

DEKOMPOSISI CITRA GERAKAN DALAM REKAMAN CCTV MENGUNAKAN TRANSFORMASI WAVELET DISKRIT

Luqman Hakim¹, Muhammad Ihsan Zul²

^{1,2}Politeknik Caltex Riau
Jl.Umbansari no.1 Pekanbaru Riau

E-mail : luqman@pcr.ac.id¹, ihsan@pcr.ac.id²

ABSTRAK

Pada makalah ini dipresentasikan hasil dekomposisi data citra gerakan dalam rekaman CCTV menggunakan transformasi wavelet diskrit. Citra gerakan pada rekaman CCTV diambil dengan menggunakan *background subtraction*. Dekomposisi data citra ditujukan untuk mendapatkan jumlah data citra yang lebih sedikit tetapi tidak menghilangkan ciri atau karakter citra aslinya. Nilai data pada setiap pixel citra yang sebelumnya tersusun dua dimensi diubah menjadi deret nilai pixel satu dimensi. Penerapan transformasi wavelet diskrit dilakukan dengan teknik pemfilteran menggunakan impuls daubechies orde 4 (Db4) wavelet. Pemfilteran ini menghasilkan dekomposisi sebuah sinyal dengan pengurangan setengah data di setiap level dekomposisi. Dari pengujian yang dilakukan, pada dekomposisi level 1 pengurangan data sebesar 49,99% dengan perubahan parameter rata-rata nilai pixel 1,19% dan perubahan pola pixel 1,93%. Pada level 2, pengurangan jumlah data 24,99% rata-rata nilai pixel 1,62% dan perubahan pola pixel 2,46%. Pada level 3 perubahan jumlah data 12,48% dengan perubahan rata-rata pixel 2,32% dan pola pixel 3,82%. Pada level 4 perubahan jumlah data mencapai 6,22% dengan perubahan rata-rata nilai pixel 2,31% dengan perubahan pola 4,57% dari citra aslinya. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa transformasi wavelet dapat digunakan untuk memperkecil jumlah data citra tanpa kehilangan ciri atau karakteristik aslinya.

Kata kunci : dekomposisi, citra, cctv, gerakan, wavelet, daubechies .

ABSTRACT

In this paper presented the decomposition of motion image data in CCTV recordings using discrete wavelet transforms (DWT). Movement image on CCTV recordings is taken using background subtraction technique. The decomposition of the imagery data is aimed to obtain a smaller amount of image data but not eliminating the characters of the original image characters. The application of discrete wavelet transforms is performed by filtering technique using impulse wavelet Daubechies order 4 (Db4). From the test conducted, on the first level decomposition, the data size reduction is 49.99% with the change in parameters average value of pixel is 1.19% and pixel pattern change 1.93%. In second level, the data size reduction is 24.99% with the change in parameters average value of pixel is 1.62% and pixel pattern change 2.46%. In Third level, the data size reduction is 12.48% with the change in parameters average value of pixel is 2.32% and pixel pattern change 3.84%. In fourth level, the data size reduction is 6.22% with the change in parameters average value of pixel is 2.31% and pixel pattern change 4.57% from the pattern of original image. From these results it can be concluded that wavelet transformation can be used to minimize the amount of image data without loss the characteristics of its original.

keyword : dekomposisi, citra, cctv, gerakan, wavelet, daubechies .

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan kamera CCTV sebagai alat pemantau telah banyak digunakan di tengah masyarakat. Berbagai jenis dan merk kamera telah banyak beredar di pasaran. Akan tetapi kamera-kamera yang terpasang hanya berfungsi sebagai alat

pemantau dan perekam. Oleh karena itu, peningkatan fungsi kamera CCTV yang dilengkapi dengan kemampuan pendeteksi gerakan menjadi topic menarik yang diteliti. Data rekaman CCTV berupa aliran data citra atau gambar yang kemudian disimpan dalam format video. Untuk dapat membangun sebuah system pendeteksi gerakan pada rekaman CCTV

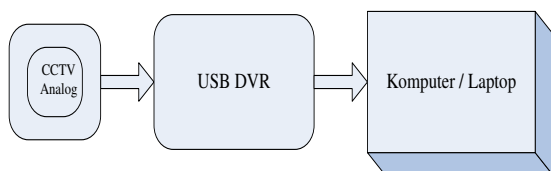
maka perlu dilakukan berbagai langkah untuk mengolah data berupa nilai bobot yang terkandung dalam setiap pixel citra. Salah satu tantangan dalam pengolahan data citra adalah banyaknya data pixel yang harus dikalkulasi seiring dengan semakin besar resolusi kamera yang digunakan.

