

Studi Kuantisasi Bin Terhadap Metode Local Binary Pattern dan Local Binary Pattern Variance pada Deteksi Citra Asap

Maya Muthia^{#1}, Khairul Munadi^{#2}, Fitri Arnia^{#3}

[#]Program Pascasarjana, Magister Teknik Elektro, Universitas Syiah Kuala
Jl. T. Syech Abdurrauf No.7, Darussalam, Banda Aceh 23111 Indonesia

¹maya.muthia@gmail.com

²khairul.munadi@unsyiah.ac.id

³f.arnia@unsyiah.ac.id

Abstrak- Pada sistem pengawasan sering diterapkan sistem video *surveillance*. Salah satu aplikasi dari sistem video *surveillance* adalah deteksi keberadaan asap. Sistem video *surveillance* ini sangat cocok diterapkan di ruangan terbuka maupun tertutup. Penelitian sebelumnya memerlukan dimensi vektor fitur besar sehingga kurang sesuai untuk aplikasi real-time. Penelitian ini mengukur penurunan panjang vektor fitur dari suatu algoritma deteksi asap berbasis histogram Local Binary Pattern (LBP) dan Local Binary Pattern Variance (LBPV). Penelitian ini menggunakan urutan histogram piramida. Sebuah citra akan didekomposisikan dalam tiga level. Setiap level akan dihitung nilai LBP dan LBPV, sehingga menghasilkan 2 buah piramida LBP dan LBPV. Setiap level piramida LBP dan LBPV akan dihitung nilai histogram dengan menggunakan kuantisasi 32 bin. Dengan menggunakan kuantisasi 32 bin menunjukkan bahwa vektor fitur yang dihasilkan lebih kecil, dengan nilai threshold 0,1 dari Eucliden Distance dapat membedakan citra yang tidak berasap dan citra asap.

Kata Kunci- Vektor Fitur, Histogram Piramida, Eucliden Distance, LBP, LBPV

I. PENDAHULUAN

Sistem video *surveillance* saat ini sudah banyak diterapkan ke berbagai bidang aplikasi. Video *surveillance* banyak digunakan di tempat-tempat strategis dan di tempat umum lainnya. Video *surveillance* berguna untuk memonitoring kejadian-kejadian, sehingga memudahkan daalam sistem pengawasan. Salah satu bidang sistem video *surveillance* yaitu deteksi asap. Deteksi asap bermanfaat untuk mengetahui adanya asap lebih awal sehingga dapat mencegah terjadinya bencana kebakaran yang dapat merusakkan kehidupan dan sistem ekologi.

Cara tradisional untuk mendeteksi asap adalah dengan melihat secara langsung adanya asap atau dengan penciuman. Namun cara ini tidak efektif karena harus dilihat secara langsung. Untuk itu di perlukan suatu sistem otomatis yang bisa mendeteksi asap. Teknik video

surveillance merupakan salah satu cara untuk mendeteksi asap yang dianggap efektif, karena tidak dipengaruhi oleh angin yang dapat merubah pergerakan asap. Selain itu juga mudah untuk mendeteksi asap di ruangan terbuka dan luas maupun di ruangan tertutup [1].

Penelitian otomatisasi deteksi asap telah banyak dilakukan. Pada penelitian tentang analisis dan segmentasi besar/tingkat piksel dari citra-citra yang ditutupi asap untuk mendeteksi kebakaran hutan secara otomatis variasi yang terdapat dalam warna asap, pencahayaan lingkungan, kondisi atmosfer dan kualitas gambar yang rendah di ruangan terbuka membuat deteksi asap menjadi suatu masalah yang kompleks. Penelitian [2] mencoba menemukan kombinasi yang efisien antara bidang warna dengan algoritma segmentasi asap yang berbasis pada besar/tingkat piksel [2].

Penelitian lainnya menjelaskan deteksi api dan asap dengan pengolahan citra yang sudah tersedia. Model yang digunakan berbeda untuk warna api dan warna asap. Model warna di ekstrak dengan analisis statis dari sampel yang diambil dari berbagai jenis video dan gambar. Model yang diekstrak dapat digunakan secara lengkap untuk sistem deteksi api dan asap dengan menggabungkan informasi warna dan analisis gerak [3].

Selanjutnya pada penelitian lainnya diasumsikan kamera memonitor keadaan statis. Karena asap berbentuk semi transparan, tepi frame gambar kehilangan ketajaman dan menyebabkan penurunan frekuensi konten gambar. Untuk menentukan keberadaan asap pada citra/video yang tertangkap kamera, latar dari "scene" diprediksi dan penurunan energi frekuensi dipantau menggunakan transformasi wavelet spasial dari citra real (yang mengandung asap dan citra asap [4].

