

Perancangan Algoritma Pengolahan Citra Berbasis MATLAB Untuk Inspeksi Dimensi Produk Garmen

Bagus Arthaya, Volchi Herjana Sudisaswan

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri

Universitas Katolik Parahyangan, Bandung – 40141

E-mail: bagusart@home.unpar.ac.id

Abstrak

Kegiatan inspeksi menuntut ketelitian yang tinggi dari pekerja dan cukup melelahkan. Kelelahan yang dirasakan operator dapat menyebabkan terjadinya kesalahan dalam kegiatan inspeksi. Selain itu, kesalahan dalam kegiatan inspeksi dapat disebabkan oleh penggunaan alat ukur yang belum dikalibrasi atau sudah tidak berfungsi dengan baik. Kegiatan inspeksi dengan pengolahan citra merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi kesalahan inspeksi yang terjadi. Dalam penelitian ini, akan dibahas mengenai teknik pengolahan citra untuk membantu proses inspeksi dimensi dalam industri garmen. Teknik pengolahan citra (digital image processing) digunakan untuk pemrosesan citra suatu produk garmen menjadi citra yang dapat menggambarkan variabel-variabel pengukuran produk. Peralatan input yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengambil citra produk garmen adalah kamera digital. Citra tersebut kemudian akan diolah dengan menggunakan bantuan software MATLAB (Matrix Laboratory). Karya ilmiah ini lebih difokuskan pada proses pengambilan citra, proses pengolahan citra, dan pengembangan algoritma untuk membantu kegiatan inspeksi dimensi produk garmen. Sistem pemrosesan citra yang dibuat masih dilakukan dalam keadaan off-line (belum diimplementasikan secara langsung pada proses yang sedang berjalan).

Kata kunci: pengolahan citra, inspeksi dimensi, MATLAB

Pendahuluan

Kesalahan yang terjadi dalam kegiatan inspeksi dapat disebabkan oleh operator atau alat ukur yang digunakan. Salah satu penyebab operator melakukan kesalahan dalam kegiatan inspeksi adalah kelelahan dan kejemuhan yang dirasakan oleh operator saat melakukan pekerjaannya. Kelelahan dan kejemuhan itu menyebabkan performansi dan kecepatan kerja operator cenderung tidak konstan (bervariasi) serta akurasi dalam menentukan apakah suatu produk cacat atau tidak cenderung menurun.

Kesalahan inspeksi akibat masalah pada alat ukur umumnya disebabkan oleh alat ukur yang digunakan tidak terkalibrasi dengan benar atau sudah tidak berfungsi dengan baik lagi. Kegiatan inspeksi dengan menggunakan konsep pengolahan citra merupakan salah satu alternatif solusi untuk mengurangi ketidakakuratan yang terjadi karena kelelahan dan kejemuhan yang dirasakan oleh operator, performansi operator yang bervariasi, serta kesalahan yang terdapat pada alat ukur yang digunakan. Pengolahan citra ini dilakukan pada perangkat lunak MATLAB (MATrix LABoratory)

Penelitian ini dilakukan untuk membantu kegiatan inspeksi dimensi produk garmen agar tidak lagi tergantung pada performansi dan kecepatan kerja operator. Dengan adanya kegiatan inspeksi menggunakan pengolahan citra berbasis Matlab, diharapkan akurasi dalam menentukan cacat atau tidaknya suatu produk selalu konsisten sehingga produk yang dihasilkan akan selalu sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan oleh konsumen.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka permasalahan yang ada dapat dinyatakan sebagai berikut:

- a. Variabel apakah yang harus diukur dalam kegiatan inspeksi produk akhir garmen?
- b. Bagaimana cara menentukan titik-titik pengukuran produk akhir garmen (dalam hal dimensi) pada pengolahan citra?
- c. Bagaimana algoritma pengolahan citra untuk membantu kegiatan inspeksi dimensi produk akhir garmen tersebut?