Transformasi wavelet telah banyak digunakan oleh para peneliti guna mempelajari karakteristik waktu-frekuensi sinyal-sinyal alam yang bersifat kompleks dan non stasioner. Edion, dkk. (2009) telah mempublikasikan berbagai varian transformasi wavelet dan penggunaannya untuk menganalisa sinyal alam yang bersifat kompleks dan non stasioner dan membandingkannya dengan tranformasi lainnya seperti transformasi fourier. Implementasi transformasi wavelet diskrit pada sebuah citra akan menghasilkan pengurangan jumlah data tanpa menghilangkan ciri atau bentuk citra aslinya[1][2][3].

Pada makalah ini akan dipaparkan hasil analisa penerapan transformasi wavelet diskrit pada sebuah citra dari rekaman CCTV. Hasil tranasformasi selanjutnya akan digunakan sebagai masukan system identifikasi kejadian atau gerakan tertentu yang dijadikan objek identifikasi.

2. METODOLOGI

CCTV yang digunakan merupakan CCTV analog sehingga untuk akuisisi datanya dengan komputer dibutuhkan perangkat perangkat *Digital Video Recorder (DVR) USB*. Secara umum perangkat keras yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 1. Proses akuisi data citra dari CCTV di dalam komputer dimulai dengan konversi data buffer dari DVR ke dalam format citra bitmap. Data bitmap di dalam buffer kemudian diambil dan diproses berbasis pada fungsi waktu setiap sekian mili detik.

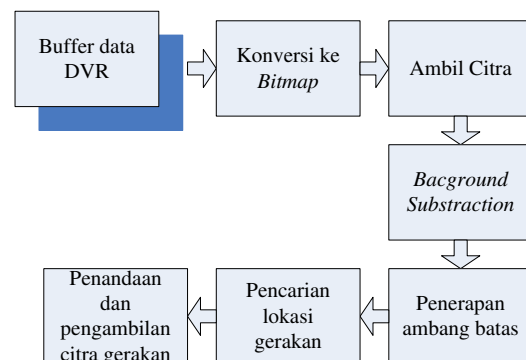


Gambar 1. Skema perangkat keras akuisisi data CCTV

Untuk mendapatkan citra gerakan (*motion*) di dalam rekaman CCTV menggunakan metode *background subtraction* dengan memanfaatkan fungsi *absolute differential* antara citra *background* yang dipilih dengan citra yang yang diambil selama pemantauan CCTV. Proses *background subtraction* dilakukan pada citra mode keabuan / *gray*. Hasil *background subtraction* kemudian diuji dengan nilai ambang batas tertentu untuk mendapat citra binary untuk mendapatkan posisi objek bergerak di dalam citra. Proses akuisisi data citra gerakan secara ringkas ditunjukkan pada Gambar 2.

Citra gerakan yang telah terakuisisi kemudian digunakan untuk proses identifikasi yang sebelumnya

coba dilakukan proses transformasi wavelet diskrit di mana hasilnya akan dipaparkan pada bagian akhir makalah ini.



Gambar 2. Skema proses akuisisi data gerakan pada rekaman CCTV

3. LANDASAN TEORI

Sistem CCTV

CCTV (*Closed Circuit Television*), merupakan seperangkat kamera video yang digunakan untuk mengirim sinyal ke layar monitor atau tempat tertentu. Sistem CCTV terdiri atas komponen kamera, penyimpan, monitor dan peralatan lain untuk keperluan pengiriman data. Beberapa komponen utama system CCTV selain kamera dan monitor adalah sebagai berikut[4][5]:

- **DVR**

DVR (*Digital Video Recorder*) merupakan media perubah sinyal analog dari kamera CCTV menjadi digital untuk kemudian disimpan dalam media penyimpanan (*hard disk*) dan menampilkannya ke layar monitor. Besar kecilnya kapasitas penyimpanan data tergantung pada kapasitas *harddisk* yang terpasang. Untuk keperluan akuisisi data citra dari CCTV analog ke computer, dapat menggunakan jenis DVR USB.



