

# Operasi Valas: Identifikasi Nominal Dengan Metode *Canny Edge Detection* dan *Template Matching*

## *Foreign Exchange : Nominal Identification Using Canny Edge Detection and Template Matching*

Bagus Budi Laksono<sup>1</sup>, Angga Rusdinar, Ph.D<sup>2</sup>, & Suci Aulia, S.T, M.T<sup>3</sup>

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Telkom

[bagus.budi194@gmail.com](mailto:bagus.budi194@gmail.com)<sup>1</sup>, [anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id](mailto:anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id)<sup>2</sup>, [suciaulia@telkomuniversity.ac.id](mailto:suciaulia@telkomuniversity.ac.id)<sup>3</sup>

### Abstrak

Proses penukaran uang dewasa ini masih menggunakan campur tangan manusia sehingga membutuhkan waktu dan juga perlu adanya interaksi antara pembeli dan penjual (*face to face*) serta dibutuhkan ketelitian yang dapat berbeda antar individu. Oleh karena itu, dibutuhkan alat yang aplikatif dalam hal transaksi penukaran uang.

Pada penelitian ini dirancang sebuah alat yang mampu mendeteksi nilai nominal input, dengan input berupa mata uang US Dollar dengan pecahan 1, 2, 5 10. Metode pengenalan keaslian mata uang input dan nominalnya menggunakan metode *canny edge detection* sebagai operator ekstraksi ciri kemudian digunakan metode *template matching* yang penggunaannya relatif mudah dipahami. Setelah nominal input dan keaslian diketahui selanjutnya dikali dengan nilai kurs valuta asing yang sebelumnya disimpan dalam bentuk .csv.

Alat ini memiliki kesensitifan perbandingan antar template sebesar 95.625% yang didapat melalui nilai rata-rata deteksi 1 USD 100%, 2 USD 100%, 5 USD 100%, serta 10 USD 82.5%.

**Kata Kunci:** *transaksi penukaran uang, canny edge detection, template matching*

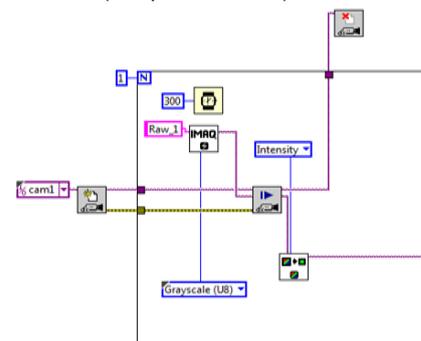
### 1 Pendahuluan

Pada era modernisasi ini banyak hal dilakukan secara cepat dan praktis. Namun tidak demikian dengan proses penukaran valuta asing, selama ini kegiatan penukaran uang dilakukan secara manual dan terkendala oleh prosedur yang memakan waktu yang lama. Oleh karena itu, penulis berkeinginan untuk membuat sebuah alat yang mampu melakukan penukaran mata uang asing dengan nilai konversi yang sama. Proses penukaran uang pada umumnya adalah proses identifikasi keabsahan serta nominal mata uang asing, operasi pengali kurs, dan penentuan nilai mata uang rupiah yang dibutuhkan sebagai luaran yang diinginkan. Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian kali ini adalah LabVIEW yang di dalamnya terdapat toolkit Image Acquisition, Vision Development Module, serta MathScript RT Module.

### 2 Diskusi

#### 2.1 Software LabVIEW

LabVIEW merupakan software multi-fungsi yang dapat melakukan pemrosesan sinyal maupun pemrosesan citra. Bahasa yang digunakan pada dasarnya adalah bahasa C yang kemudian diterjemahkan menjadi bahasa G-Code (Graphical Code).

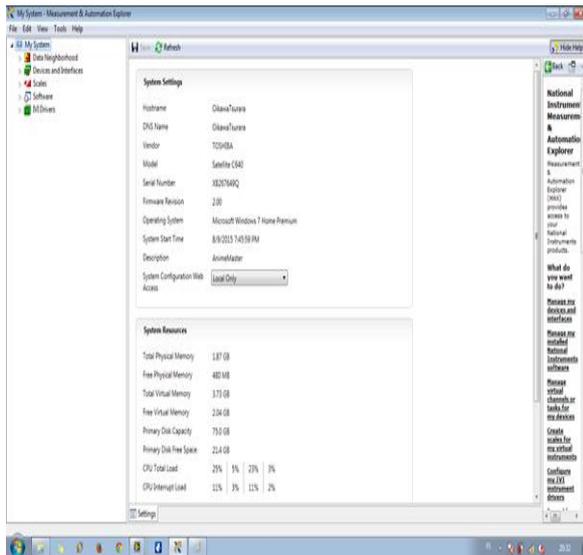


Gambar 1 contoh pemrograman G-Code pada LabVIEW

#### 2.2 Vision Acquisition Software (VAS)

Vision Acquisition Software merupakan toolkit tambahan pada LabVIEW yang mengatur pengambilan gambar serta operasi sederhana pada citra yang ditangkap oleh kamera. Salah satu toolkit yang digunakan adalah NI-IMAQdx yang berfungsi sebagai driver kamera input yang telah disediakan, dan secara otomatis akan dideteksi pada jendela NI-MAX.

