

PERANCANGAN PROGRAM PENDETEKSIAN KERUSAKAN PERMUKAAN UBIN KERAMIK MENGGUNAKAN JARINGAN SARAF TIRUAN

Chairisni Lubis, Randy Sukanda Wijaya
Fakultas Teknik Informasi Universitas Tarumanagara, Jakarta
Fakultas Teknik Informasi Universitas Tarumanagara, Jakarta
Jl. Letjend. S. Parman No 1. Jakarta 11440 Indonesia
chairisni.fti.untar@gmail.com

Abstrak

Perancangan program pendeteksian kerusakan permukaan ubin keramik ini menggunakan Jaringan saraf tiruan propagasi balik untuk proses pendeteksian (pengenalan). Untuk ekstraksi ciri tekstur sebagai input untuk jaringan saraf tiruan digunakan metoda Haar Wavelet dan *Matriks Co-occurrence*. Program pendeteksian kerusakan permukaan ubin keramik ini dirancang dengan menggunakan model *waterfall* dan dibuat dengan menggunakan perangkat lunak *Borland Delphi 7.0*. Dengan menggunakan metoda ini didapat Prosentase keberhasilan pengenalan sebesar 92%.

Kata Kunci: Ubin keramik, Jaringan Saraf Tiruan Propagasi Balik, *Haar Wavelet*, *Matriks Co-occurrence*.

Pendahuluan

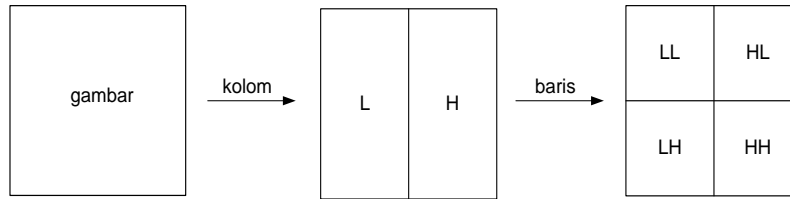
Komputer yang pada mulanya diciptakan untuk membantu pekerjaan manusia, kini telah berkembang pesat dan bagi sebagian manusia telah menjadi alat utama dalam bekerja. Salah satu aplikasi komputer yang sekarang mulai banyak digunakan adalah aplikasi pendeteksian cacat produksi pada suatu pabrik. Sekarang ini pendeteksian cacat produksi menjadi hal yang sangat penting karena tuntutan masyarakat akan barang yang memiliki kualitas yang baik dan persaingan di antara manufaktur yang semakin ketat. Salah satu metoda yang banyak digunakan untuk mengenali pola dalam bidang ilmu komputer adalah jaringan saraf tiruan propagasi balik. Karena itu, untuk mengenali pola cacat produksi pada perancangan program aplikasi ini akan digunakan metoda jaringan saraf tiruan propagasi balik. Sebagai inputnya adalah vektor ciri tekstur yang diekstraksi dari metoda transformasi *Haar Wavelet* dan *Matriks Co-occurrence*. Untuk input dari program aplikasi ini digunakan citra permukaan ubin keramik. Proses pengenalan (pendeteksian) kerusakan permukaan ubin keramik ini dibuat berda-

sarkan makalah yang ditulis oleh Karras, D.A; Karkanis, S.A, and Mertzios, B.G., yang berjudul *Supervised and Unsupervised Neural Network Methods applied to Textile Quality Control based on Improved Wavelet Feature Extraction Techniques* (Karras, Karkanis, Mertzios).

Perancangan program pendeteksian kerusakan permukaan ubin keramik ini memiliki beberapa modul seperti modul menu utama, modul ekstraksi citra, modul *graph*, modul *view*, modul *help*, dan modul *about* yang dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman Delphi 7.0.

Transformasi Haar Wavelet

Transformasi *wavelet* memberikan sebuah pendekatan multi-resolusi untuk analisis tekstur dan penggolongan tekstur. Pada transformasi *Wavelet*, sebuah citra didekomposisi menjadi citra yang lebih kecil pada frekuensi dan orientasi yang berbeda, yaitu *low-low* (LL), *low-high* (LH), *high-low* (HL), dan *high-high* (HH). (Lee KuenLong, Chen Ling Hwei).