Gambar 3. DVR USB

- **BNC**

BNC (*Bayonet Neil Concellman*) merupakan konektor yang dipasang pada ujung-ujung

kabel CCTV. Biasanya BNC dipasang pada ujung kabel coaxial yang untuk menghubungkan kamera CCTV ke DVR maupun ke layar monitor.



Gambar 4. Konektor BNC

• **Kabel**

Kabel yang sering digunakan untuk mengirimkan data dari kamera CCTV ke monitor atau DVR biasanya berupa kabel coaxial. Ada beberapa tipe kabel coaxial yang digunakan berdasarkan ukuran dan jarak kirim yang direkomendasikan. Beberapa tipe kabel dan karakteristiknya ditampilkan pada Tabel 1.[6]

Tabel 1. Jenis dan karakteristik kabel coaxial untuk CCTV

Tipe	Impedansi (Ohm)	Loss (dB per 100feet @ 5 Mhz)	Panjang Maximu (m (feet))	Diameter kabel (inchi)
RG59	75	0,726	750	0,25
RG6	75	0,500	1000	0,28
RG11	75	<0,500	1500	0,405

Citra dan Sistem Warna

Data yang dihasilkan oleh kamera CCTV merupakan sebuah citra atau gambar dalam format warna tertentu. Sistem warna yang paling banyak digunakan adalah RGB, di mana secara digital sebuah warna citra tersusun atas tiga nilai yang saling berhubungan sebagai nilai *Red*, *Green*, dan *Blue* di setiap bagian terkecil dari sebuah citra (pixels). RGB merupakan dasar campuran warna digital yang disimpan dalam 3 bytes (24 bits) memori. Range nilai gital pada setiap kanal R, G, dan B sebesar 8 bits (0 s.d 255)[7].

Gray / keabuan

Warna gray atau keabu-abuan dari sebuah citra warna RGB dapat diperoleh dengan nilai rata-rata nilai di setiap kanal R,G, dan B. Ketika sebuah citra dipresentasikan dengan sebuah matrik dua dimensi dengan nilai R,G,B tersimpan disetiap pixel x,y maka data citra keabuan dapat diperoleh dengan persamaan 1:

$$gray(x,y) = \frac{R(x,y)+B(x,y)+R(x,y)}{3} \quad (1)$$

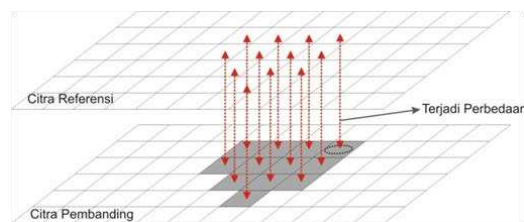
Binary (Black and White)

Citra binary atau hitam putih sering digunakan untuk menunjukkan sebuah objek tertentu yang dituju pada sebuah citra. Citra binary didapatkan dengan menerapkan nilai ambang batas (*threshold*) pada sebuah citra *gray*. Jika nilai yang tersimpan pada sebuah pixel citra kurang dari nilai ambang batas, maka nilainya dijadikan minimal (0) sedangkan jika sama atau lebih dijadikan maksimal (255) untuk citra 8-bit. Secara sederhana dapat dituliskan dengan persamaan 2.

$$bin(x,y) = f(x) = \begin{cases} 0, & gray(x,y) < T \\ 255, & gray(x,y) \geq T \end{cases} \quad (2)$$

Background Substraction

Background subtraction digunakan untuk meninjau sebuah gerakan sebuah objek. Pemisahan objek dengan latar belakang dilakukan dengan menggunakan metode *Background Subtraction*. Metode ini dapat bekerja jika dilakukan penetapan citra latar yang akan digunakan (berdasarkan kondisi). Selanjutnya citra yang baru ditangkap akan dibandingkan dengan citra latar yang sudah ditentukan.[8][9]



