Notifikasi Suara," *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika (JITEKI)*, vol. 8, no. 1, hlm. 28–37, 2019.
- [7] P. N. Hidayat, A. L. Nabila, dan T. R. Wibowo, "Pengukuran Tinggi Badan Manusia Otomatis Menggunakan Metode Pengolahan Citra Digital pada Lingkungan Real-Time," *Jurnal Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri (JAPASTIN)*, vol. 4, no. 1, hlm. 43–50, 2020.
- [8] A. Setiawan dan B. N. H. G. S. Pradana, "Sistem Pengukuran Dimensi Objek Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis Raspberry Pi," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 1, hlm. 11–18, Feb. 2021.
- [9] C. D. Pratiwi, D. Yulianto, dan E. Susanto, "Aplikasi Pengukuran Tinggi Badan Otomatis Berbasis Pengolahan Citra dengan Metode Segmentasi," *J. RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknol. Inf.)*, vol. 3, no. 2, hlm. 208–214, Agt. 2019.
- [10] F. Hidayat dan G. W. Murti, "Rancang Bangun Aplikasi Pengukuran Tinggi Badan Manusia dengan Pemanfaatan Computer Vision," *J. Ilm. FIFO*, vol. 9, no. 2, hlm. 153–160, Nov. 2017.