

# PERBANDINGAN PENGGUNAAN PARAMETER *DISCRETE COSINE TRANSFORM* DAN PARAMETER MOMEN *ZERNIKE* DALAM MENGINDEKS CITRA

Saptadi Nugroho, Junibakti Sanubari, dan Darmawan Utomo

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik – UKSW  
Jalan Diponegoro 52-60, Salatiga 50711  
email : [saptadi\\_nugroho@yahoo.com](mailto:saptadi_nugroho@yahoo.com); [jsawitri@hotmail.com](mailto:jsawitri@hotmail.com)

## Intisari

Makalah ini membahas perbandingan antara penggunaan parameter *Discrete Cosine Transform* dan momen *Zernike* dalam sistem pengenalan sinyal 2 dimensi. Citra diproses dengan menggunakan metoda momen *Zernike* dan *Discrete Cosine Transform* sehingga diperoleh indeks citra. Indeks citra tersebut dipakai sebagai parameter citra yang dapat digunakan sebagai identitas untuk mengenali citra. Nilai rata-rata pengenalan citra terhadap perbedaan sudut rotasi, penambahan derau dan perbedaan ukuran pada citra untuk seluruh percobaan yang telah dilakukan dengan pemakaian parameter *Discrete Cosine Transform* diperoleh nilai sebesar 33.25% sedangkan dengan parameter momen *Zernike* diperoleh nilai 84.76%.

**Kata kunci:** Momen *Zernike*, *Discrete Cosine Transform*, Pohon R

## 1. Pendahuluan

Informasi data citra yang disimpan di dalam basis data memiliki posisi, ukuran dan orientasi yang berbeda. Dalam proses pengenalan citra secara otomatis, perlu cara yang efektif untuk menemukan citra-citra yang sama walaupun citra tersebut memiliki posisi, ukuran dan orientasi yang berbeda. Permasalahan utamanya adalah penggunaan cara yang efektif untuk menganalisa pola pada citra sehingga citra tersebut dapat dikenali secara otomatis.

Makalah ini akan membahas tentang perbandingan dua metoda pengolahan citra untuk memperoleh indeks citra yang dapat digunakan sebagai parameter identitas citra. Indeks citra yang berupa parameter-parameter momen *Zernike* diperoleh dari proses penggunaan metoda momen *Zernike*, sedangkan indeks citra yang berupa parameter-parameter *Discrete Cosine Transform* diperoleh dari proses penggunaan metoda *Discrete Cosine Transform*. Indeks citra tersebut akan disimpan dan diperoleh kembali dari basis data citra dengan menggunakan algoritma *Pohon R* yang dapat menangani indeks multidimensi. Keefektifan dalam penggunaan parameter momen *Zernike* dan parameter *Discrete Cosine Transform* sebagai indeks multidimensi akan dibandingkan.

Terlebih dahulu sebelum diproses dengan metoda momen *Zernike* dan *Discrete Cosine Transform*, citra yang dimasukkan akan dinormalisasi tingkat kecerahannya. Selanjutnya citra tersebut diproses dengan menggunakan metoda momen *Zernike* atau *Discrete Cosine Transform* untuk mendapatkan indeks citra. Kemudian parameter-parameter yang berupa indeks citra dari hasil proses tersebut

disimpan dengan menggunakan algoritma struktur *Pohon R*. Setiap parameter citra hasil ekstraksi akan dibandingkan kesamaannya dengan parameter citra yang sudah ada di dalam basis data citra. Jika parameter hasil ekstraksi dan parameter citra yang ada di dalam basis data citra itu sama, maka sistem akan mengeluarkan citra beserta parameter dan informasi tentang citra tersebut. Informasi tentang citra bisa berupa posisi data citra di dalam basis data. Selanjutnya dilakukan penelitian berapa banyak citra yang dapat dikenali dan diperoleh dari keluaran sistem basis data tersebut.