Beberapa metode yang mengusulkan untuk mengekstrak fitur statistik citra asap. Penelitian [5] menggunakan metode tranformasi wavelet pada sebuah citra membangun sebuah model pohon hidden markov untuk mengekstrak tekstur asap. Penelitian [6] mengusulkan metode dengan menggunakan matrik Co-

occurrence untuk mendeteksi asap. Penelitian [7] menggunakan metode kombinasi bentuk asap yang tidak teratur dengan fitur warna.

Penelitian [1] mengusulkan metode deteksi asap menggunakan serangkaian histogram dari piramida-piramida Gaussian. Metodenya terdiri dari 4 langkah yaitu:

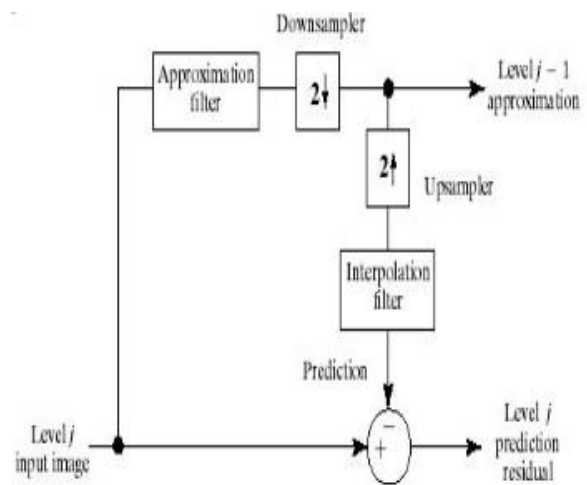
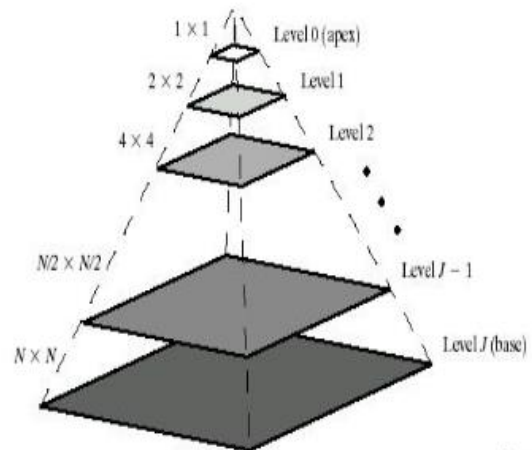
- Analisis multi skala, dengan membangun piramida tingkat 3.
- Menghitung *LBP* (*Local Binary Pattern*) dari setiap level citra piramida, yang tidak peka terhadap rotasi gambar dan kondisi pencahayaan. Setiap level citra piramida akan diekstrak dengan menggunakan uniform pattern, rotation invariance pattern dan rotation invariance uniform pattern untuk membangun sebuah piramida *LBP*.
- Hitung dari setiap level citra local binary pattern berdasarkan varian dengan pattern yang sama dibangun sebuah piramida *LBPV*.
- Menghitung histogram Piramida *LBP* dan *LBPV* dan semua histogram digabungkan ke vektor fitur.

Dalam penelitian terdahulu [1] metode deteksi asap memerlukan dimensi fitur vektor yang besar sebanyak 210 dimensi sehingga membutuhkan kalkulasi yang besar. Oleh karena itu penelitian ini mencoba kombinasi fitur yang berbeda dari penelitian terdahulu sehingga dapat menurunkan nilai vektor fitur, dan dapat dengan mengkuantisasi histogram menjadi 32 (tiga puluh dua) bin akan memperkecil vektor fitur untuk mendeteksi asap. Sehingga dengan vektor fitur yang lebih kecil akan menghasilkan informasi yang sama seperti yang telah dilakukan oleh peneliti [1]. Selain itu juga dengan menggunakan *Eucliden Distance* akan dapat membedakan citra yang berasap dan citra yang tidak berasap.

II TINJAUAN PUSTAKA

A. Image Pyramid (Piramida Citra)

Struktur representasi citra yang lebih dari satu resolusi, yang sederhana secara konseptual, tetapi cukup *powerful* adalah “piramida citra”[8]. Piramida awalnya dirancang untuk visi mesin dan aplikasi kompresi gambar. Piramida citra adalah sekumpulan gambar yang mengalami penurunan resolusi yang disusun dalam bentuk piramida. Dasar sebuah piramida mengandung resolusi gambar yang tinggi sebelum mengalami pemrosesan. Sedangkan puncak piramida mengandung perkiraan resolusi gambar yang rendah. Gambar 1 merupakan image piramida sebuah citra.



