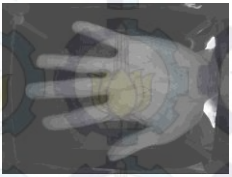







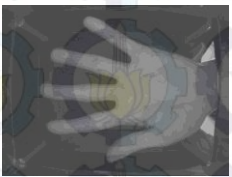
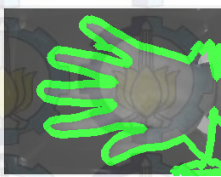

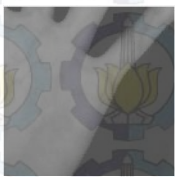



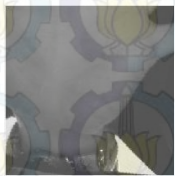


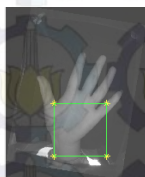
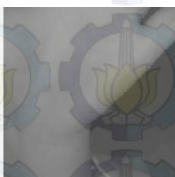


tangan yang harus mengalami *crop* ROI manual (sampel nomor 05_03, 06_02, 056_05 dan 062_02).

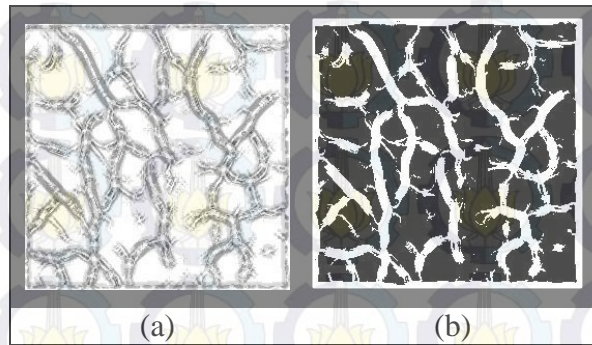
Tabel 4.8 Contoh Deteksi ROI yang Benar dan yang Salah pada Citra Telapak Tangan.

No. Sampel	Citra Telapak Tangan	Deteksi Tepi	Deteksi ROI	Hasil <i>Crop</i>
019_01				
05_03				
06_02				
056_05				
062_02				

2) *Pseudo* fitur

Sama seperti penelitian *palm vein* yang terdahulu (Lee, 2012; Kang, 2014), fitur tekstur *palm vein* pada penelitian ini juga dipengaruhi oleh batas tepi ROI yang membentuk *pseudo* fitur (tepi citra yang dianggap sebagai *vein*) dari citra *palm vein* yang dapat mempengaruhi akurasi pengenalan. Untuk mengatasi masalah *pseudo* fitur, telah dilakukan beberapa pengembangan

terhadap metode LLBP. Salah satunya dengan mengubah operator LLBP yang awalnya terdiri dari dua yaitu operator horizontal ($LLBP_h$) dan operator vertikal ($LLBP_v$) menjadi empat operator yaitu operator bagian atas ($LLBP_{up}$), bawah ($LLBP_{down}$), kiri ($LLBP_{left}$) dan kanan ($LLBP_{right}$) (Nikolay, 2015).