## 2. Discrete Cosine Transform

*Discrete Cosine Transform* merupakan salah satu teknik kompresi data yang mempunyai sifat transformasi “energy compaction”, yaitu memusatkan sebagian besar energi yang dibawa oleh koefisien-koefisien dalam citra asal pada suatu daerah pada hasil transformasi. Dengan adanya sifat *energy compaction* ini, koefisien hasil transformasi tidak perlu dianalisa secara keseluruhan. Analisa perhitungan cukup dilakukan pada sebagian koefisien hasil transformasi yang mempunyai pusat energi. Penggunaan *Discrete Cosine Transform* dalam proses pencarian data citra dilakukan supaya keefektifan dalam penggunaan parameter momen Zernike dan parameter *Discrete Cosine Transform* dalam proses pencarian data citra dapat dibandingkan.

Transformasi *Discrete Cosine Transform* untuk sebuah data citra digital  $f(x, y)$  dua dimensi berukuran  $M \times N$  didefinisikan sebagai berikut :

$$a(k, l) = c(k)c(l) \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \left( \cos \frac{p(2x+1)k}{2M} \right) \left( \cos \frac{p(2y+1)l}{2N} \right) \quad (1)$$

di mana

$$c(k) = \begin{cases} 1/\sqrt{M} & \text{jika } k = 0; \\ \sqrt{2/M} & \text{jika } 1 \leq k \leq M-1; \end{cases}$$

$$c(l) = \begin{cases} 1/\sqrt{N} & \text{jika } l = 0; \\ \sqrt{2/N} & \text{jika } 1 \leq l \leq N-1; \end{cases}$$

## 3. Momen Zernike

Momen *Zernike* adalah suatu proyeksi fungsi citra dalam sebuah kumpulan polynomial-polynomial kompleks yang berbentuk fungsi dasar orthogonal dalam suatu unit lingkaran [1]. Bentuk polynomial ini adalah [2] :

$$V_{nm}(x, y) = V_{nm}(r, q) = R_{nm}(r) \exp(jmq) \quad (2)$$

di mana :

$$n = \text{bilangan bulat positif atau nol.}$$

$m$  = bilangan bulat positif dan negatif yang berulang-ulang memenuhi persyaratan

$n-|m|$  adalah genap dan  $|m| \leq n$ .

$\rho$  = panjang vector dari pusat ke posisi *pixel*  $(x,y)$  yang memenuhi persyaratan  $\rho \leq 1$ .

$\theta$  = sudut antara vector  $\rho$  dan sumbu koordinat  $x$  berlawanan arah jarum jam.

$R_{nm}(\rho)$  adalah radial polynomial yang didefinisikan sebagai berikut :

$$R_{nm}(\rho) = \sum_{s=0}^{(n-|m|)/2} (-1)^s \frac{(n-s)!}{s!((n+|m|)/2-s)!((n-|m|)/2-s)!} \rho^{n-2s} \quad (3)$$

catatan :  $R_{n,m}(r) = R_{n,-m}(r)$ .

$s$  = bilangan bulat positif atau nol,  $0 \leq s \leq (n-|m|)/2$ .

Momen Zernike orde  $n$  dengan perulangan  $m$  untuk fungsi citra kontinyu  $f$  di dalam suatu bidang koordinat polar, mempunyai bentuk :

$$A_{nm} = \frac{n+1}{\pi} \int_0^1 \int_0^{2\pi} f(\rho, \theta) V_{nm}^*(\rho, \theta) \rho d\rho d\theta \quad (4)$$

#### 4. Struktur Data Pohon R

Indeks data dari hasil proses dengan menggunakan metoda momen *Zernike* atau *Discrete Cosine Transform* merupakan indeks data yang multidimensi. Algoritma Pohon R dipakai untuk menangani indeks data citra yang multidimensi. Pohon R ini memiliki struktur yang tingginya seimbang dan dapat menangani obyek persegi panjang yang multidimensi.

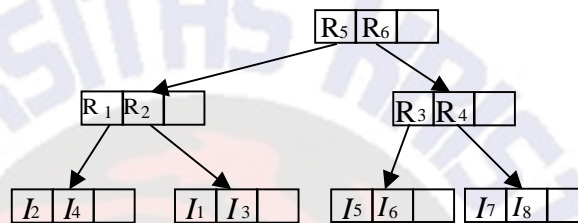
Node daun Pohon R terdiri dari penunjuk data yang menunjuk ke sebuah data dalam sistem basis data dan persegipanjang terkecil yang mengandung indeks data yang multidimensi. Node bukan daun Pohon R terdiri dari penunjuk anak merupakan sebuah alamat node anak di bawahnya dan persegipanjang terkecil ( minimum bounding rectangle = MBR ) yang mengandung semua persegipanjang yang berada dalam node anak di bawahnya [3].