Gambar 1. Image Pyramid [8]

B. Local Binary Pattern

Operator *local binary pattern* diperkenalkan oleh Timo Ojala [9]. Versi asli dari *local binary pattern* bekerja dalam sebuah blok 3 x 3 piksel sebuah citra. Pada piksel tengah (pusat) *threshold* dengan nilai dari piksel tetangga akan menghasilkan sebuah angka binary. Secara sederhana, *Local Binary Pattern* adalah sebuah kode biner yang menggambarkan pola tekstur lokal.

Setiap piksel memiliki nilai hasil *grayscale*, kemudian dilakukan *threshold* berpusat pada titik tengah. Piksel yang memiliki nilai sama atau lebih dibandingkan dengan titik tengah diberi nilai 1 selain itu diberi nilai 0. Semua hasil *threshold* digabungkan akan menghasilkan nilai 8 bit. Operator pada *LBP* memiliki label yang ditandai dengan P dan R. P mewakili jumlah piksel tetangga yang digunakan dalam komputasi sementara R adalah radius antara piksel titik pusat dan piksel tetangga.

Inisial label untuk piksel tengah (pusat) dengan :

$$LBP_{P,R} = \sum_{p=0}^{P-1} s(g_p - g_c)2^p \quad (1)$$

$$s(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases} \quad (2)$$

dimana:

g_c = nilai *grayscale* untuk titik pusat piksel

g_p = nilai dari piksel tetangga

P = jumlah piksel tetangga

R = jarak radius dari tetangga yang dihitung dengan menggunakan *Eucliden Distance* antara piksel tengah dan piksel tetangga

C. Local Binary Pattern Variance (LBPV)

Biasanya, frekuensi tekstur *region* yang tinggi akan mempunyai *variance* yang lebih tinggi dan *variance-variance* tersebut lebih berkontribusi terhadap perbedaan tekstur suatu citra. Oleh karena itu, *variance VAR_{P,R}* dapat digunakan sebagai bobot yang dapat beradaptasi untuk mengatur kontribusi nilai LBP pada perhitungan histogram melakukan *joint distribution* pola LBP dengan kontras lokal sebagai *descriptor* tekstur bernama LBPV. LBPV dimaksudkan menjadi sebuah *descriptor* tekstur yang bisa menginformasikan pola tekstur dan kontras [10]. Histogram LBPV dihitung menggunakan formula sebagai berikut:

$$LBPV_{P,R}(k) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M w(LBP_{P,R}(i,j), k), k \in [0, K] \quad (3)$$

Dengan

$$w(LBP_{P,R}(i,j), k) = \begin{cases} VAR_{P,R}(i,j), & LBP_{P,R}(i,j) = k \\ 0, & s \\ & \text{selainnya} \end{cases} \quad (4)$$

$$VAR_{P,R} = \frac{1}{P} \sum_{i=0}^{P-1} (g_i - g_c)^2 \quad (5)$$

dimana:

N, M = ukuran citra

i, j = nilai piksel

k = nilai pola LPB maksimum

w = bobot (weight)

P = jumlah piksel tetangga

R = jarak radius tetangga

D. Jarak Eucliden (Eucliden Distance)

Kemiripan antara dua buah fitur dapat di hitung dengan jarak, salah satunya dengan jarak *Eucliden*. Jarak *Eucliden* adalah formulasi untuk menghitung nilai jarak dari dua fitur. Ruang *Eucliden* merupakan ruang dengan dimensi terbatas yang bernilai real. *Eucliden Distance* digunakan untuk mengklarifikasi atau mengidentifikasi suatu nilai fitur masukan dengan nilai fitur yang telah tersimpan dalam database. Notasi *Eucliden Distance* terdapat di persamaan (6)

$$d_{x,y} = \sqrt{\sum_n (x_n - y_n)^2} \quad (6)$$

dapat dijabarkan menjadi:

$$d_{x,y} = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \dots + (x_n - y_n)^2} \quad (7)$$

Keterangan:

$d_{x,y}$ = *Euclidean Distance*

x = nilai fitur masukan

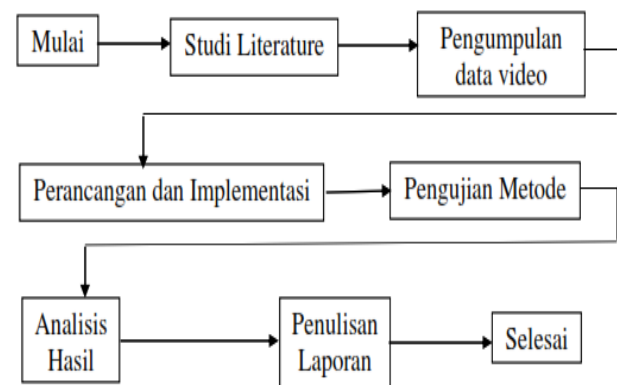
y = nilai fitur pada basis data

n = jumlah nilai pada fitur

III. METODE PENELITIAN

A. Alur Penelitian

Tahapan dan metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini diperlihatkan pada gambar 2.