NI-MAX merupakan sebuah software yang di dalamnya terdapat daftar hardware yang telah terhubung pada perangkat komputer pengguna, serta mengetahui toolkit yang telah diinstall yang berhubungan dengan interfacing perangkat keras.

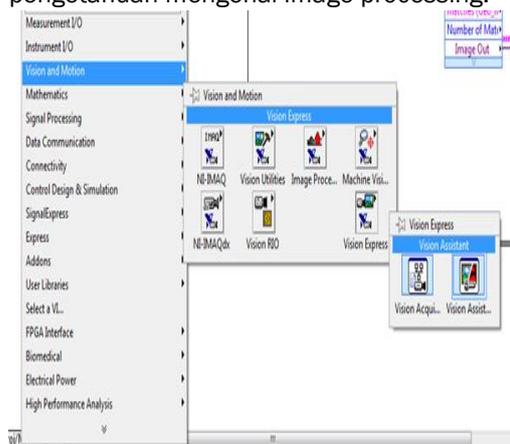


Gambar 2 user interface NI-MAX

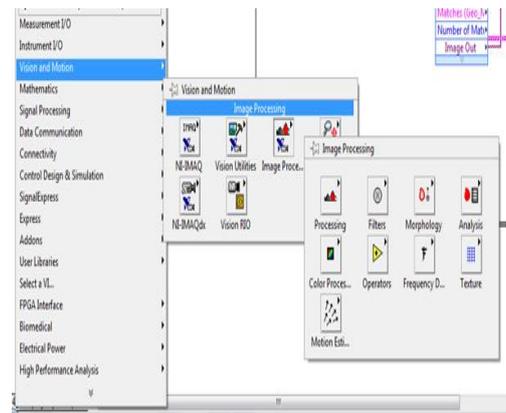
### 2.3 Vision Development Module (VDM)

VDM (Vision Development Module) merupakan toolkit tambahan LabVIEW yang di dalamnya terdapat komponen-komponen image processing yang lebih dalam daripada VAS. Selain itu, toolkit tambahan ini memiliki Vision Assistant yang membantu sistem pengoperasian image processing pada LabVIEW menjadi lebih kompleks.

Selain vision assistant, user juga dapat membuat sistem image processing secara terpisah dari sistem vision assistant. Hal ini memungkinkan untuk memperluas pengetahuan mengenai image processing.



Gambar 3 vision assistant terletak pada sub menu vision and motion bagian vision express



Gambar 4 tambahan sub menu image processing pada menu vision and motion

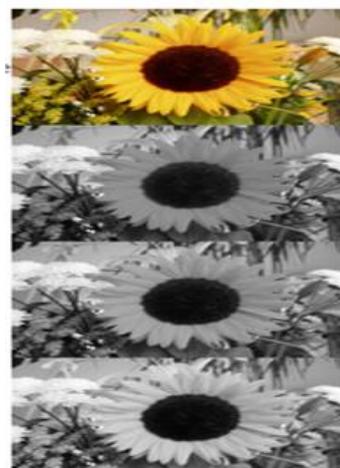
### 2.4 Grayscale

Citra grayscale adalah citra digital yang setiap pikselnya merupakan sampel tunggal, yaitu informasi intensitas. Citra jenis ini terbentuk hanya dari warna abu-abu pada tingkatan yang berbeda, mulai dari warna hitam pada tingkat intensitas terendah hingga warna putih pada tingkat intensitas tertinggi. Citra ini disebut juga citra hitam putih atau monokromatik. (Julius, 2009)

Untuk mendapatkan citra grayscale dapat dilakukan konversi dengan menggunakan formula sebagai berikut:

- (1)
- (2)
- (3)

Berikut merupakan contoh hasil konversi image dengan menggunakan 3 formula diatas:



Gambar 5 hasil penggunaan 3 rumus grayscale

## 2.5 Sharpening dan Smoothing

Sharpening merupakan penajaman gambar yang di dalamnya diberikan filter high pass yang kemudian dikonvolusi dengan citra asli agar didapat citra baru yang memiliki ketajaman lebih baik dibandingkan dengan citra asli. Operasi smoothing mampu melakukan penajaman edge pada citra yang membuat bagian pada edge citra menjadi lebih tegas.

## 2.6 Canny Edge Detection

Metode canny edge detection merupakan metode deteksi tepi yang sering digunakan dalam pelacakan tepi. Pertama kali dikenalkan oleh John Canny pada tahun 1986 yang menetapkan kriteria untuk edge detection yang metode penguraiannya optimal. Dalam penelitian kali ini digunakan operator canny karena hasil akhir dari operator ini adalah image bi-level yang sesuai dengan keinginan penulis.

Secara umum algoritma dari operator ini adalah gaussian filtering, edge detection operation, kemudian thresholding.

## 2.7 Template Matching

Template matching merupakan teknik pengenalan pola paling sederhana. Pola identifikasi dengan cara membandingkan citra input dengan daftar representasi pola yang telah disimplan dalam sebuah template (Pearson, 1991).