Sumber: Hasil Olahan Data
 Gambar 1
 Proses Transformasi Wavelet

Haar Wavelet adalah metode *wavelet* yang pertama kali diajukan oleh Alfred Haar pada tahun 1909. *Haar Wavelet* merupakan metode *wavelet* yang paling sederhana dan mudah untuk diimplementasikan. Pada program aplikasi ini, transformasi *Haar Wavelet* yang digunakan adalah sebanyak 1 level saja. Mula-mula citra dibagi berdasarkan kolom menjadi dua bagian, yaitu bagian yang berfrekuensi rendah (sebelah kiri citra) dan bagian yang berfrekuensi tinggi (sebelah kanan citra). Kemudian, citra tersebut dibagi lagi berdasarkan baris sehingga menghasilkan empat *subband* : LL, LH, HL, dan HH.

Untuk mengekstraksi ciri-ciri dengan transformasi *Haar Wavelet*, dilakukan proses *averaging* untuk mendapatkan bagian dari citra yang berfrekuensi rendah dan dilakukan proses *differencing* untuk mendapatkan bagian dari citra yang berfrekuensi tinggi. Rumus untuk menghitung nilai *averaging* dan *differencing* dapat dinyatakan sebagai berikut: (Douglas, 1999).

$$f(n) = (X_n + X_{n+1})/2 \quad (1)$$

dan

$$f(n) = (X_n - X_{n+1})/2 \quad (2)$$

Setelah diperoleh nilai *averaging* dan *differencing*, maka untuk semua *subband* yaitu LL, LH, HL, dan HH, dihitung nilai *mean absolute* dan nilai variansinya. Nilai *mean absolute* dan variansi dapat dinyatakan sebagai berikut (Ronald, 1995):

$$\hat{\mu} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (3)$$

dan

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \hat{\mu})^2}{n - 1} \quad (4)$$

dengan :

$\hat{\mu}$ = *mean* dari sampel

X_i = data ke-*i*

N = banyaknya data

$\hat{\sigma}^2$ = ragam/variansi dari sampel

Dengan demikian dari hasil ekstraksi ciri Haar Wavelet ini akan didapat 8 buah vektor ciri yang berupa nilai *mean absolute* dan nilai variansi dari 4 buah *subband* LL, LH, HL, dan HH.

Matriks Co-Occurrence

Matriks *co-occurrence* adalah suatu matriks yang menggambarkan frekuensi munculnya pasangan dua piksel dengan intensitas tertentu dalam jarak dan arah tertentu dalam citra (Usman Ahmad, 2005) Matriks intensitas *co-occurrence* p (i, j) didefinisikan dengan dua langkah sederhana, yaitu langkah pertama menentukan jarak antar piksel (pada program aplikasi ini ditentukan jarak antar piksel adalah satu). Langkah kedua adalah menghitung jarak antar piksel-piksel yang mempunyai nilai intensitas i dan j dan berjarak 1 piksel dalam citra. Hasil perhitungan setiap pasangan nilai intensitas diletakkan pada matriks sesuai dengan koordinatnya, dimana absis untuk nilai intensitas i dan ordinat untuk nilai intensitas j.

Matriks Co-occurrence dapat dihitung melalui 4 macam sudut yaitu 0°, 45°, 90°, dan 135° dan bermacam-macam jarak. Untuk jarak 1 piksel, untuk sudut 0° berarti pasangan piksel yang dihitung adalah yang berjarak 1 piksel dengan sudut 0° dari sumbu tegak, untuk sudut 45° berarti pasangan piksel yang dihitung adalah yang berjarak 1 piksel dengan arah sudut 45° dari sumbu tegak°, untuk sudut 90° berarti pasangan piksel yang dihitung adalah yang

berjarak 1 piksel dengan arah sudut 90° dari sumbu tegak, dan untuk sudut 135° maka pasangan piksel yang dihitung adalah yang berjarak 135° dari sumbu tegak (Ronald Walpole, 1995). Setelah mendapatkan matriks *Co-occurrence*, maka untuk mendapatkan vektor cirinya, dihitung dengan menggunakan rumus-rumus:

Energi :

$$f_1 = \sum_i \sum_j p(i, j)^2 \quad (5)$$

Kontras :

$$f_2 = \sum_i \sum_j (i - j)^2 p(i, j) \quad (6)$$

Homogenitas :

$$f_3 = \sum_i \sum_j \frac{1}{1 + |i - j|} p(i, j) \quad (7)$$

Entropi :

$$f_4 = - \sum_i \sum_j p(i, j) \log(p(i, j)) \quad (8)$$

Karena dapat diukur dari 4 sudut, maka matriks *Co-occurrence* yang didapat berjumlah 4 buah. Sehingga masing-masing matriks *Co-occurrence* akan memiliki masing-masing 4 buah vektor ciri. Jadi total vektor ciri yang didapat adalah 16 buah yang akan dijadikan input pada jaringan saraf tiruan propagasi balik.