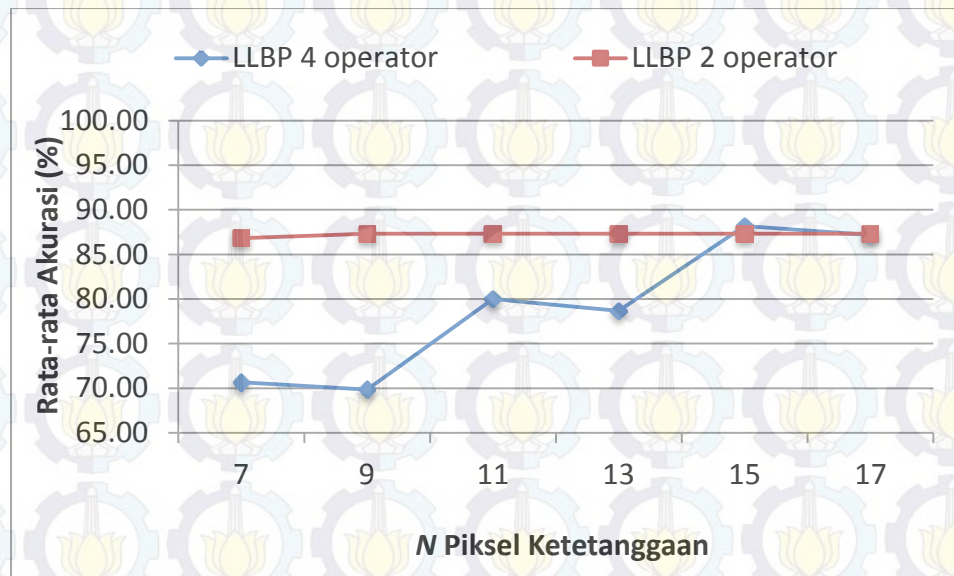


Gambar 4.10 Visualisasi fitur tekstur *palm vein* hasil ekstraksi fitur menggunakan LLBP dengan dua operator (a) dan empat operator (b).

Gambar 4.10 menunjukkan perbandingan visualisasi fitur tekstur *palm vein* hasil ekstraksi fitur menggunakan LLBP dengan dua operator (Gambar 4.10(a)) dan LLBP dengan empat operator (Gambar 4.10(b)). Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa LLBP dua operator mampu mendeskripsikan fitur tekstur *palm vein* dengan lebih jelas dibandingkan dengan LLBP empat operator. Pengembangan metode LLBP menjadi empat operator tersebut tidak mampu meningkatkan akurasi pengenalan *palm vein*. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.11 yang menunjukkan perbandingan rata-rata akurasi dengan menggunakan LLBP dua operator dan LLBP empat operator untuk setiap N jumlah piksel ketetanggaan.

Dari gambar 4.11 dapat dilihat bahwa rata-rata akurasi pengenalan untuk setiap N jumlah piksel ketetanggaan menggunakan LLBP empat operator lebih rendah, yaitu 79.08% dibandingkan dengan rata-rata akurasi pengenalan menggunakan LLBP dua operator yaitu 87.30%. Hal ini karena secara visual, fitur tekstur *vein* yang dihasilkan dengan menggunakan LLBP dua operator (Gambar 4.10(a)) lebih jelas jika dibandingkan dengan fitur tekstur yang dihasilkan dengan menggunakan LLBP empat operator (Gambar 4.10(b)). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pengembangan LLBP dengan

mengubah operatornya menjadi 4 yaitu operator bagian atas ($LLBP_{up}$), bawah ($LLBP_{down}$), kiri ($LLBP_{left}$) dan kanan ($LLBP_{right}$) belum mampu mengatasi masalah *pseude* fitur pada citra telapak tangan. Oleh karena itu, penelitian ini tetap menggunakan LLBP dua operator yang merupakan konsep awal LLBP sejak diusulkan pertama kali oleh Petpon (2009).