Gambar 2 Alur penelitian

Survey kebutuhan data dan metode merupakan langkah awal dalam proses persiapan penelitian ini. Pada tahap ini mengumpulkan dan mempelajari teori-teori pendukung dari buku-buku, jurnal dan referensi lainnya yang berkaitan dengan penelitian ini, serta persiapan perangkat lunak yang diperlukan dalam penelitian ini.

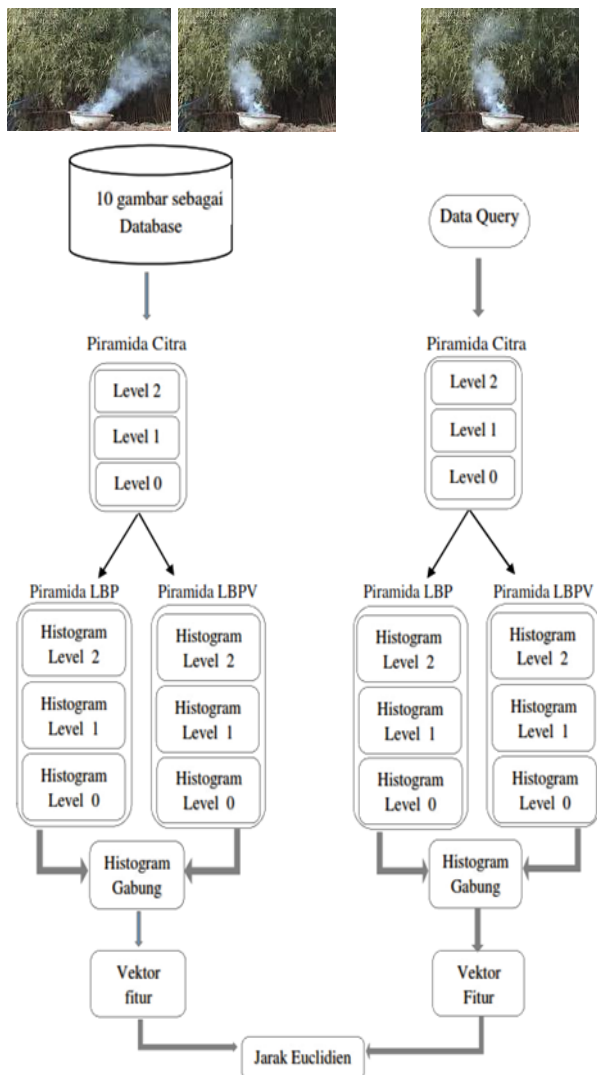
Selanjutnya dilakukan pengumpulan data yang berupa video dan citra yang berasal dari basis data [1] dan sumber lainnya yang berhubungan dengan deteksi asap. Selain itu juga citra di peroleh dengan mengekstrak video dengan menggunakan aplikasi total video player, sehingga menghasilkan citra.

Tahap berikutnya merancang kembali terhadap metode LBP dan LBPV. Pada tahap awal akan menghitung nilai setiap level LBP dan LBPV beserta nilai histogram. Sehingga menghasilkan 2 buah piramida yaitu piramida LBP dan LBPV. Setelah terbentuk piramida LBP dan

LBPV akan di kuantisasikan kedalam bentuk 32 bin. Nilai histogram dari setiap level piramida LBP dan LBPV akan digabungkan untuk mendapatkan jumlah vektor fitur.

B. Prosedur pengujian

Diagram prosedur pengujian dapat dilihat pada gambar 3 berikut ini.



Gambar 3 Diagram prosedur pengujian

Penelitian ini menggunakan metode urutan piramida untuk mendeteksi asap citra video. Pada proses awal penelitian, citra yang diinput berupa citra yang berasal dari database [1] dan beberapa sumber yang lainnya. Sebuah citra didekomposisi kedalam 3 level yang akan menghasilkan sub citra I_0 , I_1 dan I_2 . Dari tiap level piramida akan dihitung nilai *LBP* dan *LBPV* untuk dapat menghasilkan dua buah piramida *LBP* dan *LBPV*. Tahap

berikutnya akan menghitung nilai *histogram* piramida *LBP* dan *LBPV* yang terdiri dari 3 level yaitu level 0, level 1 dan level 2.