Metodologi dan Batasan Penelitian

Konsep yang digunakan dalam kegiatan inspeksi dengan menggunakan pengolahan citra ini adalah dengan menentukan titik-titik ukur pada objek dan mengubahnya menjadi titik-titik marker

pengukuran. Selanjutnya beberapa titik marker pada citra dihubungkan dan segmen garis yang terbentuk akan menunjukkan variabel-variabel pengukuran. Setelah itu langkah selanjutnya adalah membandingkan hasil yang diperoleh dengan *size specification* produk yang telah ditentukan. Langkah ini dapat dengan cepat memenuhi status apakah produk keluar dari spesifikasi yang ditentukan. Contoh percobaan menunjukkan keunggulan metode ini dan perbaikan kecepatan pengukuran ditunjukkan yang sangat signifikan.

Beberapa batasan yang berlaku dalam penelitian ini, antara lain: (a) metode ini hanya berlaku untuk inspeksi produk garmen akhir yang berkaitan dengan *size* (dimensi) dan (b) hanya berlaku untuk produk garmen polos (tanpa corak) dan hanya mempunyai satu macam warna saja. Sedangkan asumsi yang berlaku adalah produk akhir garmen yang akan diperiksa dimensinya merupakan produk-produk yang telah memenuhi spesifikasi utama di luar spesifikasi dimensi.

Teori Dasar Pengolahan Citra

1. Citra Digital

Citra digital merupakan representasi dari citra yang ditangkap oleh kamera digital dengan bentuk pendekatan berdasarkan sampling dan kuantisasi. Sampling menyatakan besar kecilnya ukuran *pixel* pada citra. Kuantisasi menyatakan jumlah warna (derajat atau tingkat keabuan) yang ada pada citra. Dengan kata lain, citra digital adalah citra yang didefinisikan sebagai fungsi $f(x,y)$ dimana x menyatakan nomor baris, y menyatakan nomor kolom, dan f menyatakan intensitas cahaya pada suatu titik (x, y) dalam citra tadi.

Citra digital berukuran $m \times n$ sering dinyatakan dengan matriks yang berukuran m baris dan n kolom. Dasar penggunaan matriks dalam pengolahan citra adalah adanya kesempatan untuk mengakses elemen-elemen matriks secara langsung melalui baris dan kolom. Setiap elemen pada citra digital (elemen matriks) disebut *image element, picture element* atau *pixel*.

2. MATLAB

Matlab adalah sebuah perangkat lunak yang dapat digunakan untuk tujuan analisis dan komputasi numerik. Matlab juga merupakan suatu bahasa pemrograman matematika lanjutan yang dibentuk dengan dasar pemikiran menggunakan sifat dan bentuk matriks. Bahasa ini merupakan perangkat lunak (*software*) yang dikembangkan oleh Mathworks, Inc. dan merupakan *software* yang paling efisien untuk perhitungan numerik berbasis matriks.

Hal tersebut berarti, jika masalah dapat diformulasikan ke dalam format matriks, maka Matlab merupakan *software* terbaik untuk penyelesaian analisis numeriknya. Keunggulannya dibandingkan perangkat lunak lain yang memiliki tujuan yang sama adalah aspek visualisasi dan kemudahan penggunaannya. Pembuatan atau perancangan algoritma dalam pengolahan citra dengan Matlab cukup dengan menyatakannya secara matematis saja.

Variabel-variabel yang Harus Diukur

Beberapa variabel yang diukur dalam kegiatan inspeksi dimensi kaos polos dan ber-*kraag* adalah:

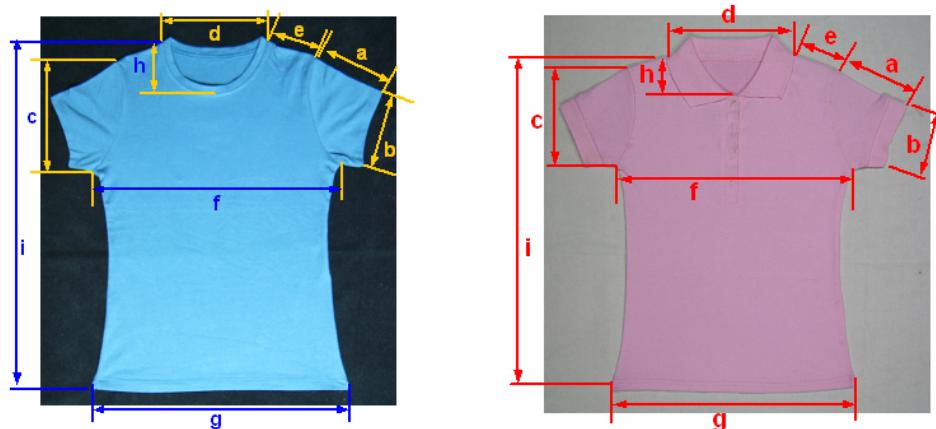
1. Panjang tangan dengan simbol “a”
2. Lebar bukaan tangan dengan simbol “b”
3. Lubang tangan dengan simbol “c”
4. Lebar leher dengan simbol “d”
5. Lebar bahu dengan simbol “e”
6. Lebar badan dengan simbol “f”
7. Lebar badan bawah dengan simbol “g”
8. Turun *kraag* depan dengan simbol “h”
9. Panjang badan dengan simbol “i”

Variabel-variabel tersebut ditunjukkan pada Gambar 1(a) dan 1(b) untuk dua jenis kaos yang berbeda polanya.

Penentuan Titik-titik Pengukuran

Titik-titik pengukuran dalam kegiatan inspeksi dimensi produk garmen dengan pengolahan citra ditentukan dengan cara memasang 13 (tiga belas) buah marker (tanda ukur) pada baju. Marker yang

digunakan dalam penelitian ini adalah mote berwarna hitam atau putih *dorf*. Gambar 2 menunjukkan jenis marker yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 1. (a) Variabel Pengukuran pada Kaos Tidak Ber-kraag, (b) Kaos Ber-kraag

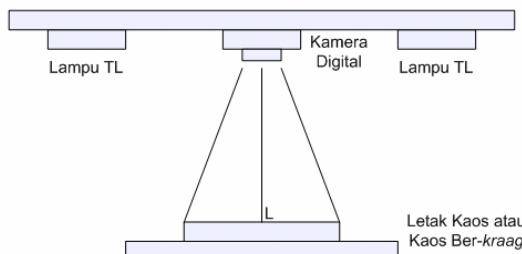


Gambar 2. Jenis Marker Pada Pengukuran Baju Berwarna Gelap (a) dan Terang (b)

Perancangan Sistem Pengambilan Citra

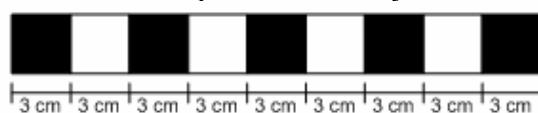
Dalam penelitian ini, produk yang akan diukur dimensinya adalah produk garmen berupa kaos (*T-shirt*) dan kaos ber-*kraag*. Kondisi lingkungan sekitar harus diatur sedemikian rupa agar diperoleh hasil citra yang baik. Tingkat pencahayaan sangat berpengaruh terhadap hasil citra yang diperoleh. Cahaya yang digunakan adalah cahaya lampu TL 40 watt sebanyak 2 (dua) buah (sekitar 120-140 lux).

Proses pengambilan citra dilakukan dengan menggunakan kamera digital. Kamera diletakkan pada jarak sekitar 100-125 cm dari atas baju secara tegak lurus. Posisi pemasangan kamera dan lampu dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Posisi Kamera dan Lampu Ketika dilakukan Pengambilan Citra

Hasil pengukuran pengolahan citra yang diperoleh berupa *pixel*, sedangkan satuan yang harus digunakan dalam variabel pengukuran adalah centimeter (cm). Karenanya di atas baju yang terpasang perlu diletakkan sebuah *template* skala hitam-putih yang telah diketahui secara pasti ukurannya. *Template* skala hitam-putih ini berguna untuk mengetahui nilai 1 (satu) *pixel* terhadap suatu satuan panjang (centimeter). Gambar 4 menunjukkan bentuk *template* skala yang digunakan. Gambar 5 menunjukkan letak *template* skala saat ditempelkan di atas baju.