Pada perancangan program aplikasi ini, matriks *Co-occurrence* didapat dari *subband* LL yang memiliki variansi paling tinggi dari hasil transformasi Haar Wavelet sebelumnya.

Jaringan Saraf Tiruan Propagasi Balik

Back Propagation Neural Network atau Jaringan Saraf Tiruan Propagasi Balik merupakan salah satu algoritma yang paling sering dipakai untuk menyelesaikan masalah-masalah yang rumit. Hal ini dimungkinkan karena jaringan dengan ini dilatih dengan menggunakan metode belajar terarah (*supervised training*) (Arief Hermawan, 2006). Arsitektur yang dirancang pada program aplikasi ini terdiri dari 8 buah input dan 10 buah output jika hanya menggunakan ekstraksi ciri Haar Wavelet saja. Delapan buah input ini merupakan nilai dari *vektor ciri* yang didapat dari hasil perhitungan

nilai *mean absolute* dan variansi dari 4 buah *subband* yaitu LL, LH, HL, dan HH. Outputnya berjumlah 10 buah yang menyatakan hasil pengenalan ubin retak atau tidak untuk 5 jenis ubin Untuk arsitektur yang menggunakan ekstraksi ciri Haar Wavelet dan Matriks *Co-occurrence* jumlah input yang digunakan sebanyak 16 buah yang merupakan nilai dari *vektor ciri* yang didapat dari hasil perhitungan Matriks *Co-occurrence*, sedangkan outputnya berjumlah sama 10 buah. Sebelum proses pelatihan dan pengenalan dilakukan vektor ciri dinormalisasi dahulu supaya bernilai antara -1 sampai 1. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah fungsi aktivasi *Simoid Bipolar*.

Rancangan dan Pembuatan

Proses perancangan program aplikasi perangkat ajar ini menggunakan siklus hidup perancangan perangkat lunak model sekuensial linier (model *waterfall*). Model *waterfall* memiliki 6 tahapan, yaitu rekayasa sistem (*system engineering*), analisis (*analysis*), perancangan (*design*), pengkodean (*coding*), pengujian (*testing*), dan pemeliharaan (*maintenance*).

Alat bantu perancangan yang digunakan adalah diagram hirarki dan STD. Diagram hirarki digunakan untuk memberikan gambaran umum mengenai modul apa saja yang dibuat pada program ini. Sedangkan *State Transition Diagram* (STD) merupakan model diagram yang tergantung pada definisi suatu state. STD menunjukkan bagaimana sistem berpindah dari satu proses ke proses lainnya. (Roger S. Pressman, 2007). Modul-modul yang akan dirancang adalah :

1. Modul Menu Utama
Modul menu utama berisi tampilan awal dari program aplikasi. Modul ini menyediakan pilihan-pilihan menu bagi pengguna, yaitu menu *file*, menu *help*, menu *about* dan menu *exit*.
2. Modul Ekstraksi Citra
Modul ini melakukan proses pengeks-traksian ciri-ciri penting dari citra, mulai dari proses awal yaitu *grayscale* sampai mendapatkan vektor ciri yang digunakan sebagai *input* dari jaringan saraf tiruan.

3. Modul *Graph*

Pada modul ini ditampilkan sebuah grafik. Grafik tersebut memberikan informasi mengenai nilai rata-rata kesalahan yang dihasilkan pada setiap *epoch* proses pembelajaran jaringan saraf tiruan propagasi balik.

4. Modul *View*

Pada modul ini, pengguna aplikasi dapat melihat hasil pengenalan dari jaringan saraf tiruan.

5. Modul *Help*

Modul *help* berisi informasi untuk membantu pengguna dalam menggunakan program aplikasi ini.

6. Modul *About*

Modul *about* berisi informasi tentang versi program dan nama pembuat program.