Gambar 5. Ilustrasi proses pemisahan objek dengan *background subtraction*

Semua perbedaan antara citra latar dengan citra objek diidentifikasi sebagai objek terpilih yang akan digunakan. Metode ini digunakan untuk memisahkan objek bergerak dengan gambar latarnya. Ilustrasi pemisahan objek dengan citra dilakukan dengan membandingkan setiap nilai piksel citra yang ditangkap. Perbandingan dilakukan dengan menganalisis nilai setiap piksel citra di koordinat yang sama. Ilustrasi perbandingan citra latar dengan citra objek dapat dilihat pada Gambar 4.

Transformasi Wavelet

Transformasi wavelet yang banyak digunakan saat ini terdiri dari dua jenis, yaitu transformasi wavelet kontinu (continuous wavelet transform /CWT) dan discrete wavelet transform /DWT). CWT mempunyai kelebihan pada hasil analisa spektral yang dapat melokalisir komponen frekuensi sinyal pada bidang waktu secara tepat dan mudah untuk

dilihat dan dianalisa dari sebuah sinyal non stasioner[1]. Transformasi wavelet dari sebuah sinyal non stasioner kontinyu dalam domain waktu didefinisikan sebagai :

$$W_x(a, b) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \frac{dt}{a} \quad (3)$$

di mana ψ^* merupakan konjugate complex dari fungsi wavelet, a adalah parameter dilasi wavelet atau skala dan b adalah parameter lokasi atau translasi waktu. Setiap nilai skala a wavelet berkorelasi invers sebuah nilai frekuensi tertentu sinyal yang didekomposisi. Dari sini dapat dilihat bahwa hasil transformasi CWT merupakan sebuah nilai yang mempresentasikan keberadaan sebuah frekuensi pada sebuah sinyal pada translasi waktu ke b . Dengan variasi nilai a dan operasi wavelet dilakukan setiap translasi b sepanjang waktu sinyal, maka akan didapatkan informasi keberadaan frekuensi – frekuensi pada sinyal pada lokasi waktu yang ditunjukkan dengan nilai translasi sinyalnya. Ada banyak fungsi wavelet kontinyu, tetapi yang paling terkenal adalah fungsi *wavelet mexican hat* dan fungsi *morlet*. Untuk menganalisa sinyal – sinyal kompleks, digunakan fungsi wavelet morlet, yang didefinisikan : [1]

$$h(t) = \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) \exp(i\omega_0 t) \quad (4)$$

dengan ω_0 adalah frekuensi sentral fungsi morlet. Penggunaan $\omega_0 = 5,33$ rad/s atau 0,849 Hz telah banyak digunakan oleh para peneliti untuk menyelesaikan berbagai masalah analisa sinyal kompleks non stasioner (Addison dkk. 2009). Koefisien – koefisien hasil CWT merupakan penjumlahan dari perkalian nilai sinyal x dengan fungsi wavelet pada skala a dan translasi b fungsi wavelet yang bersangkutan dibagi akar skala.

$$W_x(a, b) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \frac{dt}{a} \quad (5)$$

Dalam bidang image processing, transformasi wavelet yang sering digunakan adalah *discrete wavelet transform* (DWT). Dari pemisahan data pada setiap range frekuensi tersebut nantinya dapat dianalisa dan dideteksi nilai power sinyal pada setiap range frekuensi dan waktu yang bersangkutan secara simultan[1][2]. Pada implementasi pemisahan sebuah sinyal, DWT lebih mudah dibandingkan dengan CWT. Untuk mendapatkan representasi informasi data pada waktu dan skala(frekuensi) menggunakan teknik *filtering*. Prosedur pengaplikasian DWT pada sebuah sinyal diawali dengan melewati deret data sinyal asli $x[n]$ pada sebuah *low pass filter* (LPF) digital dengan impuls repons $h[n]$ dan *high pass filter* (HPF) $g[n]$. Pemfilteran ini menghasilkan dekomposisi sebuah

sinyal dengan pengurangan setengah data di setiap level dekomposisi yang dapat dituliskan:

$$a[n] = \sum_{k=0}^{N-1} h[k].x[2n+k] \quad (6)$$

$$d[n] = \sum_{k=0}^{N-1} g[k].x[2n+k] \quad (7)$$

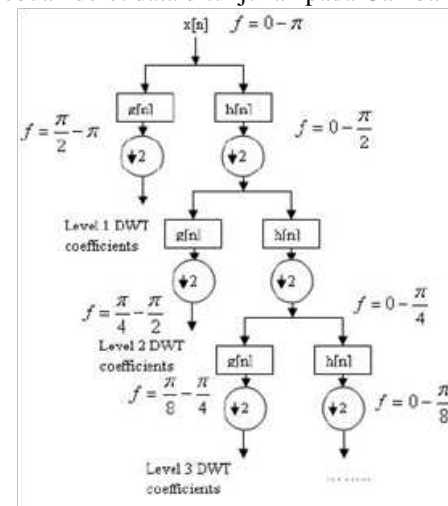
Dengan menggunakan low pass filter yang diperkenalkan oleh Ingrid Daubechies, dikenal dengan wavelet daubechies orde 4 (D4 wavelet), koefisien LPF yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 2 dan HPF yang digunakan ditunjukkan dengan persamaan 8.[2]

Tabel 2. Koefisien LPF untuk D4 wavelet

n	h(n)
0	$(1 + \sqrt{3})/8$
1	$(3 + \sqrt{3})/8$
2	$(3 - \sqrt{3})/8$
3	$(1 - \sqrt{3})/8$

$$g[n] = (-1)^n h[3-n] \quad (8)$$

Secara garis besar algoritma penerapan DWT pada sebuah deret data ditunjukkan pada Gambar 6.



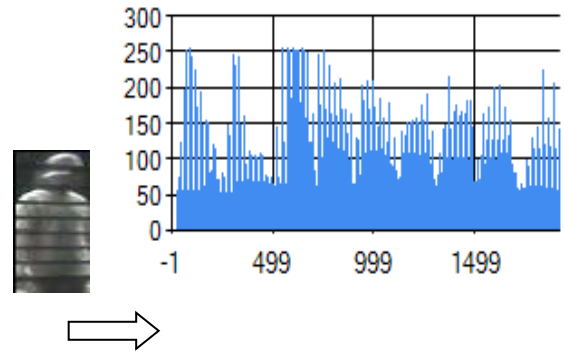
Gambar 6. Ilustrasi penerapan DWT

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

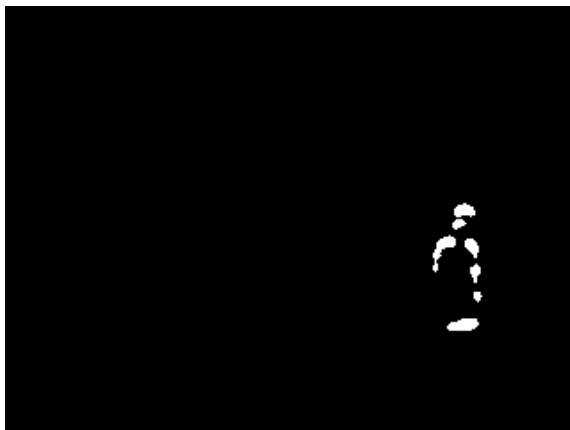
Pada penelitian ini, dilakukan analisa hasil penerapan DWT pada sebuah deret data dari sebuah citra yang didapatkan dari hasil pendeteksian gerakan. Hal ini dilakukan untuk melihat efek penggunaan DWT untuk mengurangi jumlah data dan pengaruhnya terhadap distorsi data yang dihasilkan. Tingkat perubahan data citra sebelum dan sesudah penerapan DWT dilihat dengan membandingkan nilai rata-rata data di setiap pixel, dan sebaran atau pola citra ditunjukkan dengan nilai standar deviasi dari keluaran DWT di setiap levelnya. Ilustrasi citra *background*, citra hasil *subtraction* dan gerakan yang terdeteksi ditunjukkan masing-masing pada Gambar 7,8 dan 9.