Setiap node dalam Pohon R dapat diisi lebih dari satu masukan (entry). Sebuah citra diwakili oleh sebuah indeks data yang multidimensi. Indeks tersebut dimasukkan secara urut satu per satu dari nomor indeks terkecil sampai dengan nomor indeks yang terbesar.

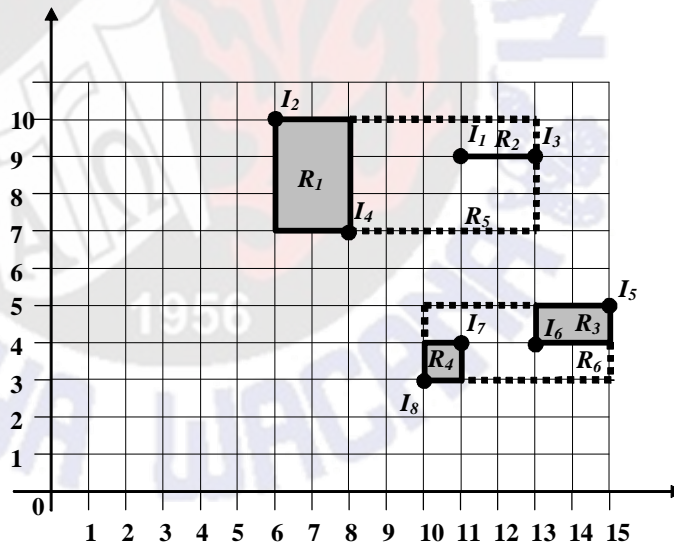
Gambar 1 menunjukkan bentuk pohon R untuk delapan indeks citra (  $I_1, I_2, I_3, I_4, \dots, I_8$  ). Peliputan hubungan antar persegi panjang pada struktur pohon R ditunjukkan oleh gambar 2. Jumlah indeks maksimum dalam sebuah node Pohon R ini adalah tiga. Tabel 1 berikut ini menunjukkan nomor indeks dari citra.

Tabel 1. Tabel indeks multidimensi citra.

Nomor indeks	Parameter Citra
$I_1$	11, 9
$I_2$	6, 10
$I_3$	13, 9
$I_4$	8, 7
$I_5$	15, 5
$I_6$	13, 4
$I_7$	11, 4
$I_8$	10, 3



Gambar 1. Contoh ilustrasi sebuah struktur Pohon R dengan delapan indeks.



Gambar 2. Peliputan hubungan antar persegi panjang pada struktur Pohon R.

Dalam proses perbandingan digunakan nilai toleransi kesalahan untuk mengukur kesamaan antara dua buah indeks multidimensi. Nilai *Toleransi Kesalahan* ( $\epsilon_R$ ) antara citra asli ( $S$ ) dan citra yang ditanyakan ( $Q$ ) didefinisikan sebagai berikut [4]:

$$e_R(S, Q) = \left( \sum_{i=1}^d |Q_i - S_i|^2 \right)^{1/2} \quad (5)$$



di mana

$S_i$  = indeks dimensi ke- $i$  dari data citra asli yang disimpan.

$Q_i$  = indeks dimensi ke- $i$  dari data citra yang ditanyakan.

$d$  = jumlah dimensi dalam satu indeks.

Indeks multidimensi citra yang berada dalam basis data citra akan dianggap sama dengan indeks multidimensi citra masukkan jika

$$e_R(S, Q) \leq t \quad (6)$$

$t$  adalah nilai toleransi kesalahan yang telah ditetapkan [5].