Proses matching memindahkan citra ke tempat yang memungkinkan di dalam citra sumber, lalu menghitung indeks yang menjadi indikasi kecocokan template pada posisi tersebut. Proses matching dilakukan secara pixel-by-pixel.

Pada LabVIEW terdapat 2 toolkit matching, yaitu Grayscale matching serta Geometric matching. Seperti namanya pada operasi grayscale matching citra sumber dan citra template merupakan citra grayscale. Sedangkan geometric matching memiliki input berupa informasi edge citra template yang kemudian dibandingkan dengan citra sumber.

Dalam penggunaannya penulis menggunakan keduanya sebagai pendeteksi keabsahan serta nominal mata uang input yang akan dideteksi.

## 2.8 Mata Uang Input

Dalam penelitian kali ini, digunakan uang input US Dollar (Dolar Amerika) dengan

nominal 1, 2, 5, 10. US Dollar yang merupakan mata uang resmi Amerika Serikat dan digunakan secara luas di dunia internasional sebagai kurs cadangan devisa di luar Amerika Serikat. Penerbitan uang US Dollar dikontrol oleh sistem perbankan federal reserve.

Berikut ini merupakan citra dari uang input yang dapat dideteksi oleh alat ini:



Gambar 6 US Dollar pecahan 1 US Dollar



Gambar 7 US Dollar pecahan 2 US Dollar



Gambar 8 US Dollar pecahan 5 US Dollar



Gambar 9 US Dollar pecahan 10 US Dollar

## 2.9 Operasi Penukaran Nilai Uang

Operasi penukaran uang dilakukan dengan cara melakukan pengalihan antara kurs beli yang berlaku terhadap nilai nominal absah yang dikenali. Secara umum kaidah penukaran uang menggunakan penyedia jasa sebagai objektif yang memberikan nilai kurs jual dan beli secara berkala tergantung nilai kurs yang berlaku secara global.

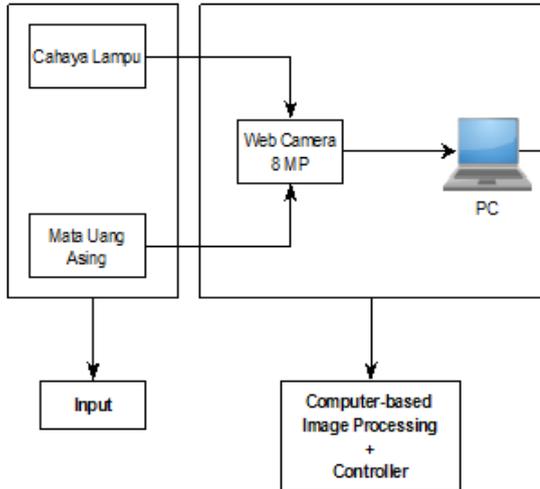
Penentuan penggunaan beli atau jual dilihat dari pihak penyedia jasa, artinya untuk setiap kurs beli penyedia jasa melakukan pembelian terhadap mata uang asing yang akan ditransaksikan, sementara itu apabila kurs jual berarti penyedia jasa

melakukan penjualan mata uang asing terhadap pengguna jasa.

(4)

## 2.10 Gambaran Umum Sistem

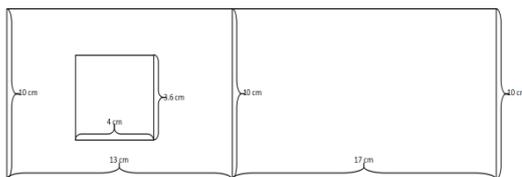
Secara umum, sistem identifikasi ini terdiri dari bagian sebagai berikut:



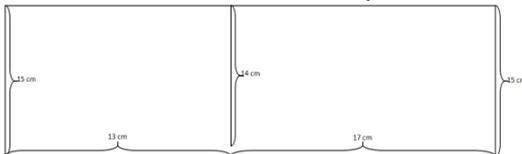
**Gambar 10** gambaran umum sistem

Dari gambar diatas, sistem deteksi terdapat 2 bagian utama. Yaitu, input yang didalamnya terdapat mekanik cahaya lampu serta mata uang input yang kemudian akan diambil citranya menggunakan kamera web dengan resolusi 8MP. Setelah itu, dilakukan pengolahan citra pada PC dengan menggunakan software LabVIEW.

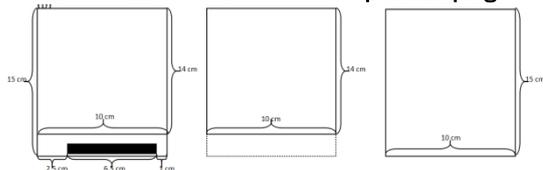
Berikut ini merupakan desain dari mekanik sistem:



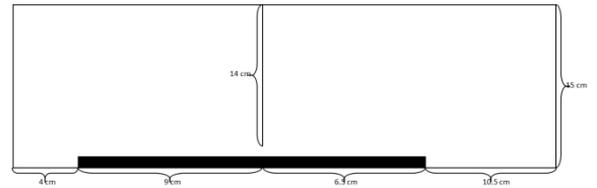
**Gambar 11** mekanik sistem tampak atas