Pembuatan program aplikasi pendeteksian kerusakan permukaan ubin keramik memerlukan perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang diperlukan untuk membuat program aplikasi ini meliputi:

- a. Prosesor Intel Core 2 Duo 1,73 GHz.
- b. Memori DDR 1Gb.
- c. Monitor 14,1”.
- d. *Mouse*.
- e. *Keyboard*.
- F. Kartu grafis ATI RADEON X1300 256 Mb.
- g. *Harddisk* 100 GB.

Perangkat lunak yang diperlukan untuk membuat program aplikasi ini meliputi:

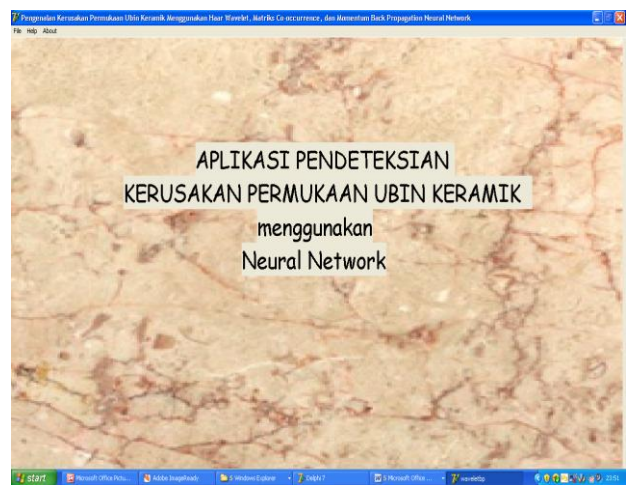
1. Sistem Operasi Windows XP.
2. *Borland Delphi 7.0*.
3. *Notepad*

Pengujian

Pengujian pada aplikasi ini diterapkan dengan menguji masing-masing sub-sistem secara terpisah. Pengujian pada program aplikasi pengenalan kerusakan permukaan ubin keramik ini bertujuan agar aplikasi yang dirancang dapat berfungsi baik sesuai dengan konsep dasar perancangan. Pengujian juga diperlukan untuk memastikan bahwa aplikasi yang dibuat dapat berjalan sesuai dengan spesifikasi serta meminimalisasi kesalahan yang ada dalam aplikasi ini.

Pengujian pada aplikasi ini dilakukan dengan menggunakan metode pengujian *black-box testing*. Metode pengujian ini menguji aplikasi dengan menguji masing-masing subsistem yang ada pada aplikasi. Setiap subsistem yang ada diberikan *input*, subsistem memproses *input* tersebut dan menghasilkan *output*. Bila semua subsistem telah menghasilkan *output* yang sesuai dengan spesifikasi rancangan maka aplikasi tersebut dapat dikatakan benar.

Tampilan layar modul menu utama dari program pendeteksian kerusakan permukaan ubin keramik ini dapat dilihat pada gambar 2.