Gambar 4. Bentuk *Template* Skala



Gambar 5. Letak *Template Skala* pada Kaos (Juga Berlaku Bagi Kaos Ber-kraag)

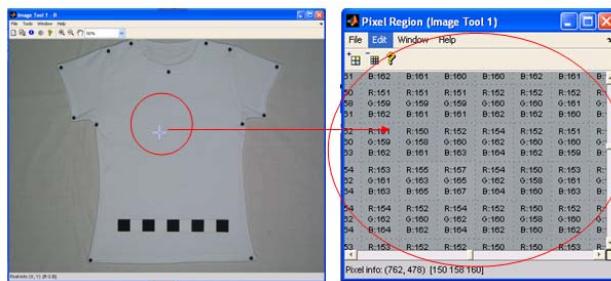
Garis Besar Algoritma Pengolahan Citra

1. Pembacaan *Image*

Citra yang ditangkap melalui kamera digital akan dibaca dalam *software* Matlab menggunakan fungsi *imread*. Output yang diperoleh akan disimpan dalam suatu variabel berupa matriks yang berisi nilai-nilai yang disebut *pixel* (*picture element*). *Command* ini digunakan untuk melakukan pembacaan *image* atau citra yakni:

```
A = imread ('namacitra.ext');
```

Eksensi citra (ext) dapat berupa file jpg, bmp, tif dan lain-lain. *Command* tersebut akan membaca file 'namacitra' dan menyimpan matriks representasi dari *image* pada suatu variabel (A). Matriks A akan berupa matriks tiga lapis masing-masing untuk warna R, G dan B, karena gambar yang dibaca adalah gambar berwarna. Setiap lapis matriks tersebut berisi nilai-nilai yang disebut *pixel* dengan rentang nilai antara 0 (= hitam) – 255 (= tingkat warna maks) untuk citra 8 bit, Nilai antara 0 dan 255 menunjukkan seberapa banyak warna tersebut digunakan pada suatu pixel. Gambar 6 menunjukkan hasil perintah *imread* dan nilai *pixel* untuk suatu titik tertentu. Selain itu citra dapat juga berupa citra *gray-scale* yang juga terdiri dari rentang nilai 0 hingga 255 dimana 0 = hitam dan 255 = putih. Nilai antara 0 dan 255 berwarna abu-abu dimana semakin kecil nilainya maka warnanya semakin gelap dan sebaliknya untuk nilai yang semakin besar maka warnanya semakin terang.



Gambar 6. Citra yang Terbaca Oleh Fungsi *Imread*

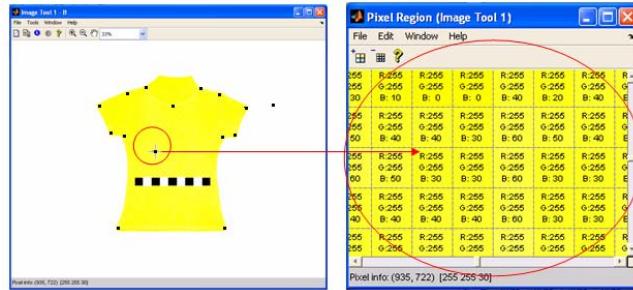
2. Pengubahan Nilai Intensitas *Image*

Setelah dilakukan pembacaan citra, maka citra digital yang diperoleh tersebut akan disesuaikan tingkat kekontrasannya atau diubah nilai intensitasnya. Hal ini dilakukan dengan menggunakan fungsi *imadjust* yang tersedia pada *software* Matlab, dengan cara yang sama seperti pada penerapan fungsi *imread* di atas. Hasil dari langkah pengaturan kekontrasan ini ditunjukkan pada Gambar 7.