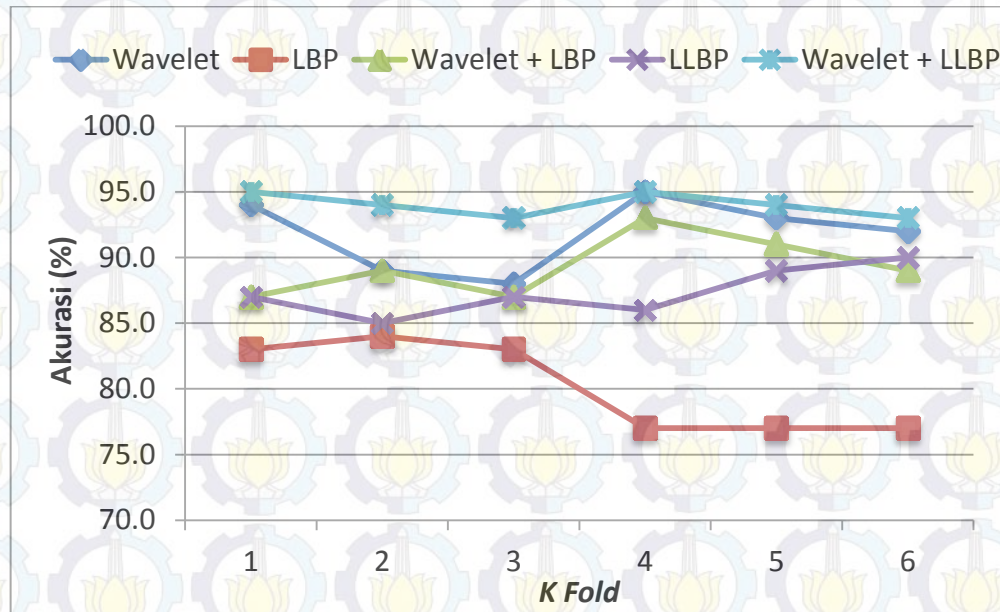


Gambar 4.11 Perbandingan rata-rata akurasi pengenalan dengan menggunakan LLBP dua operator dan LLBP empat operator untuk setiap N jumlah piksel ketetanggaan.

4.4.4 Perbandingan dengan Metode Sebelumnya

Pada bagian ini dibahas mengenai perbandingan hasil uji coba metode yang diusulkan dengan metode sebelumnya yaitu *Local Binary Pattern* (LBP). Metode LBP mampu melakukan ekstraksi fitur tekstur pada pengenalan *palm vein* dengan cukup baik, namun deskriptor tekstur yang dihasilkan berukuran besar sehingga memiliki waktu komputasi yang lama. Selain itu deskriptor tekstur yang dihasilkan juga kurang sesuai dengan karakteristik fitur tekstur *palm vein* yang tipis sehingga dapat mempengaruhi akurasi pengenalan *palm vein*. Selain perbandingan dengan metode LBP, dilakukan pula evaluasi terhadap performa metode yang diusulkan dengan membandingkannya dengan performa penggabungan metode Transformasi Wavelet 2D dan LBP. Perbandingan akurasi

metode yang diusulkan dengan metode sebelumnya ditunjukkan pada Gambar 4.12.

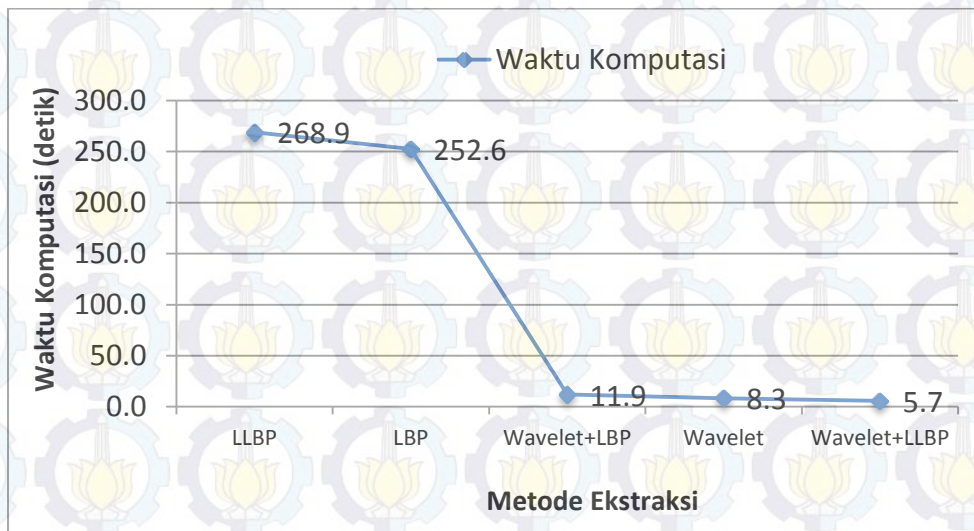


Gambar 4.12 Perbandingan akurasi pengenalan metode yang diusulkan dengan metode sebelumnya.