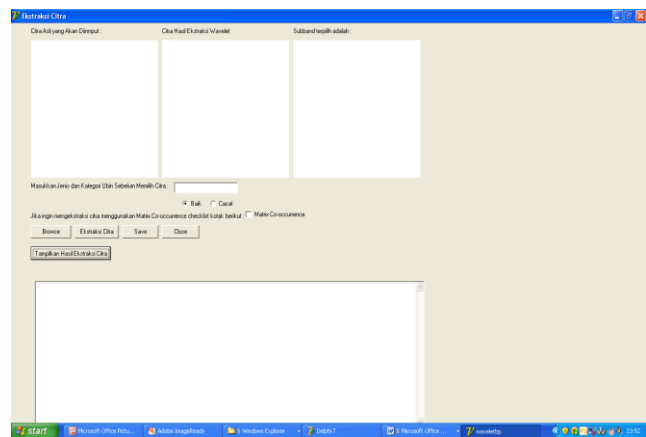


Sumber: Hasil Olahan Data

Gambar 2

Tampilan Layar Modul Menu Utama

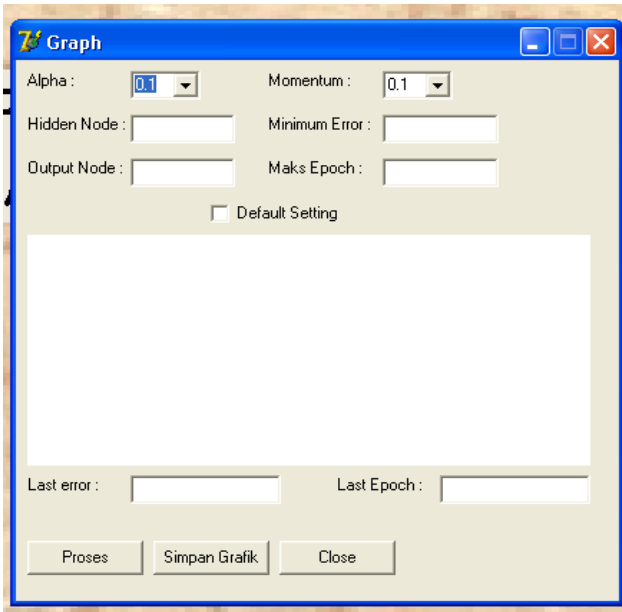
Contoh beberapa tampilan layar modul lainnya dapat dilihat pada **gambar 3**, **gambar 4** dan **gambar 5**.



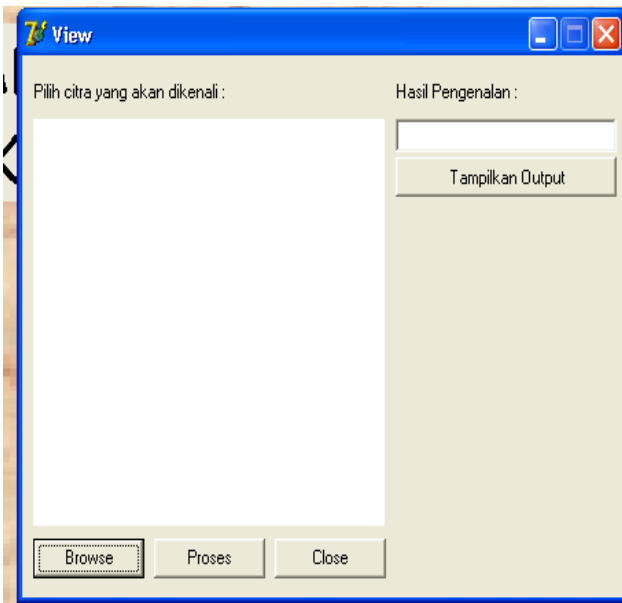
Sumber: Hasil Olahan Data

Gambar 3

Tampilan Layar Modul Ekstraksi Citra



Sumber: Hasil Olahan Data
Gambar 4
Tampilan Layar Modul *Graph*



Sumber: Hasil Olahan Data
Gambar 5
Tampilan Layar Modul *View*

Untuk mengetahui kemampuan dari algoritma yang dipakai, maka dilakukan pengujian dengan menggunakan citra ubin keramik. Nilai-nilai parameter jaringan saraf tiruan yang digunakan pada pengujian dengan menggunakan ekstraksi ciri *Haar Wavelet* dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1
Nilai Parameter Jaringan Saraf Tiruan (ekstraksi ciri *Haar Wavelet*)

No	Parameter	Nilai
1	Jumlah ubin yang digunakan	5 jenis
2	Laju pembelajaran	0,1
3	Momentum	0,2
4	Jumlah hidden node	12
5	Toleransi kesalahan	0,001
6	Waktu pembelajaran	9 menit 55 detik
7	Nilai kesalahan pada epoch terakhir	0,0210934126880162

Sumber: Hasil Olahan Data

Hasil pengenalannya dapat dilihat pada **tabel 2** di bawah ini.

Tabel 2
Hasil Pengenalan Jaringan Saraf Tiruan (ekstraksi ciri *Haar Wavelet*)

Data	Jumlah Citra	Berhasil Dikenali	Persentase Pengenalan
Pembelajaran	30	29	96,7%
Pengujian	50	46	92,0%

Sumber: Hasil Olahan Data

Untuk nilai-nilai parameter jaringan saraf tiruan yang digunakan pada pengujian dengan menggunakan ekstraksi ciri *Haar Wavelet* dan Matriks *Co-occurrence* dapat dilihat pada **tabel 3**.