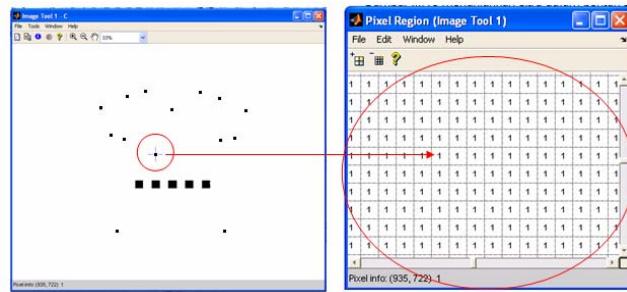
3. Konversi ke *Binary Image*

Proses konversi suatu citra RGB menjadi citra biner dilakukan dengan menggunakan fungsi *im2bw*. Fungsi ini akan mengubah citra menjadi *black and white*. Tujuan dilakukannya konversi ke citra biner adalah untuk memudahkan dalam membuat algoritma pengolahan citra selanjutnya. Citra

biner merupakan citra dimana setiap *pixel* hanya bisa mempunyai nilai 0 atau 1. Nilai 0 menunjukkan warna hitam, sedangkan nilai 1 menunjukkan warna putih seperti ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 7. Citra yang Terbaca Oleh Fungsi *Imread*



Gambar 8. Citra Biner Hasil Olahan dari Gambar 7

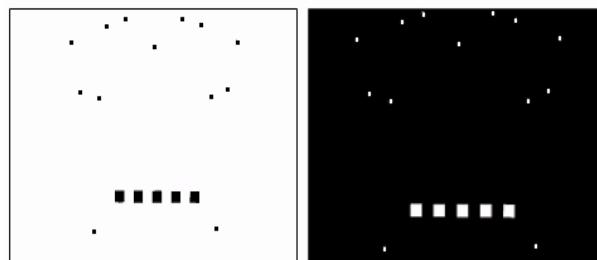
Citra biner didapat dengan cara mengubah citra berwarna (RGB) A menjadi citra kelabu dan sekaligus mencari nilai threshold untuk membedakan pixel mana yang akan dianggap gelap dan mana yang terang. *Command* yang digunakan adalah:

$$\begin{aligned} B &= \text{graythresh}(A); \\ C &= \text{im2bw}(A, B); \end{aligned}$$

dimana B adalah level untuk menentukan pemisahan pixel dan C adalah citra hitam putih yang diperoleh.

4. *Image Transformation*

Proses transformasi citra ini bertujuan untuk mengubah bagian citra yang semula berwarna hitam menjadi berwarna putih, dan sebaliknya mengubah bagian citra yang semula berwarna putih menjadi berwarna hitam (lihat Gambar 9). Dengan melakukan proses transformasi citra, maka tidak perlu dilakukan proses pengenalan marker dengan kuantifikasi perbedaan citra dan nilai korelasi citra. Proses ini hanya dilakukan untuk pengolahan baju berwarna terang.



Gambar 9. Citra Hasil *Image Transformation*

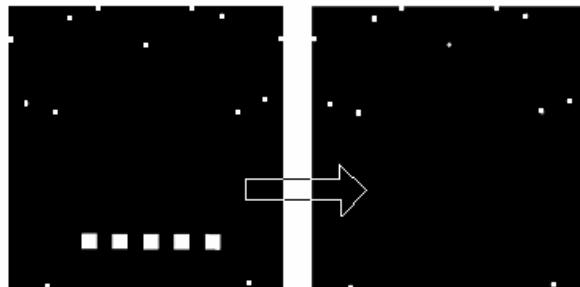
5. Algoritma *Image Cropping I*

Tujuan dilakukan algoritma *cropping* I adalah untuk memotong *image* yang tidak diinginkan sehingga pengolahan citra hanya dilakukan pada citra yang benar-benar diinginkan. Dengan demikian

waktu yang dibutuhkan untuk mengolah citra tersebut menjadi tidak terlalu lama. Contoh hasil proses ini adalah citra pada Gambar 10 (kiri) dimana ujung kiri dan kanan langsung terdapat titik marker dan bukan area kosong seperti pada gambar-gambar sebelumnya.