Dari Gambar 4.12 terlihat bahwa metode Transformasi Wavelet memiliki rata-rata akurasi yang lebih tinggi dibanding LBP dan LLBP. Selanjutnya dengan menggabungkan Transformasi Wavelet 2D dan LBP serta Transformasi Wavelet 2D dan LLBP, diperoleh bahwa rata-rata akurasi untuk penggabungan Transformasi Wavelet 2D dan LLBP (94.0%) lebih tinggi dibanding dengan penggabungan Transformasi Wavelet 2D dan LBP (89.3%). Hal ini karena jika dibandingkan dengan operator LBP yang berupa kotak persegi, operator pada LLBP yang berupa garis vertikal dan horizontal lebih mampu mendeskripsikan tekstur *palm vein* yang berkarakteristik tipis. Secara visual hasil fitur tekstur dari kedua metode tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.6.

Jika dibandingkan dengan metode sebelumnya, metode yang diusulkan yaitu penggabungan Transformasi Wavelet 2D dengan *filter* Haar dan *Local Line Binary Pattern* (LLBP), memiliki rata-rata akurasi pengenalan tertinggi yaitu mencapai 94.0%. Adapun keempat metode lainnya yaitu metode Transformasi Wavelet 2D dengan *filter* Haar memiliki rata-rata akurasi sebesar 91.8%,

penggabungan metode Transformasi Wavelet 2D dengan *filter* Haar dan *Local Binary Pattern* (LBP) memiliki rata-rata akurasi sebesar 89.3%, metode LLBP memiliki rata-rata akurasi 87.3% dan terakhir metode LBP memiliki rata-rata akurasi sebesar 80.2%. Dengan demikian, metode yang diusulkan dapat menghasilkan peningkatan rata-rata akurasi sebesar 13.8% dibandingkan dengan metode LBP, yaitu dari 80.2% menjadi 94.0% pada pengenalan *palm vein*. Hal ini karena pada setiap level dekomposisi Transformasi Wavelet dalam penelitian ini, terjadi proses pengeliminasian piksel pada frekuensi tinggi yang mengandung *noise* yang dapat mempengaruhi akurasi.



Gambar 4.13 Perbandingan waktu komputasi metode yang diusulkan dengan metode sebelumnya.

Adapun perbandingan waktu komputasi antara metode yang diusulkan dengan metode sebelumnya ditunjukkan pada Gambar 4.13. Dari Gambar 4.13 dapat terlihat bahwa dengan metode yang diusulkan yaitu penggabungan metode Transformasi Wavelet 2D dan metode LBP diperoleh perubahan waktu komputasi yang cukup signifikan yaitu dari 252.6 detik ketika hanya menggunakan metode LLBP, menjadi 5.7 detik ketika menggunakan metode Transformasi Wavelet 2D dan LLBP. Hal ini karena dengan proses dekomposisi menggunakan Transformasi Wavelet 2D, ukuran deskriptor citra dapat direduksi menjadi lebih kecil sehingga dapat mengurangi waktu komputasi. Walaupun ukuran deksriptor citra menjadi lebih kecil, namun rata-rata akurasi pengenalan tidak mengalami penurunan, hal

ini karena citra yang digunakan merupakan citra aproksimasi hasil dari dekomposisi Transformasi Wavelet 2D. Dekomposisi Transformasi Wavelet 2D menghasilkan satu citra aproksimasi dan tiga citra detail (Gambar 3.6). Ketiga citra detail hasil dekomposisi Transformasi Wavelet 2D yaitu citra detail vertikal, horizontal dan diagonal mengandung piksel frekuensi tinggi. Sedangkan pada citra aproksimasi, piksel citra *palm vein* pada frekuensi tinggi yang mengandung informasi lokal telah dihilangkan. Piksel tersebut dapat berupa *noise* yang dapat mempengaruhi akurasi pengenalan.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa metode yang diusulkan yaitu penggabungan metode Transformasi Wavelet 2D dan *Local Line Binary Pattern* (LLBP) mampu melakukan ekstraksi fitur tekstur pada citra *palm vein* dengan baik, yaitu dengan rata-rata akurasi mencapai 94.0% dan waktu komputasi selama 5.7 detik. Hal ini karena penggabungan kedua metode tersebut dapat menghasilkan deskriptor citra yang berukuran kecil dan sesuai karakteristik tekstur *palm vein* yang tipis.