Setelah dihitung *histogram* piramida *LBP* dan *histogram* piramida *LBPV*, kemudian akan dilakukan tahapan penggabungan dari setiap levelnya. Sehingga menghasilkan sebuah *histogram* gabungan yang terdiri dari H_LBP_0 , H_LBPV_0 , H_LBP_1 , H_LBPV_1 , H_LBP_2 , H_LBPV_2 . Tujuan dilakukan penggabungan ke 3 level dari *histogram* piramida *LBP* dan *histogram* piramida *LBPV* dijadikan tolak ukur untuk mendapatkan vektor fitur.

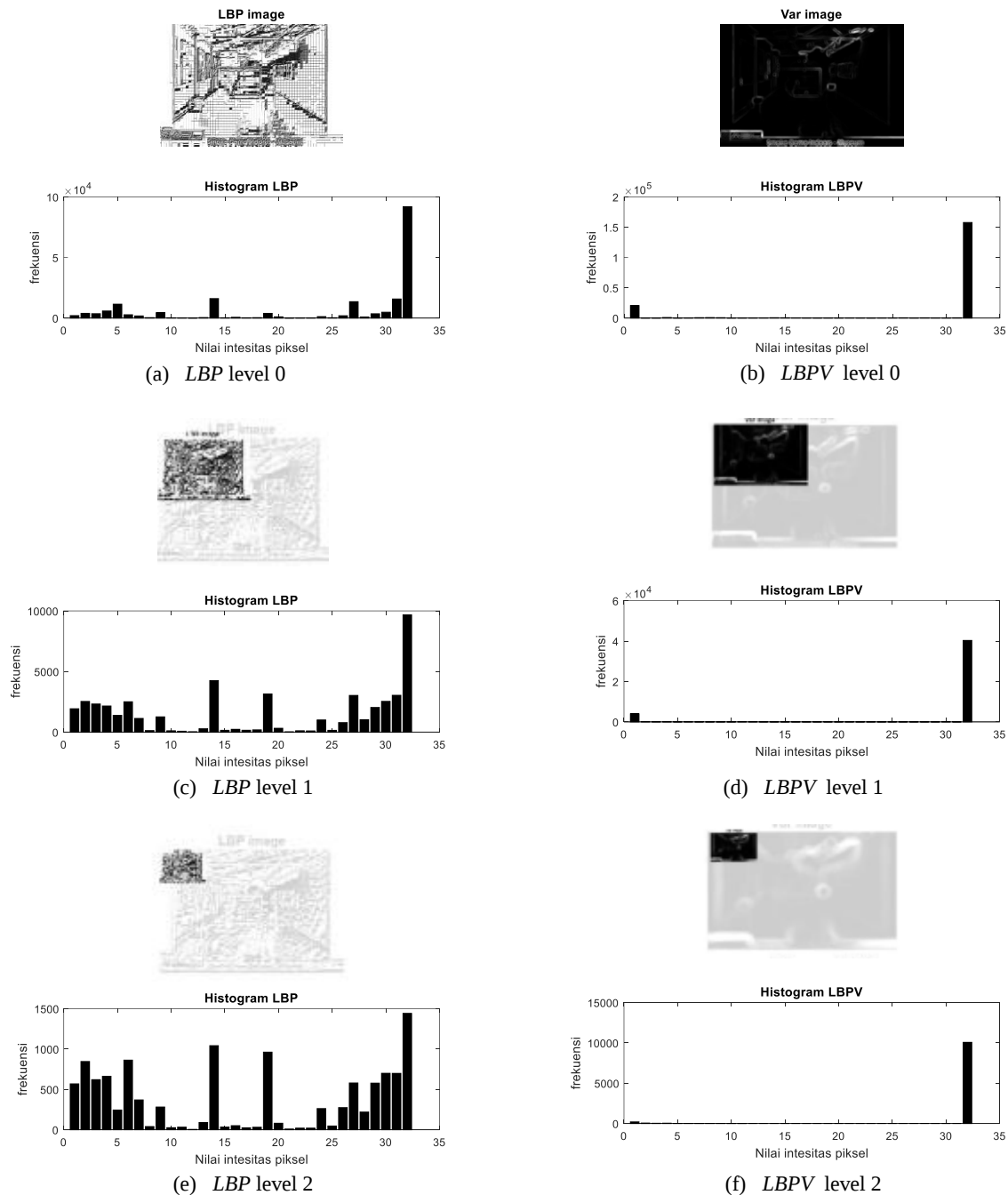
Selanjutnya dilakukan pengukuran kemiripan setelah didapat nilai *histogram* dari setiap level piramida *LBP* dan *LBPV*. Tahapan pengukuran kemiripan dengan mencocokkan fitur citra masukan dengan fitur citra di basis data dengan menggunakan *Euclidean Distance* seperti pada persamaan (6). Tujuan dilakukan pengukuran jarak *Euclidean* untuk mengetahui perbedaan citra tidak berasap dengan citra yang berasap.