**Gambar 12** mekanik sistem tampak samping



**Gambar 13** mekanik sistem tampak depan

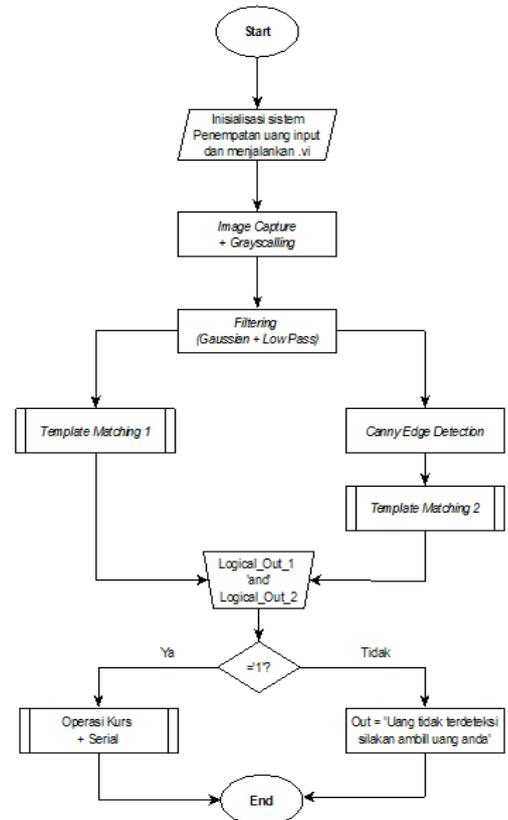


**Gambar 14** mekanik sistem pada saat ditempatkan uang input

Pada bagian pengambil citra terdapat 4 buah bagian LED sebagai sumber cahaya. Jarak antara mata kamera dengan uang input adalah 15 cm serta jarak antara mata uang input dengan ujung paling depan adalah 4 cm (penempatan uang berada pada 4 cm menjorok kebagian dalam, hal ini dimaksudkan agar bagian yang akan dilakukan template matching tersapu oleh kamera pada saat pengambilan citra).

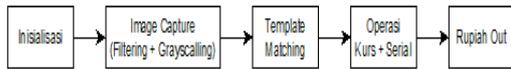
## 2.11 Flowchart dan Blok Diagram Sistem

Pada sub bab ini, penulis menjelaskan mengenai flowchart serta blok diagram sistem sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan. Berikut adalah flowchart sistem identifikasi dan serial out sebagai output lain sistem ini (apabila ingin dilakukan penambahan aktuator pada output):



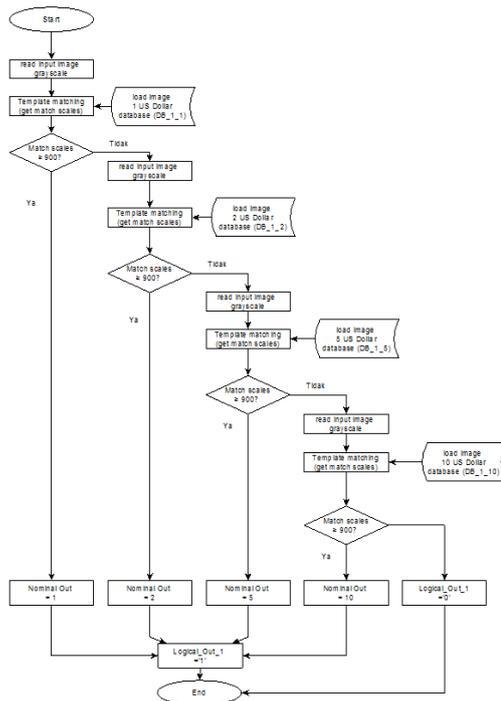
**Gambar 15** flowchart sistem secara keseluruhan

Dalam diagram tersebut diatas, keseluruhan sistem dapat disimpulkan sebagai berikut:

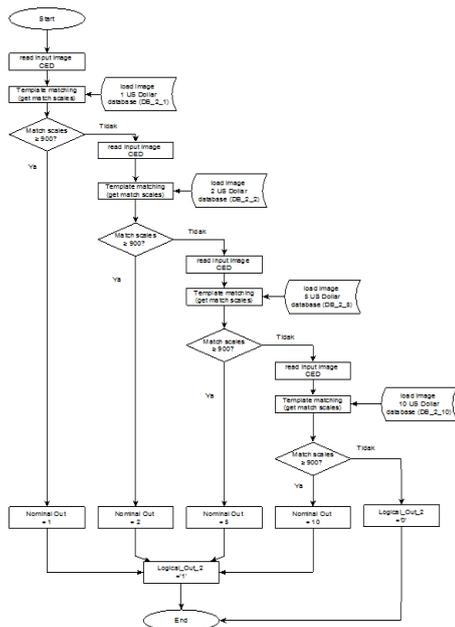


Gambar 16 gambaran umum sistem

Pada gambar 15 terdapat 2 buah operasi template matching, template matching 1 dan template matching 2. Di dalamnya terdapat algoritma sebagai berikut:

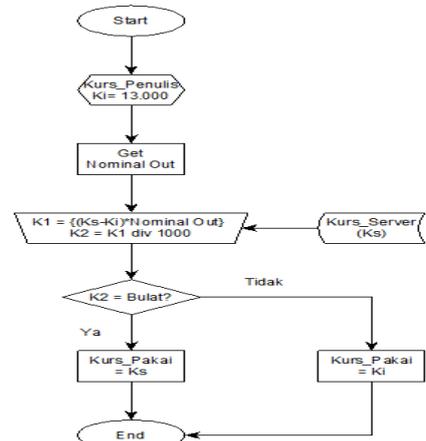


Gambar 17 flowchart template matching 1

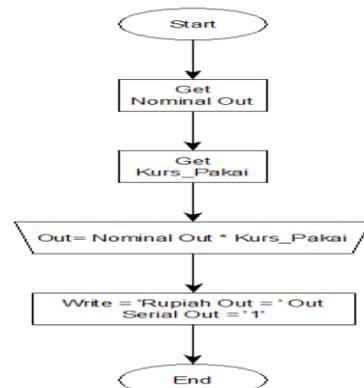


Gambar 18 flowchart template matching 2

Pada gambar 15 juga terdapat operasi kurs + serial, operasi ini dimaksudkan untuk melakukan pembulatan kurs untuk uang input yang mungkin memiliki nilai yang tidak dapat dibagi menggunakan uang 1000 rupiah selaku luaran paling kecil dari sistem identifikasi ini, dalam operasi kurs + serial terdapat algoritma sebagai berikut:



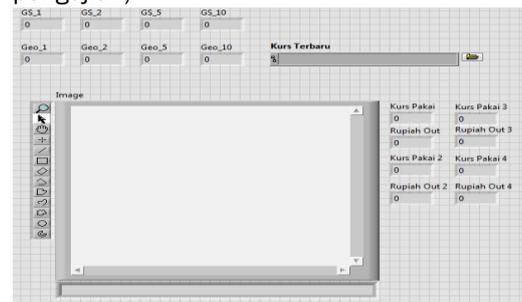
Gambar 19 flowchart sistem penentu kurs pengali



Gambar 20 flowchart sistem penentu luaran serta serial

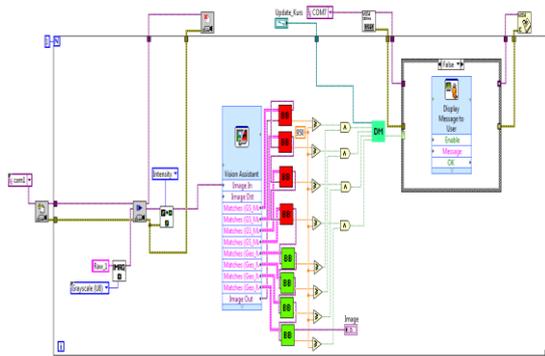
## 2.12 Implementasi pada LabVIEW

Pada bagian front panel LabVIEW terdapat HMI sebagai berikut (merupakan HMI Prototype yang ditujukan untuk melakukan pengujian):



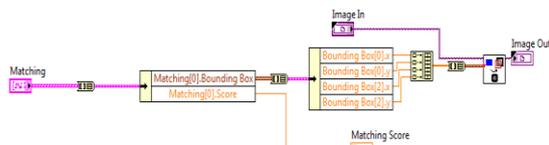
Gambar 21 front panel LabVIEW

Dengan graphical code pada bagian block diagram sebagai berikut:



Gambar 22 block diagram pada sistem identifikasi

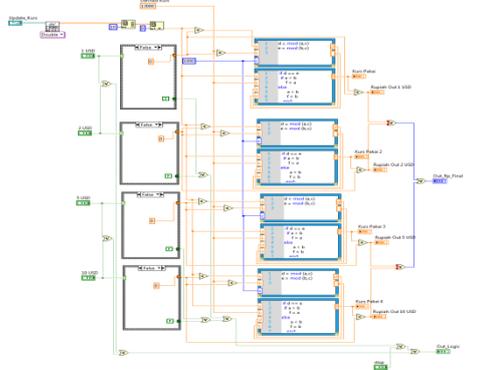
Dengan bagian block diagram pada BB (Bounding Box, dimaksudkan untuk melakukan Bounding pada nilai Matching >900) merah terdapat operasi sebagai berikut:



Gambar 23 block diagram pada bagian BB Merah

Pada gambar 23 nilai matching diekstraksi, kemudian diambil bounding box serta nilai matching dari template tertentu (terdapat satu operasi BB merah dan BB hijau untuk setiap nilai uang sehingga total operasi BB merah dan BB hijau adalah 8). BB hijau juga memiliki struktur block diagram yang sama, hanya saja input yang berbeda yaitu geometric matching sedangkan BB merah adalah grayscale matching.