6. Pemisahan *Template* Skala dengan Algoritma *Cropping* II dan III

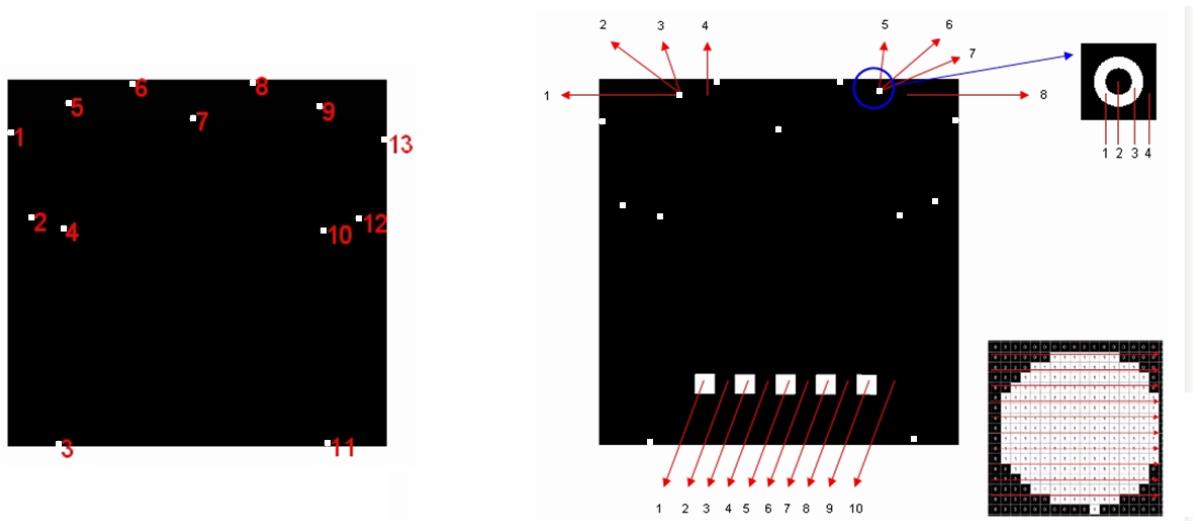
Tujuan dilakukannya algoritma *image cropping* II adalah memisahkan *template* skala dari baju yang diukur. Sedangkan tujuan dilakukannya algoritma *image cropping* III adalah menampilkan citra yang telah kehilangan *template* skalanya. Hasilnya secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Citra Hasil Pemisahan *Template*

7. Pendekripsi Posisi Marker

Marker diidentifikasi sebagai bagian dari citra yang memiliki intensitas paling tinggi. Pengenalan marker dari latar belakangnya dilakukan melalui proses *threshold*. Hasil dari operasi ini adalah citra biner yang mana kumpulan *pixel* putih menyatakan *pixel* yang berada di atas nilai ambang yang dipakai. Kumpulan nilai *pixel* ini adalah marker yang berhasil diidentifikasi pada nilai ambang tersebut. Hasil pendekripsi ke-13 marker yang dipasang pada kaos disajikan pada Gambar 11 (kiri). Marker dan *template* akan terdeteksi dengan cara menghitung jumlah perbedaan warna terang dan gelap. Perubahan sebanyak 4 kali menunjukkan marker dan 10 kali menunjukkan *template* skala. Cara pendekripsi ini ditampilkan pada Gambar 11 (kanan).



Gambar 11. Penomoran Marker Hasil Deteksi dan Penomoran Marker Hasil Deteksi

8. Pendekripsi *Centroid* dari *Template* Skala

Tahap ini bertujuan untuk mendekripsi *centroid* dari *template* skala. Koordinat *centroid* ini akan digunakan dalam proses selanjutnya dalam menghitung nilai 1 *pixel* terhadap suatu satuan panjang (centimeter).

9. Penghitungan Nilai 1 (Satu) *Pixel*

Tahap ini berguna untuk mengetahui besarnya nilai 1 (satu) *pixel* terhadap suatu satuan panjang (centimeter). Caranya adalah dengan mencari panjang (dalam satuan pixel) antara titik *centroid* dari kotak yang paling kiri dengan titik *centroid* dari kotak yang paling kanan. Nilai itu dibandingkan dengan panjang sebenarnya dari template yang terpasang.