Pada tahap awal akan menghitung jarak *Euclidean* untuk 1 level piramida *histogram LBP* dan *LBPV*. Yang terdiri dari level 0, level 1 dan level 2. Selanjutnya akan menghitung jarak *Euclidean* gabungan 2 level piramida *histogram LBP* dan *LBPV* yaitu level 1 dan level 2. Tahap akhir akan menghitung jarak *Euclidean* untuk gabungan 3 level piramida *histogram LBP* dan *LBPV* yaitu level 0, level 1 dan level 2.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 4 merupakan contoh hasil pengujian yang dilakukan terhadap sebuah citra *greyscale* dengan metode piramida *Gaussian*. Citra level 0 atau level dasar piramida resolusi berukuran 360×540 piksel. Selanjutnya citra level 0 *downsampling* dengan *lowpass Gaussian filtering*. *Filtering* dilakukan domain spasial menggunakan 3×3 *konvolusi kernel lowpass* sehingga akan menghasilkan citra level 1 yang berukuran 180×270 piksel. Langkah berikutnya citra level 1 akan *downsampling* dengan *lowpass Gaussian filter* sehingga menghasilkan citra level 2 yang berukuran 90×135 piksel.

Dari setiap level piramida akan dihitung nilai *LBP* dan *LBPV* sehingga menghasilkan 2 buah piramida yaitu piramida *LBP* dan *LBPV*. Tahap selanjutnya akan menghitung nilai *histogram* setiap level piramida *LBP* dan *LBPV* yang terdiri dari 3 level yaitu H_LBP_0 , H_LBPV_0 , H_LBP_1 , H_LBPV_1 , H_LBP_2 dan H_LBPV_2 . Nilai *histogram* yang digunakan dalam bentuk 32 bin. Setelah dihitung nilai *histogram* piramida *LBP* dan nilai *histogram LBPV*, kemudian akan dilakukan tahapan penggabungan setiap levelnya.



Gambar 4 Dataset piramida LBP dan LBPV dalam bentuk 32 bin

Tujuan penggabungan ke 3 level nilai histogram LBP dan nilai histogram LBPV untuk dijadikan tolok ukur mendapatkan vektor fitur. Vektor fitur yang dihasilkan dari H_LBP_0 , H_LBPV_0 , H_LBP_1 , H_LBPV_1 , H_LBP_2 dan H_LBPV_2 yaitu 192 dimensi. Dimana setiap level H_LBP_0 , H_LBP_1 dan H_LBP_2 bernilai

32, 32 dan 32. Nilai setiap level H_LBPV_0 , H_LBPV_1 dan H_LBPV_2 yaitu 32, 32 dan 32. Sehingga jumlah vektor fitur gabungan 192 dimensi. Contoh dataset piramida *LBP* dan *LBPV* beserta histogramnya untuk citra berasap dalam bentuk 32 bin dapat dilihat pada gambar 4.

Eucliden Distance merupakan metode yang digunakan untuk mengukur nilai kemiripan antara fitur masukan dengan semua fitur yang ada dalam basis data. Satu persatu citra pada fitur masukan akan dihitung *Eucliden Distance* dengan citra yang terdapat dalam basis data. Tujuan dilakukan pengukuran *Eucliden Distance* untuk mengetahui perbedaan citra tidak berasap dengan citra asap. Hasil perhitungan *Eucliden Distance* dibagi dalam 3 tahap. Tabel 1 sampai dengan tabel 3 merupakan hasil perhitungan *Eucliden Distance* untuk setiap level. Yang terdiri dari level 0, level 1 dan level 2. Tabel 4 merupakan

hasil perhitungan *Eucliden Distance* untuk gabungan 2 level yaitu level 1 dan 2. Sedangkan tabel 5 hasil perhitungan *Eucliden Distance* gabungan 3 level yang terdiri dari level 0, level 1 dan level 2. Citra 5.1, 5.2 dan 5.3 merupakan citra tanpa asap. Sedangkan citra 5.4, 5.5 dan 5.6 merupakan citra yang berasap. Citra basis data merupakan semua citra yang berada dalam basis data. Sedangkan citra entri merupakan citra yang akan diukur *Eucliden Distance* dengan citra yang berada di dalam basis data.