## 5. Hasil Percobaan

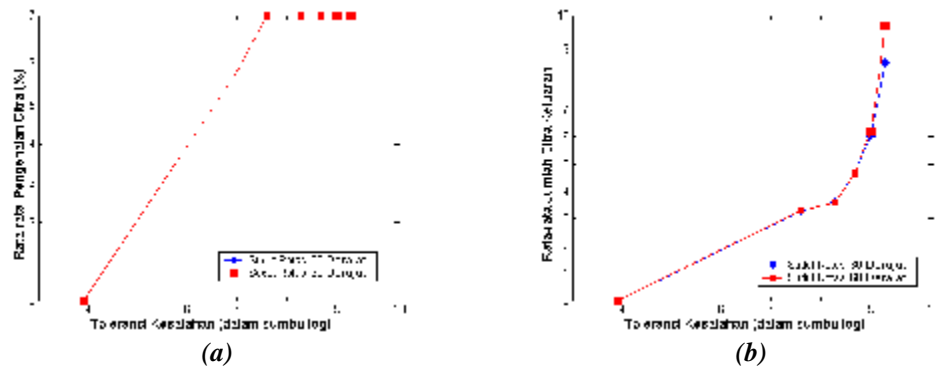
Gambar 3 berikut ini menunjukkan contoh kriteria pengenalan citra .



Gambar 3 Kriteria pengenalan citra.

Gambar 3(a) menunjukkan bentuk citra yang dikenali yaitu karakter citra huruf 'R'. Gambar 3(b) menunjukkan citra yang tidak dikenali di mana citra tersebut berbentuk karakter angka '4', huruf 'C', huruf 'F' dan huruf 'S'.

Percobaan penggunaan metoda *Discrete Cosine Transform* dan metoda momen *Zernike* dalam proses pencarian data citra dilakukan supaya keefektifan penggunaan parameter *Discrete Cosine Transform* dapat dibandingkan dengan keefektifan penggunaan parameter momen *Zernike*. Jumlah dimensi dalam indeks citra *Pohon R* yang akan dipakai dalam percobaan ini ditentukan oleh jumlah parameter *Discrete Cosine Transform* dari hasil perhitungan dengan menggunakan algoritma *Discrete Cosine Transform*. Jumlah parameter *Discrete Cosine Transform* yang digunakan dalam percobaan ini adalah 5 parameter. Grafik berikut ini adalah grafik rata-rata pengenalan citra dan rata-rata jumlah citra dari keluaran basis data citra untuk beberapa nilai orde, toleransi kesalahan dan sudut rotasi tertentu.

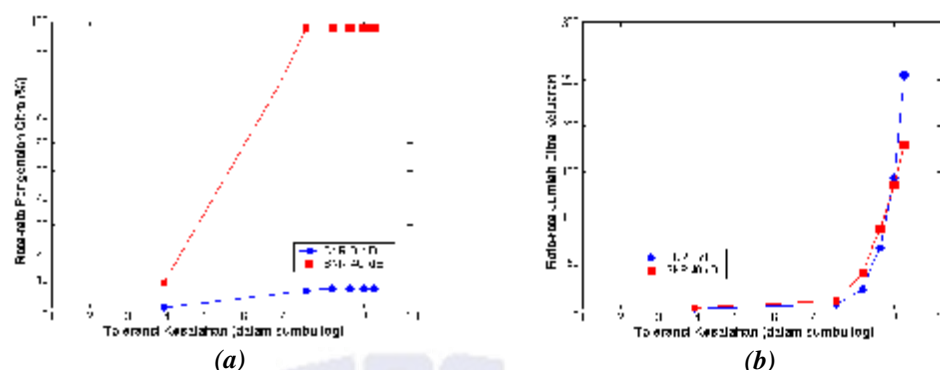


Gambar 4. Grafik rata-rata pengenalan citra dan rata-rata jumlah citra keluaran terhadap toleransi kesalahan untuk sudut rotasi 30 derajat dan 60 derajat dengan pemakaian parameter Discrete Cosine Transform.

Grafik yang tertera dalam Gambar 4 di atas merupakan grafik nilai rata-rata pengenalan citra dan nilai rata-rata jumlah citra keluaran dari hasil pencarian data citra masukan yang sudah diputar dengan sudut rotasi 30° dan 60°.