10. Penghitungan Variabel-variabel Pengukuran

Dalam menghitung variabel pengukuran digunakan persamaan matematika dasar, yaitu: jarak linier antar 2-titik (Pers.1) dan jarak dari 1-titik ke suatu garis (Pers.2). Hasil penghitungan variabel pengukuran yang diperoleh akan dikalikan dengan nilai 1 (satu) *pixel* karena hasil dalam tahap ini masih dalam satuan *pixel*.

$$1. \text{ Jarak linier antar 2-titik} = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (\text{Pers.1})$$

$$2. \text{ Jarak tegak lurus 1-titik dgn garis lurus} = \frac{|Ax_1 + By_1 + C|}{\sqrt{A^2 + B^2}} \quad (\text{Pers.2})$$

Dengan menggunakan ke-dua rumus tadi, maka seluruh variabel pengukuran untuk suatu kaos dapat ditentukan. Hasil pengukuran dengan metoda pengolahan citra ini ditampilkan dalam Tabel 1. Sementara urutan variabel yang diukur (segmen berwarna hijau) ditunjukkan pada Gambar 12 (kiri).

Tabel 1. Perbandingan Hasil Pengukuran Pengolahan Citra dengan Pengukuran Langsung

Variabel Pengukuran	Hasil Pengolahan Citra (cm)	Hasil Pengukuran Langsung (cm)	Selisih Hasil (cm)	Persentase Perbedaan
Panjang Tangan Kanan	10.6	10.6	0	0.00 %
Panjang Tangan Kiri	10.6	10.6	0	0.00 %
Lebar Bukaan Tangan Kanan	10.4	10.4	0	0.00 %
Lebar Bukaan Tangan Kiri	10.5	10.4	0.1	0.96 %
Lubang Tangan Kanan	15.1	15	0.1	0.67 %
Lubang Tangan Kiri	15.1	15	0.1	0.67 %
Lebar Bahu Kanan	6.8	6.8	0	0.00 %
Lebar Bahu Kiri	6.9	6.9	0	0.00 %
Lebar Leher	19.7	19.7	0	0.00 %
Lebar Badan	35.1	35	0.1	0.29 %
Lebar Badan Bawah	38.3	38.3	0	0.00 %
Turun Kraag Depan	6.2	6.2	0	0.00 %
Panjang Badan	49.4	49.4	0	0.00 %

11. Penentuan Produk Cacat atau Tidak

Dalam inspeksi baju kaos ini, ada dua kategori yang digunakan dalam menyatakan apakah suatu produk cacat atau tidak. Kategori pertama adalah suatu produk dikatakan cacat jika nilai selisih antara nilai variabel hasil pengukuran dengan nilai *size specification* yang telah ditentukan oleh pengguna lebih besar dari batas toleransi.

Kategori kedua adalah suatu produk dikatakan cacat jika terdapat perbedaan lebih besar atau sama dengan 0.5 cm antara nilai-nilai simetri. Yang dimaksud nilai simetri antara lain panjang tangan kiri dengan panjang tangan kanan dan lain-sebagainya. Gambar 12 (kanan) menunjukkan contoh penginputan nilai *size specification* dari pelanggan berserta toleransi yang diijinkan.