TABEL I

HASIL PENGUJIAN EUCLIDIEN DISTANCE LEVEL 0

		Citra Entri					
		Citra 5.1	Citra 5.2	Citra 5.3	Citra 5.4	Citra 5.5	Citra 5.6
Citra Basis Data	Citra 5.1	0	0,05777	0,09315	0,87876	0,90309	0,97634
	Citra 5.2	0,05777	0	0,07044	0,88585	0,91047	0,98166
	Citra 5.3	0,09315	0,07044	0	0,90555	0,93089	1
	Citra 5.4	0,87876	0,88585	0,90555	0	0,04192	0,11397
	Citra 5.5	0,90309	0,91047	0,93089	0,04192	0	0,09802
	Citra 5.6	0,97634	0,98166	1	0,11397	0,09802	0

TABEL II

HASIL PENGUJIAN EUCLIDIEN DISTANCE LEVEL 1

		Citra Entri					
		Citra 5.1	Citra 5.2	Citra 5.3	Citra 5.4	Citra 5.5	Citra 5.6
Citra Basis Data	Citra 5.1	0	0,05777	0,09315	0,87876	0,90309	0,97634
	Citra 5.2	0,05777	0	0,07044	0,88585	0,91047	0,98166
	Citra 5.3	0,09315	0,07044	0	0,90555	0,93089	1
	Citra 5.4	0,87876	0,88585	0,90555	0	0,04192	0,11397
	Citra 5.5	0,90309	0,91047	0,93089	0,04192	0	0,09802
	Citra 5.6	0,97634	0,98166	1	0,11397	0,09802	0

TABEL III
HASIL PENGUJIAN EUCLIDIEN DISTANCE LEVEL 2

		Citra entri					
		Citra 5.1	Citra 5.2	Citra 5.3	Citra 5.4	Citra 5.5	Citra 5.6
Citra Basis Data	Citra 5.1	0	0,05777	0,09315	0,87876	0,90309	0,97634
	Citra 5.2	0,05777	0	0,07044	0,88585	0,91047	0,98166
	Citra 5.3	0,09315	0,07044	0	0,90555	0,93089	1
	Citra 5.4	0,87876	0,88585	0,90555	0	0,04192	0,11397
	Citra 5.5	0,90309	0,91047	0,93089	0,04192	0	0,09802
	Citra 5.6	0,97634	0,98166	1	0,11397	0,09802	0

TABEL IV
HASIL PENGUJIAN EUCLIDIEN DISTANCE 2 LEVEL (Level 1 dan 2)

		Citra entri					
		Citra 5.1	Citra 5.2	Citra 5.3	Citra 5.4	Citra 5.5	Citra 5.6
Citra Basis Data	Citra 5.1	0	0,05824	0,09326	0,87897	0,90317	0,97628
	Citra 5.2	0,05824	0	0,07063	0,88627	0,91075	0,98172
	Citra 5.3	0,09326	0,07063	0	0,90585	0,93105	1
	Citra 5.4	0,87897	0,88627	0,90585	0	0,04271	0,11507
	Citra 5.5	0,90317	0,91075	0,93105	0,04271	0	0,09932
	Citra 5.6	0,97628	0,98172	1	0,11507	0,09932	0

TABEL V
HASIL PENGUJIAN EUCLIDIEN DISTANCE 3 LEVEL (Level 0, 1 dan 2)

		Citra entri					
		Citra 5.1	Citra 5.2	Citra 5.3	Citra 5.4	Citra 5.5	Citra 5.6
Citra Basis Data	Citra 5.1	0	0,05827	0,09327	0,87897	0,90317	0,97628
	Citra 5.2	0,05827	0	0,07064	0,88628	0,91077	0,98173
	Citra 5.3	0,09327	0,07064	0	0,90585	0,93106	1
	Citra 5.4	0,87897	0,88628	0,90585	0	0,04288	0,11507
	Citra 5.5	0,90317	0,91077	0,93106	0,04288	0	0,09937
	Citra 5.6	0,97628	0,98173	1	0,11517	0,09937	0

Dari hasil pengujian untuk setiap level yaitu level 0, level 1 dan level 2 yang terdapat pada tabel 1, tabel 2 dan tabel 3 menunjukkan bahwa hasil ketiga level sama. Dengan nilai *threshold* 0,1 pada tabel 1, tabel 2 dan tabel 3 menunjukkan bahwa *Eucliden Distance* citra tanpa asap dengan citra tanpa asap bernilai 0 dan saling mendekati. Jika dibandingkan *Eucliden Distance* tanpa asap dengan citra asap akan menghasilkan nilai *Eucliden Distance* yang lebih besar pada citra yang berasap. Tabel 4 merupakan hasil pengujian gabungan 2 level yaitu level 1 dan level 2. Hasil pengujian gabungan 2 level menunjukkan *Eucliden Distance* gabungan 2 level lebih tinggi dibandingkan dengan 1 level. Nilai *threshold* 0,1 *Eucliden Distance* citra tanpa asap dengan citra tanpa asap bernilai 0 dan saling mendekati. Sedangkan *Eucliden Distance* tanpa asap dengan citra berasap lebih besar nilai *Eucliden Distance* berasap.

Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian gabungan 3 level yaitu level 0, level 1 dan level 2. Hasil pengujian gabungan 3 level lebih besar jika dibandingkan dengan hasil pengujian gabungan 2 level dan 1 level. Hasil pengujian menunjukkan citra tanpa asap dengan citra tanpa asap bernilai 0 dan saling mendekati. Hasil pengujian citra tanpa asap dengan citra berasap menunjukkan lebih besar *Eucliden Distance* pada citra berasap. *Eucliden Distance* dengan menggunakan 32 bin menunjukkan bahwa nilai *threshold* dibawah 0,1 menunjukkan bahwa citra tersebut berasap. Sedangkan nilai *threshold* di atas 0,1 menunjukkan bahwa citra tersebut berasap.

V. KESIMPULAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa dengan formulasi kombinasi vektor fitur dari piramida *histogram LBP* dan *LBPV* dengan 32 bin mendapatkan 192 dimensi untuk mendeteksi asap. Sedangkan pada penelitian terdahulu vektor fitur yang dihasilkan sebanyak 210 dimensi untuk mendeteksi asap.

Eucliden Distance digunakan untuk mengetahui perbedaan citra tanpa asap dengan citra yang mengandung asap. Pada tahap menghitung *Eucliden Distance* antara citra tidak berasap dengan citra yang mengandung asap, bahwa *Eucliden Distance* dengan *threshold* dibawah 0.1 menunjukkan bahwa citra tersebut tidak berasap. Sedangkan *threshold* menunjukkan diatas 0.1 citra tersebut merupakan citra asap. Semakin besar nilai *Eucliden Distance* maka menunjukkan semakin banyak asap yang terdapat dalam citra tersebut

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan terselesaikannya Karya Ilmiah ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada Allah SWT atas limpahan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah ini. Orang tua dan keluarga yang telah banyak memberi bantuan,

dukungan dan semangat dan doa. Bapak Dr. Khairul Munadi, ST. M.Eng dan Ibu Dr. Fitri Arnia, ST. M.Eng, Sc selaku Dosen pembimbing I dan Dosen pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan karya ilmiah ini. Bapak Dr. Nasaruddin ST. M.Eng, Bapak Dr. Rusdha Muharrar, ST.M.Sc serta Prof. Dr. Ir. Yuwaldi Away, M.Sc selaku anggota komite penguji yang telah memberikan saran dan arahan dalam penyelesaian Karya Ilmiah ini Teman-teman Politeknik Negeri Lhokseumawe dan angkatan 2012 yang telah membantu dan memberi semangat.

REFERENSI

- [1] F.Yuan, "Video-based smoke detection with histogram sequence of LBP and LBPV Pyramids," *Fire Safety Journal*, Elsevier, vol 46, pp 132-139. Jan. 2011
- [2] D.Krstinic, et al, "Histogram-based smoke segmentation in forest fire detection system.," ISSN 1392-124X *Information technology and control*, vol 38, no.3, pp 237-244, 2009
- [3] T.Celik, et al, "Fire and smoke detection without sensors: Image processing based approach," in *EUSIPCO*, Sept 3-7, 2007
- [4] A. E. Cetin, et al, "Wavelet based real-time smoke detection in video," Bilkent University
- [5] R.J. Ferrari, et al, "Real-time detection of steam in video images," *Pattern Recognition*, vol 40, No. 3, 1148-1159, 2007
- [6] H. Maruta, et al, "A new approach for smoke detection with texture analysis and support vector machine," in *Proc. Of 2010 IEEE International symposium on Industrial Electronics (ISIE)*, IEEE, July 4-7, 1550-1555, 2010.
- [7] S. Surit, W. Chatwiriya, "Forest fire smoke detection in video based on digital image processing approach with static and dynamic characteristic analysis," In *Proc. of 2011 First ACIS/JNU International Conference on Computers, Networks, System and Industrial Engineering (CNSI)*, IEEE, Jeju Island, Korea, 23-25, 35-3, May 2011.
- [8] Burt, P. J., and Adelson, E. H., "The laplacian pyramid as a compact image code," *IEEE Trans. Commun.*, vol COM-31, no 4, pp 532-540.
- [9] T. Ahonen, A. Hadid, M. Pietikainen, G.Zhao, "Computer vision using local binary pattern," *Computational Imaging and vision*. Springer, vol 40.
- [10] T. Ojala, et al, "Multiresolution gray scale and rotation invariant texture classification with local binary pattern," *IEEE Transactions on PAMI* 24(7): 20037-20041
- [11] Z. Quo, L. Zhang, D. Zhang, "Rotation texture classification using LBP variance (LBPV) with

global matching,” Pattern Recognition, Elsevier, vol 43, pp 706-719. 2010.

[12] R. C. Gonzalez, and R. E. Woods., “Digital image processing,” second edition, 2002