Tabel 3
Nilai Parameter Jaringan Saraf Tiruan (ekstraksi ciri *Haar Wavelet* dan Matriks *Co-occurrence*)

N o	Parameter	Nilai
1	Jumlah ubin yang digunakan	5 jenis
2	Laju pembelajaran	0,1
3	Momentum	0,2
4	Jumlah hidden node	12
5	Toleransi kesalahan	0,001
6	Waktu pembelajaran	2 detik
7	Nilai kesalahan pada epoch terakhir	0,0009985043138962814

Sumber: Hasil Olahan Data

Hasil pengenalannya dapat dilihat pada **tabel 4** di bawah ini.

Tabel 4

Hasil Pengenalan Jaringan Saraf Tiruan (dari *Haar Wavelet* dan *Matriks Co-occurrence*)

Data	Jumlah Citra	Berhasil Dikenali	Persentase Pengenalan
Pembelajaran	30	30	100%
Pengujian	50	46	92%

Sumber: Hasil Olahan Data

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terhadap semua subsitem yang ada dalam aplikasi ini, maka dapat disimpulkan bahwa program aplikasi pendeteksian kerusakan permukaan ubin keramik menggunakan jaringan saraf tiruan propagasi balik ini telah berfungsi sesuai dengan spesifikasi rancangan. Proses ekstraksi ciri yang dilakukan mempengaruhi hasil pengenalan dari jaringan saraf tiruan propagasi balik. Hasil pengenalan terhadap citra permukaan ubin keramik yang diekstraksi menggunakan metode ekstraksi ciri *Haar Wavelet* dan *Matriks Co-occurrence* lebih baik dibandingkan dengan hasil pengenalan citra yang diekstraksi dengan menggunakan metode ekstraksi ciri *Haar Wavelet*.

Proses pembelajaran yang menggunakan metode ekstraksi ciri *Haar Wavelet* dan *Matriks Co-occurrence* jauh lebih cepat dibandingkan proses pembelajaran yang menggunakan metode ekstraksi citra *Haar Wavelet* saja.

Pada proses pengenalan dengan jaringan saraf tiruan propagasi balik terdapat citra yang tidak dikenali. Hal ini terjadi karena citra tersebut memiliki nilai vektor ciri yang berbeda jauh dari nilai vektor ciri citra lainnya sehingga output yang dihasilkan memiliki nilai -1 seluruhnya sehingga program aplikasi tidak dapat mengenali jenis dan kategori dari citra tersebut.

Kesimpulan

Metode *Haar Wavelet* dan *Matriks Co-occurrence* cocok digunakan untuk analisis tekstur pada ubin keramik. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengenalan yang dapat dikatakan baik, yaitu mencapai 92% untuk pengenalan

yang menggunakan metode ekstraksi ciri *Haar Wavelet* saja dan untuk pengenalan yang menggunakan metode ekstraksi ciri *Haar Wavelet* ditambah *Matriks Co-occurrence* dari seluruh citra yang digunakan dalam pengujian. Untuk proses pembelajarannya, dengan menggunakan metode *Haar Wavelet* ditambah *Matriks Co-occurrence* memerlukan waktu pembelajaran yang jauh lebih cepat (2 detik) dibandingkan dengan, menggunakan metode ekstraksi ciri *Haar Wavelet* saja (9 menit 55 detik).

Daftar Pustaka

- Arief Hermawan, "Jaringan Saraf Tiruan, Teori dan Aplikasi", Andi, Yogyakarta, 2006.
- Dick Oliver, "Tricks of the Graphics GURU'S", Prentice Hall International, Upper Saddle River, 1996.
- Douglas A. Lyon, "Image Processing in Java", Prentice Hall, Upper Saddle River 1999.
- Karras, D.A.; Karkanis, S.A, and Mertziou, B.G., "Supervised and Unsupervised Neural Network Methods applied to Textile Quality Control based on Improved Wavelet Feature Extraction Techniques", http://rtsimage.di.uoa.gr/publications/j_math.pdf, 2007.
- Lee Kuen Long and Chen Ling Hwei, "A New Method For Extracting Primitives Of Regular Textures Based On Wavelet Transform", debut.cis.nctu.edu.tw/Publications/pdfs/J37.pdf, 6 Januari 2007.
- Roger S. Pressman, "Software Engineering: A Practitioner's Approach", McGraw-Hill, Inc., Singapore, 2001.
- Ronald E. Walpole, "Pengantar Statistika", 3rd Edition, terjemahan oleh Bambang Sumantri, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1995.
- Usman Ahmad, "Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemogramannya", Graha Ilmu, Yogyakarta, 2005.