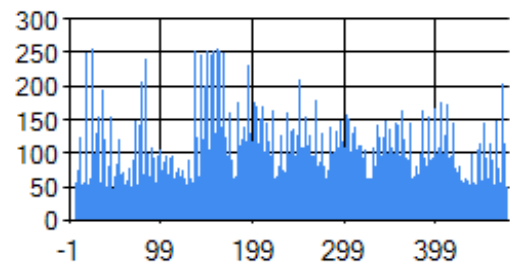
Gambar 7. Citra *background*



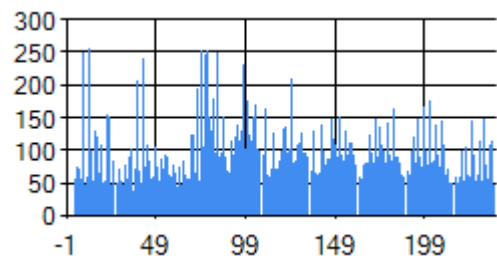
Gambar 10. Citra dan grafik data 1 dimensi



Gambar 8. Citra hasil *substraction*



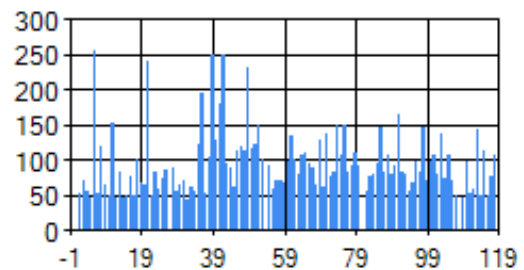
Gambar 11. Grafik data dekomposisi level 2



Gambar 12. Grafik data dekomposisi level 3



Gambar 9. Citra gerakan diidentifikasi



Gambar 13. Grafik data dekomposisi level 4

Untuk mempermudah analisa dan penerapan DWT, data pada setiap pixel citra yang sebelumnya dalam bentuk matrik 2 dimensi, dijadikan deret data 1 dimensi seperti ditunjukkan Gambar 10.

Pada Tabel 3 ditunjukkan hasil perhitungan rata-rata dan standar deviasi data-data hasil dekomposisi dengan DWT pada beberapa sampel gambar. Pada Tabel 3 ditunjukkan nilai rata-rata, standar deviasi nilai pixel citra asal dan di setiap level

dekomposisi serta selisih nilai rata-rata dan standar deviasi di setiap level dengan nilai rata-rata dan standar deviasi Citra asal.

Tabel 3. Rata-rata, standar deviasi data keluaran DWT dan selisihnya dengan citra asalnya.

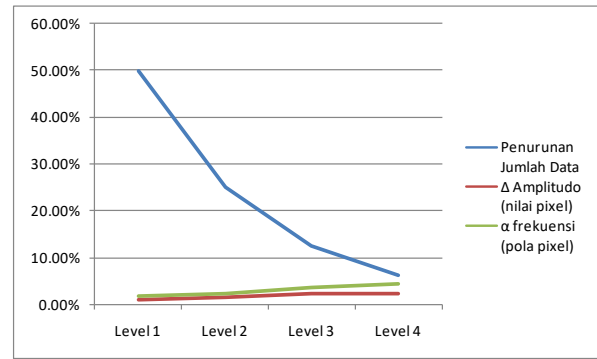
No	Parameter	Citra Asal	Dekomposisi			
			Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
1	Jumlah data	1917	958	479	239	119
	Rata-rata	88.8482	88.74635	89.27557	90.76569	91.03361
	SD	45.64042	45.73703	46.29364	47.87278	48.42597
	Δ		0.11%	0.48%	2.16%	2.46%
	α		0.21%	1.43%	4.89%	6.10%
2	Jumlah data	3256	1628	814	407	203
	Rata-rata	84.558354	84.53808	84.83415	84.93612	84.96552
	SD	39.476756	39.50583	39.80281	40.0339	40.48321
	Δ		0.02%	0.33%	0.45%	0.48%
	α		0.07%	0.83%	1.41%	2.55%
3	Jumlah data	2088	1044	522	261	130
	Rata-rata	87.780172	87.74234	88.36398	88.70498	87.83077
	SD	44.500862	44.63719	45.1427	45.89227	43.94124
	Δ		0.04%	0.67%	1.05%	0.06%
	α		0.31%	1.44%	3.13%	1.26%
4	Jumlah data	1254	627	313	156	78
	Rata-rata	140.98884	134.5167	133.9329	133.0705	132.1923
	SD	67.271284	72.07103	71.39674	71.21303	72.90054
	Δ		4.59%	5.00%	5.62%	6.24%
	α		7.13%	6.13%	5.86%	8.37%