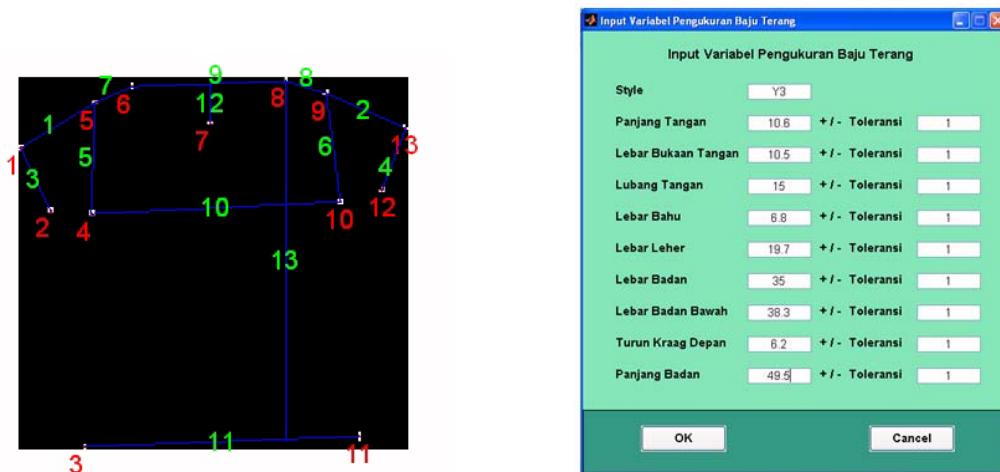
Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang didapat, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Variabel-variabel yang harus diukur dalam kegiatan inspeksi produk kaos adalah:
 - (a) Panjang tangan; (b) Lebar bukaan tangan, (c) Lubang tangan, (d) Lebar leher, (e) Lebar bahu, (f) Lebar badan, (g) Lebar badan bawah, (h) Turun kraag depan, dan (j) Panjang badan.
2. Titik-titik pengukuran dalam kegiatan inspeksi dimensi produk kaos dan kaos ber-kraag dengan metoda pengolahan citra ditentukan dengan cara memasang 13 (tiga belas) buah marker (tanda

ukur) pada titik-titik ukur yang menyatakan dimensi-dimensi (variabel) penting pada kaos dan kaos ber-kraag.

3. Algoritma pengolahan citra untuk membantu kegiatan inspeksi dimensi produk garmen berupa kaos dan kaos ber-kraag, yaitu:
 - a. Pembacaan citra dan pengubahan nilai intensitas citra.
 - b. Konversi ke citra biner.
 - c. *Image cropping* I dan *Image transformation*.
 - d. Pemisahan *template* skala dengan *cropping* II.
 - e. Penghilangan *template* skala dengan *cropping* III.
 - f. Pendeteksian posisi marker.
 - g. Pendeteksian *centroid* dari *template* skala.
 - h. Penghitungan nilai konversi 1 *pixel*.
 - i. Penghitungan semua variabel pengukuran.
4. Perhitungan dimensi ukur dan penentuan produk cacat untuk suatu baju kaos bisa berjalan sangat cepat (diperlukan waktu hanya 12 detik untuk mendapatkan hasil seperti Tabel 1).



Gambar 12. Penomoran Marker Hasil Deteksi dan Tampilan Penginput Variabel

Daftar Pustaka

- [1] _____, 2000, http://www.imageprocessingbook.com/contour_tracing.html, <18 Januari 2006>.
- [2] _____, 2005, Works, The Math, <http://www.mathworks.com>, <18 Januari 2006>
- [3] _____, Works, The Math, 1993, *Image Processing Toolbox for Use with MATLAB®*, The Math Works Inc., Natick.
- [4] Arhami, M. dan Desiani, A., 2005, *Pemrograman MATLAB*, ANDI, Yogyakarta.
- [5] Away, G. A., 2006, *The Shortcut of MATLAB Programming*, Penerbit Informatika, Bandung.
- [6] Drury, C. G., 1992, Inspection Performance, dalam G. Salvendy (ed), *Handbook of Industrial Engineering*, John Wiley & Sons, Inc. Canada, h. 2282-2314.
- [7] Gonzalez, R. C. dan Woods, R. E. (1992) *Digital Image Processing*. Addison-Wesley Publishing Company, United States of America.
- [8] Hartanto, T. W. D. dan Prasetyo, Y. W. A., 2003, *Analisis dan Desain Sistem Kontrol Dengan MATLAB*, ANDI, Yogyakarta.
- [9] Luke, 2003, *Pengolahan Citra Berbasis MATLAB*, Skripsi Jurusan Teknik Industri, FTI Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.
- [10] Mitra, A., 1993, *Fundamentals of Quality Control and Improvement*, Macmillan Publishing Company, New York.
- [11] Munir, R., 2004, *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*, Penerbit Informatika, Bandung.
- [12] Sharma, S. C., 1998, *Inspection Quality Control and Reliability*, Khanna Publishers, Delhi.