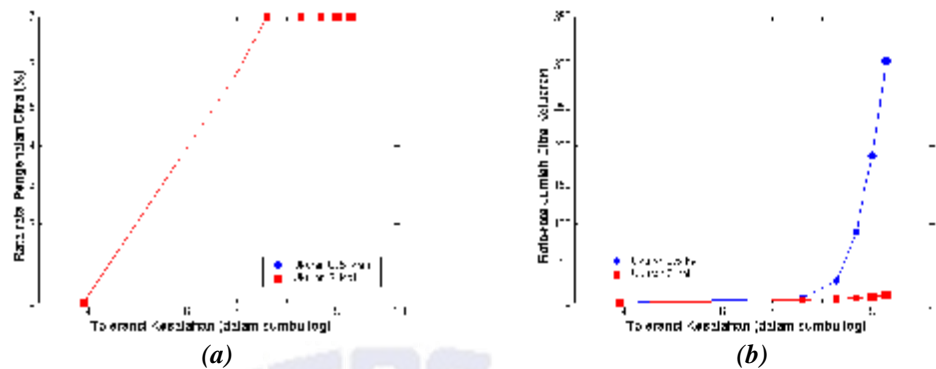
Dari hasil percobaan pada Gambar 4(a) dapat dilihat bahwa nilai rata-rata pengenalan citra di bawah 8 % dengan nilai toleransi kesalahan yaitu  $2000 \leq \epsilon_R \leq 10000$ , yang berarti ayunan nilai parameter-parameter *Discrete Cosine Transform* citranya sangat besar setelah citra diputar dengan sudut rotasi 30° dan 60°. Dengan pemakaian 5 parameter momen *Zernike* diperoleh nilai rata-rata pengenalan citra 95.02 % sedangkan dengan pemakaian 5 parameter *Discrete Cosine Transform* 19.28 % untuk seluruh nilai toleransi kesalahan dan sudut rotasi. Dari hasil percobaan ini dapat disimpulkan bahwa parameter *Discrete Cosine Transform* tidak efektif digunakan dalam proses pencarian data citra karena nilai rata-rata pengenalan citra terhadap perbedaan sudut rotasi citranya rendah. Jika keefektifan pemakaian antara 5 parameter *Discrete Cosine Transform* dengan 5 parameter orde ke-8 momen *Zernike* dibandingkan, maka dapat disimpulkan bahwa pemakaian 5 parameter orde ke-8 momen *Zernike* lebih efektif dari pada pemakaian 5 parameter *Discrete Cosine Transform* dalam proses pencarian data citra setelah citra diputar dengan sudut rotasi 30° dan 60°.

Selanjutnya nilai rata-rata pengenalan citra dan rata-rata jumlah citra keluaran dari hasil pencarian data citra masukan yang sudah dicampur dengan derau pada nilai SNR 0 dB dan 40 dB dapat dilihat dalam Gambar 5.



Gambar 5. Grafik rata-rata pengenalan citra dan rata-rata jumlah citra keluaran terhadap toleransi kesalahan untuk SNR 0 dB dan SNR 40 dB dengan pemakaian parameter *Discrete Cosine Transform*.