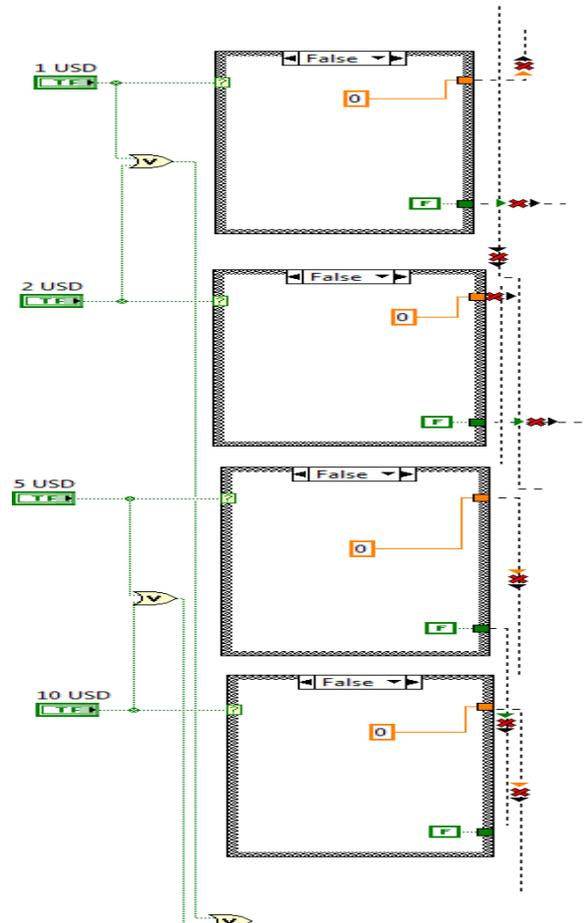
Pada gambar 22 terdapat DM (decision maker, merupakan operator penentu kurs dan penentu luaran rupiah). Di dalamnya terdapat block diagram sebagai berikut:



Gambar 24 block diagram pada bagian DM

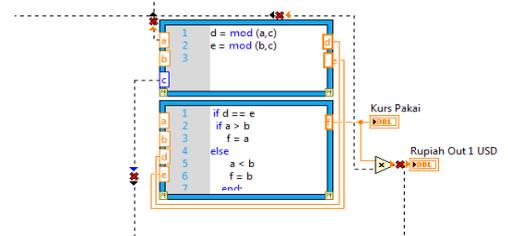
Pada gambar 24 diatas, terdapat 3 buah operasi penting, yaitu melakukan

penentuan logika boolean luaran dari sistem pengenalan uang, melakukan pemanggilan file database kurs, serta menentukan kurs yang akan digunakan sesuai dengan nominal yang dideteksi. Berikut merupakan bagian-bagian utama dari sistem DM ini:



Gambar 25 penentu nilai USD sesuai dengan hasil deteksi

Pada gambar 25 block diagram tersebut dimaksudkan untuk mendeteksi nilai mata uang input apabila nilai grayscale matching dan geometric matching memiliki output yang sama (logika and). Selain operator tersebut, terdapat pula operator penentu kurs yang dapat diwakilkan oleh block diagram sebagai berikut:



Gambar 26 penentu nilai kurs serta rupiah out

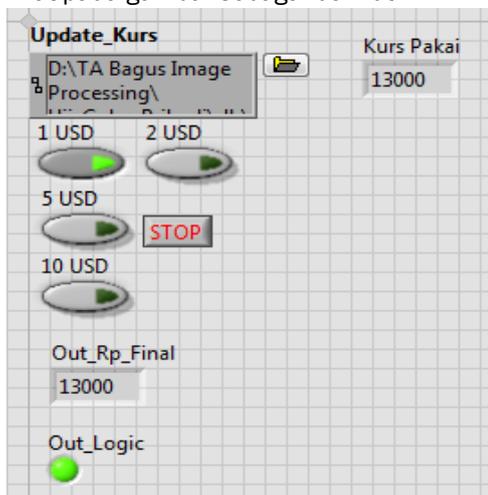
Pada gambar 26 terdapat operasi penentu nilai kurs yang akan digunakan serta nilai rupiah yang akan dikeluarkan oleh sistem.

Luaran sistem apabila terdapat nilai USD tertentu dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 27 luaran dari DM

Simulasi ketika luaran DM 1 USD dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 28 hasil front panel sistem ketika output DM = 1 USD

Keseluruhan sistem dinyatakan memenuhi keinginan ketika luaran dari grayscale matching dan geometric matching adalah sama. Oleh karena itu, pengujian atau analisa sistem ini difokuskan pada sistem image processing pada alat ini.

### 2.13 Skenario Pengujian

Pengujian sistem ini difokuskan pada pengujian keakurasian template matching yang digunakan pada penelitian kali ini, untuk mendapatkan persentase tertentu, pengujian dilakukan 10 kali dengan menggunakan uang asli sebagai input yang kemudian nilainya dibandingkan dengan masing-masing template baik menggunakan grayscale matching maupun geometric matching yang kemudian disajikan dalam bentuk tabel yang ditujukan sebagai indikasi kebenaran serta mengetahui luaran masing-masing mata uang input dan respon template lain terhadap input mata uang lainnya

### 2.14 Pengujian dan Analisa

Pengujian sistem dilakukan dengan meletakkan uang asli sesuai dengan instruksi (4 cm dari bagian terluar alat), didapat nilai sebagai berikut:

| Uji ke- | Gray Scale Matching |         |         | Geometric Matching |         |         |         |          |
|---------|---------------------|---------|---------|--------------------|---------|---------|---------|----------|
|         | 1 US \$             | 2 US \$ | 5 US \$ | 10 US \$           | 1 US \$ | 2 US \$ | 5 US \$ | 10 US \$ |
| 1       | 955.62              | 0       | 0       | 0                  | 951.33  | 0       | 0       | 920.45   |
| 2       | 951.09              | 0       | 0       | 0                  | 940.41  | 0       | 0       | 928.18   |
| 3       | 953.89              | 0       | 0       | 0                  | 965.23  | 0       | 0       | 0        |
| 4       | 956.22              | 0       | 0       | 0                  | 959.67  | 0       | 0       | 904.03   |
| 5       | 954.80              | 0       | 0       | 0                  | 950.64  | 0       | 0       | 919.76   |
| 6       | 952.22              | 0       | 0       | 0                  | 945.25  | 0       | 0       | 0        |
| 7       | 950.75              | 0       | 0       | 0                  | 953.02  | 0       | 0       | 0        |
| 8       | 949.64              | 0       | 0       | 0                  | 959.23  | 0       | 0       | 0        |
| 9       | 948.78              | 0       | 0       | 0                  | 943.86  | 0       | 0       | 0        |
| 10      | 948.51              | 0       | 0       | 0                  | 957.08  | 0       | 0       | 0        |

Tabel 1 hasil uji 1 US Dollar asli terhadap seluruh template

Uji coba 1 USD menghasilkan bahwa keakurasian deteksi operator 1 USD terhadap template 1 USD adalah 100%, sedangkan untuk operator 10 USD pada saat pengujian geometric matching memberikan nilai pada saat pengujian ke-1, -2, -4, dan -5 keakurasian operator ini terhadap template 1 USD adalah 60%.

| Uji ke- | Gray Scale Matching |         |         |          | Geometric Matching |         |         |          |
|---------|---------------------|---------|---------|----------|--------------------|---------|---------|----------|
|         | 1 US \$             | 2 US \$ | 5 US \$ | 10 US \$ | 1 US \$            | 2 US \$ | 5 US \$ | 10 US \$ |
| 1       | 0                   | 956.17  | 0       | 0        | 0                  | 936.05  | 0       | 0        |
| 2       | 0                   | 951.58  | 0       | 0        | 0                  | 932.93  | 0       | 0        |
| 3       | 0                   | 952.04  | 0       | 0        | 0                  | 946.19  | 0       | 0        |
| 4       | 0                   | 950.48  | 0       | 0        | 0                  | 944.32  | 0       | 907.01   |
| 5       | 0                   | 950.36  | 0       | 0        | 0                  | 927.87  | 0       | 929.43   |
| 6       | 0                   | 949.95  | 0       | 0        | 0                  | 945.08  | 0       | 0        |
| 7       | 0                   | 949.92  | 0       | 0        | 0                  | 942.77  | 0       | 0        |
| 8       | 0                   | 950.31  | 0       | 0        | 0                  | 936.3   | 0       | 0        |
| 9       | 0                   | 949.47  | 0       | 0        | 0                  | 942.41  | 0       | 0        |
| 10      | 0                   | 948.29  | 0       | 0        | 0                  | 946.05  | 0       | 0        |

Tabel 2 hasil uji 2 US Dollar asli terhadap seluruh template

Uji coba 2 USD menghasilkan bahwa keakurasian deteksi operator 2 USD

terhadap template 2 USD adalah 100%, sedangkan untuk operator 10 USD pada saat pengujian geometric matching memberikan nilai pada saat pengujian ke-4, dan -5 keakurasian operator ini terhadap template 1 USD adalah 80%.

| Uji ke- | Gray Scale Matching |         |         |          | Geometric Matching |         |         |          |
|---------|---------------------|---------|---------|----------|--------------------|---------|---------|----------|
|         | 1 US \$             | 2 US \$ | 5 US \$ | 10 US \$ | 1 US \$            | 2 US \$ | 5 US \$ | 10 US \$ |
| 1       | 0                   | 0       | 981.67  | 0        | 0                  | 0       | 945.47  | 0        |
| 2       | 0                   | 0       | 978.40  | 0        | 0                  | 0       | 938.86  | 0        |
| 3       | 0                   | 0       | 978.74  | 0        | 0                  | 0       | 960.47  | 921.24   |
| 4       | 0                   | 0       | 978.03  | 0        | 0                  | 0       | 951.18  | 0        |
| 5       | 0                   | 0       | 977.42  | 0        | 0                  | 0       | 933.29  | 0        |
| 6       | 0                   | 0       | 977.48  | 0        | 0                  | 0       | 931.88  | 0        |
| 7       | 0                   | 0       | 977.28  | 0        | 0                  | 0       | 941.63  | 0        |
| 8       | 0                   | 0       | 977.08  | 0        | 0                  | 0       | 935.79  | 0        |
| 9       | 0                   | 0       | 977.1   | 0        | 0                  | 0       | 944.06  | 0        |
| 10      | 0                   | 0       | 976.61  | 0        | 0                  | 0       | 933.64  | 0        |

Tabel 3 hasil uji coba 5 US Dollar terhadap seluruh template

Uji coba 5 USD menghasilkan bahwa keakurasian deteksi operator 5 USD terhadap template 5 USD adalah 100%, sedangkan untuk operator 10 USD pada saat pengujian geometric matching memberikan nilai pada saat pengujian ke-3 keakurasian operator ini terhadap template 5 USD adalah 90%.

| Uji ke- | Gray Scale Matching |         |         |          | Geometric Matching |         |         |          |
|---------|---------------------|---------|---------|----------|--------------------|---------|---------|----------|
|         | 1 US \$             | 2 US \$ | 5 US \$ | 10 US \$ | 1 US \$            | 2 US \$ | 5 US \$ | 10 US \$ |
| 1       | 0                   | 0       | 0       | 972.89   | 0                  | 0       | 0       | 980.20   |
| 2       | 0                   | 0       | 0       | 970.72   | 0                  | 0       | 0       | 978.95   |
| 3       | 0                   | 0       | 0       | 971.23   | 0                  | 0       | 0       | 972.75   |
| 4       | 0                   | 0       | 0       | 971.54   | 0                  | 0       | 0       | 977.73   |
| 5       | 0                   | 0       | 0       | 970.16   | 0                  | 0       | 0       | 977.22   |
| 6       | 0                   | 0       | 0       | 970.23   | 0                  | 0       | 0       | 975.62   |
| 7       | 0                   | 0       | 0       | 969.99   | 0                  | 0       | 0       | 977.16   |
| 8       | 0                   | 0       | 0       | 970.69   | 0                  | 0       | 0       | 977.27   |
| 9       | 0                   | 0       | 0       | 970.17   | 0                  | 0       | 0       | 974.77   |
| 10      | 0                   | 0       | 0       | 971.08   | 0                  | 0       | 0       | 982.16   |

Tabel 4 hasil uji 10 US Dollar asli terhadap seluruh template

Uji coba 10 USD menghasilkan bahwa keakurasian deteksi operator 10 USD terhadap template 10 USD adalah 100%. Untuk operator lain menghasilkan nilai 0, artinya seluruh template ketika deteksi 10

USD telah berada pada tempatnya atau sesuai dengan image deteksi.

### 3 Kesimpulan

Pada penelitian kali ini didapat kesimpulan-kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil uji coba antar template memiliki keakurasian 100% untuk template 1 US Dollar, 100% untuk template 2 US Dollar, 100% untuk template 5 US Dollar, sedangkan untuk template 10 US Dollar memiliki keakurasian yang bervariasi dengan rata-rata 82.5% hal ini disebabkan oleh informasi citra template yang terekstraksi tidak sesuai dengan citra sumber
2. Dengan adanya penelitian ini didapat waktu transaksi yang lebih cepat dibandingkan dengan transaksi face to face dengan tingkat keakurasian yang tinggi
3. Sumber daya manusia yang digunakan pun menjadi lebih efisien, hal ini karena tidak perlu adanya campur tangan operator penyedia jasa dalam operasi penukaran uang ini
4. Dengan keakurasian yang tinggi ini, alat ini mampu menghindari penggunaan uang dollar palsu di kalangan masyarakat

### 4 Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis panjatkan pada Allah SWT. Karena atas karuniNya lah penulis mampu menyelesaikan karya ilmiah ini, tak lupa kedua orang tua penulis dan juga keluarga yang mendukung seluruh aktifitas dalam pembuatan karya ilmiah ini, serta bapak Iswahyudi Hidayat selaku dosen wali penulis, bapak Sigit Yuwono M.Sc,PhD selaku Ka-Prodi S1-Teknik Elektro Universitas Telkom, dan juga bapak Angga Rusdinar PhD selaku pembimbing 1, serta ibu Suci Aulia,S.T,M.T selaku pembimbing 2 dalam penulisan karya ilmiah ini, dan juga seluruh pihak yang membantu dalam penyusunan karya ilmiah ini penulis ucapkan banyak terima kasih.

### 5 Daftar Pustaka

- [1] National Instrument Corporation, "Introduction to LabVIEW 8 in 6 Hours"
- [2] *Pengertian Web Cam dan Fungsinya*.2011.

<http://wahyu.blog.fisip.uns.ac.id/2011/12/06/pengertian-web-cam-dan-fungsinya/>

- [3] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, 2002, Digital Image Processing, Addison-Wesley Publishing Company Inc., USA
- [4] Telemark University College, "Control and Simulation in LabVIEW"
- [5] Gómez Rubén Posada, dkk. 2011, Digital Image Processing Using LabVIEW. Available from :  
<http://www.intechopen.com/books/practical-applications-and-solutions-using-labview-software/digital-image-processing-using-labview>
- [6] National Instrument Corporation, "Image Acquisition and Processing with LabVIEW"
- [7] T. Mahalakshmi, dkk. Review Article : An Overview of Template Matching Technique in Image Processing. Published : December 15, 2012. School of Computing, SASTRA University.