Pada Tabel 4 ditunjukkan penurunan jumlah data dan perubahan rata-rata amplitudo (nilai pixel) dan frekuensi (pola data pixel) di setiap level dekomposisi dari analisa beberapa sampel citra yang ditransformasi dengan DWT Db4. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa dengan menggunakan DWT, dapat dilakukan pengurangan jumlah data dengan distorsi atau perubahan signifikan pola karakter baik pada rata-rata amplitudo maupun frekuensi.

Tabel 4. Perubahan parameter hasil dekomposisi Wavelet Db4.

Perubahan Parameter	Hasil Dekomposisi Db 4			
	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
Penurunan Jumlah Data	49.99%	24.99%	12.48%	6.22%
Amplitudo (nilai pixel)	1.19%	1.62%	2.32%	2.31%
frekuensi (pola pixel)	1.93%	2.46%	3.82%	4.57%

Gambar 14 menunjukkan dengan jelas performa keluaran DWT ketika diimplementasikan pada sederet data. Penurunan jumlah data yang signifikan tetapi pola sebaran dan nilai data secara rata-rata perubahannya relative kecil. Pada level 4 di mana penurunan jumlah data hingga mencapai 6,22% dari jumlah data awal, perubahan nilai rata-rata amplitudo hanya 2,31% dan perubahan pola atau frekuensi pixel sebesar 4,57%.



Gambar 14. Grafik perubahan parameter data citra setelah didekomposisi dengan DWT Db4.

5. KESIMPULAN

Dari data dan analisa yang dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa DWT dapat digunakan untuk mereduksi jumlah data sebuah citra tanpa banyak kehilangan ciri karakter sebuah citra. Pada level 4 di mana penurunan jumlah data hingga mencapai 6,22% dari jumlah data awal, perubahan nilai rata-rata amplitudo hanya 2,31% dan perubahan pola atau frekuensi pixel sebesar 4,57%. Dengan hasil tersebut diharapkan transformasi wavelet ini dapat dikembangkan untuk digunakan pada pemrosesan data citra sehingga lebih efektif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Paul S. Addison, James Walker, and Rodrigo C. Guido (2009), "Time-Frequency Analysis of Biosignals", IEEE Engineering in Medicine and Biology magazine edisi september / oktober 2009, pp. 14 – 29.
- Raguveer M. Rao & Ajit S. Bopardikar (1998), *Wavelet Transforms: Introduction to Theory and Its Application*, Massachusetts: Addison Wesley Longman, Inc.
- Polikar, R., "The Wavelet Tutorial", Second Edition, <http://users.rowan.edu/~polikar/wavelets/wttutorial.html>, 4 Agustus 2017 10:50
- Space and Naval Warfare Systems Center Atlantic (2013), *CCTV Technology Handbook*, New York: National Urban Security Technology Laboratory
- planning, design, installation and operation of CCTV surveillance systems code of practice and associated guidance (2017), (<https://www.bsia.co.uk/Portals/4/Publications/109-installation-cctv-systems.pdf>), diakses pada 27 Agustus 2017

- RG Coaxial and Triaxial Reference Guide, (2017),(https://www.belden.com/resourcecenter/tools/cablefinder/upload/06-3_15.pdf), diakses 27 Agustus 2017
- Rastivlac Lukac & Konstantios N. Plataniotis. (2007), *Color Image Processing Methods and Applications*, Boca Raton: Taylor & Francis Group
- Rupali S.Rakibe & Bharati D. Patil,(2013), Background Subtraction Algorithm Based Human Motion Detection, *International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 3, Issue 5*
- D. Parks and S. Fels, (2008)“Evaluation of background subtraction algorithms with post-processing,” in *Advanced Video and Signal Based Surveillance.*, AVSS '08. *IEEE Fifth International Conference on*, pp.192–199