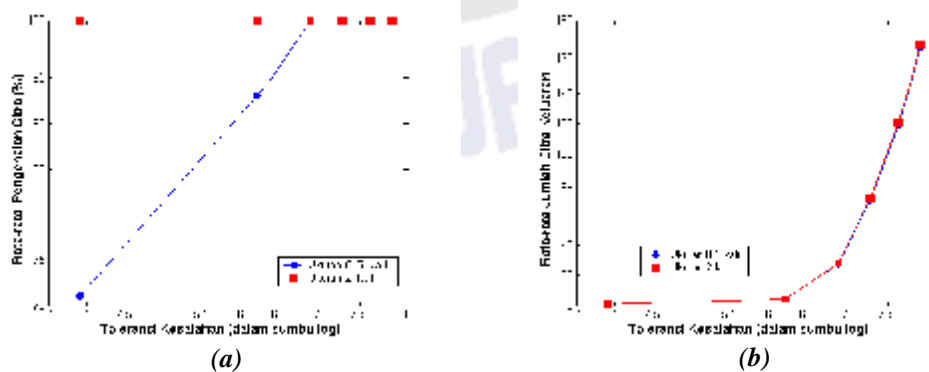
Dari hasil percobaan pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata pengenalan citra untuk SNR = 40 dB di atas 95% dengan nilai toleransi kesalahan yaitu  $2000 \leq \epsilon_R \leq 10000$ , yang berarti ayunan nilai parameter *Discrete Cosine Transform* citranya besar. Sedangkan nilai rata-rata pengenalan citra untuk SNR = 0 dB di bawah 8 % dengan nilai toleransi kesalahan yaitu  $2000 \leq \epsilon_R \leq 10000$ , yang berarti ayunan nilai parameter-parameter *Discrete Cosine Transform* -nya juga besar. Pada saat SNR 0 dB didapat nilai rata-rata pengenalan citra 45.53 % dengan pemakaian lima parameter momen *Zernike* sedangkan dengan pemakaian lima parameter *Discrete Cosine Transform* 3.40 % untuk seluruh nilai toleransi kesalahan yang dicoba. Pada saat SNR 40 dB didapat nilai rata-rata pengenalan citra 88.07 % dengan pemakaian lima parameter momen *Zernike* sedangkan dengan pemakaian lima parameter *Discrete Cosine Transform* 51.20 % untuk seluruh nilai toleransi kesalahan. Selanjutnya untuk seluruh percobaan dengan pemakaian beberapa parameter *Zernike* dan *Discrete Cosine Transform* diperoleh rata-rata pengenalan citra sebesar 30.93 % pada SNR 0 dB dan 71.47 % pada SNR 40 dB. Dari analisa di atas dapat disimpulkan bahwa jika derau yang tercampur dengan data citra semakin besar maka nilai rata-rata pengenalan citranya akan semakin rendah. Ayunan nilai parameter *Discrete Cosine Transform* citra akan berubah menjadi semakin besar. Ayunan nilai parameter *Discrete Cosine Transform* dan ayunan nilai magnitudo parameter momen *Zernike* akan berubah menjadi semakin besar jika derau yang tercampur dengan data citra semakin besar.



Gambar 6. Grafik rata-rata pengenalan citra dan rata-rata jumlah citra keluaran terhadap toleransi kesalahan untuk ukuran  $\frac{1}{2}$  kali dan 2 kali dengan pemakaian parameter Discrete Cosine Transform.

Hasil yang tertera dalam Gambar 6 di atas merupakan nilai rata-rata pengenalan citra dan rata-rata jumlah citra keluaran dari hasil pencarian data citra masukan terhadap perbedaan ukuran citra.

Dari hasil percobaan ini didapat nilai rata-rata pengenalan citra 13.10 % dengan pemakaian parameter *Discrete Cosine Transform* untuk seluruh nilai toleransi kesalahan dan nilai ukuran citra yang dicoba. Dari gambar 6 dapat disimpulkan bahwa nilai ayunan parameter *Discrete Cosine Transform* berubah banyak terhadap perubahan ukuran citra karena tidak dilakukan proses normalisasi citra. Selanjutnya apabila dilakukan normalisasi ukuran citra, maka diperoleh hasil nilai rata-rata pengenalan citra dan rata-rata jumlah citra keluaran seperti pada Gambar 7 berikut ini.



Gambar 7. Grafik rata-rata pengenalan citra dan rata-rata jumlah citra keluaran terhadap toleransi kesalahan untuk ukuran  $\frac{1}{2}$  kali dan 2 kali dengan pemakaian parameter Discrete Cosine Transform setelah proses normalisasi ukuran citra.

Dari hasil percobaan pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata pengenalan citra untuk citra yang diperkecil  $\frac{1}{2}$  kali dan citra yang diperbesar 2 kali



adalah di atas 90% dengan nilai toleransi kesalahan yaitu  $500 \leq \epsilon_R \leq 2500$ , yang berarti ayunan nilai magnitudo parameter-parameter *Discrete Cosine Transform* citranya juga masih besar setelah citra diubah ukurannya. Nilai rata-rata pengenalan citra setelah dilakukan proses normalisasi ukuran citra adalah 72.17 % dengan lima parameter *Discrete Cosine Transform* sedangkan dengan lima parameter *Zernike* 92 % untuk seluruh nilai toleransi kesalahan dan nilai ukuran citra yang dicoba. Nilai rata-rata pengenalan citra terhadap perbedaan sudut rotasi, penambahan derau dan perbedaan ukuran pada citra untuk seluruh percobaan yang telah dilakukan dengan pemakaian lima parameter *Discrete Cosine Transform* diperoleh nilai sebesar 33.25 % sedangkan dengan parameter orde ke-8 momen *Zernike* diperoleh nilai 84.76 %. Jika nilai parameter *Discrete Cosine Transform* dibandingkan dengan nilai magnitudo parameter momen *Zernike*, maka selisih perubahan ayunan nilai magnitudo parameter momen *Zernike* lebih kecil dari pada selisih perubahan ayunan nilai parameter *Discrete Cosine Transform*.

## 5. Kesimpulan

Parameter *Discrete Cosine Transform* tidak efektif digunakan dalam proses pencarian data citra yang memiliki perbedaan sudut rotasi karena nilai rata-rata pengenalan citra terhadap perbedaan sudut rotasi citranya rendah. Sedangkan momen *Zernike* citra memiliki sifat tidak berubah terhadap perputaran citra karena nilai magnitudo parameternya sedikit berubah walaupun citra telah diputar dengan sudut rotasi tertentu.

Nilai ayunan parameter *Discrete Cosine Transform* akan berubah banyak terhadap perubahan ukuran citra karena tidak dilakukan proses normalisasi citra. Demikian pula momen *Zernike* citra juga akan memiliki sifat tidak berubah terhadap perubahan ukuran citra apabila ukuran citra dinormalisasi. Namun momen *Zernike* dan parameter *Discrete Cosine Transform* citra memiliki sifat tidak tahan terhadap penambahan derau pada citra karena ayunan nilai magnitudo parameternya akan berubah semakin besar jika derau yang tercampur dengan data citra semakin besar.

Apabila nilai parameter *Discrete Cosine Transform* dibandingkan dengan nilai magnitudo parameter momen *Zernike*, maka selisih perubahan ayunan nilai magnitudo parameter momen *Zernike* lebih kecil dari pada selisih perubahan ayunan nilai parameter *Discrete Cosine Transform*. Sehingga dalam proses pencarian data citra, parameter momen *Zernike* lebih efektif digunakan dari pada parameter *Discrete Cosine Transform*.

## Daftar Pustaka

- [1] F.Zernike, “*Physica*,” vol.1, p. 689, 1934.
- [2] A. Khotanzad and Y.H. Hong, “**Invariant image recognition by Zernike moments**,” *IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell.*, vol. 12, no. 5, pp. 489-497, May 1990.
- [3] A. Gutmann, “**R-Trees a dynamic index structure for spatial searching**,” *Proceeding ACM SIGMOD*: pp. 47 – 57, 1984.

- [4] D. Utomo, "Similarity searching in medical image databases using R\*-Tree," M. Eng. Thesis, Asian Institute of Technology, School of Advanced Technology, Bangkok, December 1999.
- [5] S. Nugroho, "Mengindeks Citra dengan Memanfaatkan Parameter Zernike," Tugas Akhir, Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro, Univ. Kristen Satya Wacana, Salatiga, 2002.

## **Riwayat penulis**

### **Saptadi Nugroho**

Lahir di Semarang tanggal 28 April 1979. Memperoleh gelar S1 dari Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, pada bulan April 2003. Tahun 2003 – 2004 bekerja di Balicamp sebagai *software engineer*. Tahun 2004 sampai sekarang bekerja sebagai dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga.

### **Junibakti Sanubari**

Memperoleh gelar sarjana dari jurusan Teknik Elektro Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, pada tahun 1984, gelar master dari Philips International Institute of Technological Studies, Eindhoven, Belanda pada tahun 1986 dan gelar doctor dari Tokyo Institute of Technology, Jepang pada tahun 1993. Menjadi anggota IEEE sejak 1986 dan pada tahun 2001 menjadi anggota senior IEEE. Sejak tahun 1984 sampai sekarang bekerja sebagai dosen di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga.

### **Darmawan Utomo**

Memperoleh gelar sarjana dari jurusan Teknik Elektro Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, pada tahun 1994 dan gelar master dari Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand pada tahun 1999. Tahun 1994 – 1995 bekerja sebagai dosen di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Kristen Satya Wacana. Tahun 1995 – 1996 bekerja di Bank Lippo sebagai Data Center Manager. Setelah itu, tahun 1996 sampai sekarang bekerja sebagai dosen di Fakultas Teknik Elektro Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga