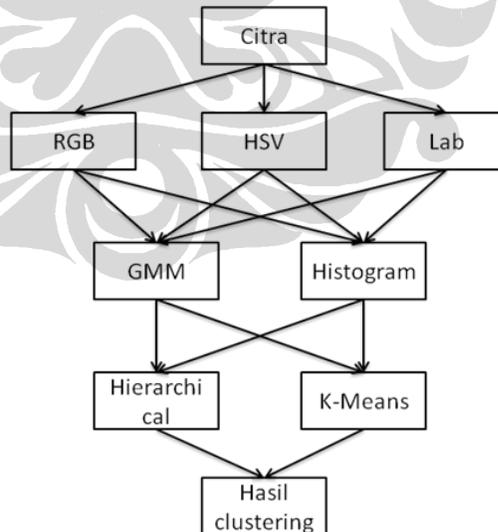


BAB 4

EKSPERIMEN DAN ANALISIS EKSPERIMEN

Bab ini berisi tentang eksperimen dan analisis terhadap hasil eksperimen yang berupa perbandingan antara beberapa metode yang digunakan. Tiga hal utama yang dibandingkan didalam eksperimen ini, yaitu perbedaan ruang warna, representasi citra, serta metode *clustering* yang digunakan.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa ruang warna yang digunakan dalam penelitian ini adalah RGB, HSV dan $L^*a^*b^*$. Kemudian, representasi citra yang digunakan adalah histogram dan *GMM*. Yang terakhir, metode *clustering* yang digunakan adalah *K-Means* dan *Agglomerative Hierarchical*. Untuk mempermudah eksperimen, maka dilakukan beberapa skenario eksperimen yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 yang merupakan sistematika eksperimen dari penelitian. Contoh salah satu skenario adalah citra menggunakan ruang warna RGB, representasi histogram, dan di *cluster* menggunakan *K-means*. Contoh lain, citra dengan ruang warna HSV, representasi *GMM*, kemudian menggunakan *K-Means* pada proses *clustering*-nya.



Gambar 4.1 Sistematika Eksperimen

| | | | |
|--|---|--|---|
|  Apel |  Anggur |  Laut |  Bangunan |
|  Padang pasir |  Harimau |  Ikan hias |  Kembang api |
|  Kuda |  Melati |  Mawar |  Panda |
|  Sunset |  Pinguin |  Pisang |  Pantai |
|  Rumput |  Sunflower |  Stoberi |  Trompet |

Gambar 4.2 Contoh Citra dalam tiap Kategori

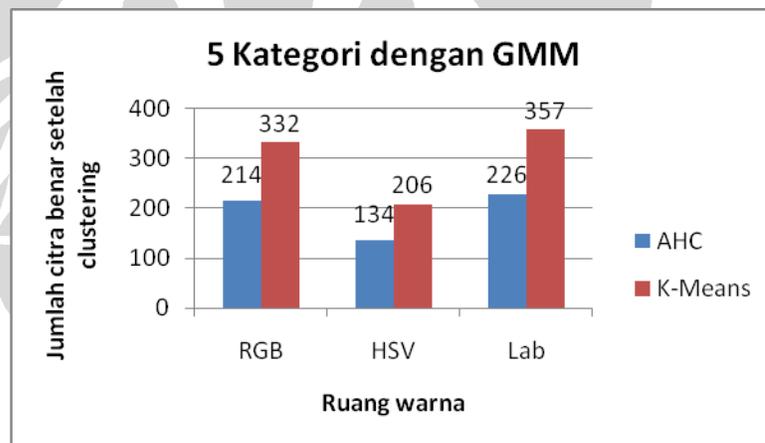
Alasan melakukan percobaan dengan jumlah kategori citra berbeda-beda adalah karena penulis memiliki hipotesis bahwa jika citra setiap kategori memiliki perbedaan yang mencolok, maka akan menghasilkan *clustering* citra yang maksimal.

Universitas Indonesia

1.1 Eksperimen dan Analisis dengan 5 Kategori Citra

Pada bagian ini dilakukan eksperimen pada tiga ruang warna berbeda (RGB, HSV, $L^*a^*b^*$) dengan 5 kategori citra yaitu mawar, trompet, apel, padang pasir, dan pinguin. Alasan memilih 5 kategori tersebut adalah karena memiliki perbedaan komposisi warna yang mencolok satu sama lain. Berikut ini hasil eksperimen dan analisis yang dilakukan dengan menggunakan inisial jumlah *homogenous region* adalah 5 pada representasi citra *GMM*.

Eksperimen pada 5 kategori citra ini dibagi ke dalam kedua bagian menurut metode representasi citra, yaitu *GMM* dan histogram. Jumlah citra yang ada pada masing-masing kategori adalah 80 citra, sehingga totalnya adalah 400 citra. Eksperimen pertama dilakukan dengan representasi citra *GMM* yang hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.3.

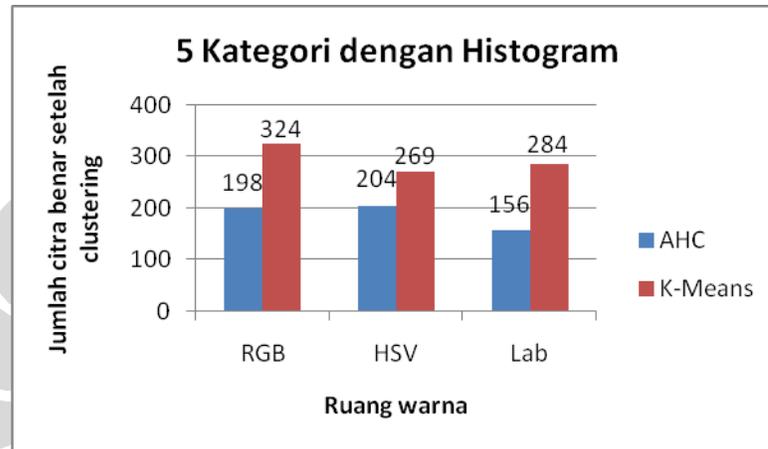


Gambar 4.3 Eksperimen 5 Kategori (*GMM*)

Pada gambar 4.3 terlihat bahwa dengan representasi citra *GMM*, ruang warna $L^*a^*b^*$ memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan ruang warna lain dimana persentase jumlah citra benar setelah *clustering* adalah 89.25% dengan metode *K-Means* dan 56.5% dengan metode *AHC*. Sedangkan ruang warna HSV memiliki persentase jumlah citra benar adalah 51.5% dengan *K-Means* dan 33.5% dengan

AHC, serta ruang warna RGB dengan presentase 83% dengan *K-Means* dan 53.5% dengan *AHC*. Ruang warna $L^*a^*b^*$ lebih baik dibandingkan dengan ruang warna HSV dan RGB pada eksperimen ini.

Eksperimen berikutnya dilakukan dengan menggunakan representasi citra histogram. Hasil eksperimennya dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Eksperimen 5 Kategori (histogram)

Pada Gambar 4.4 terlihat bahwa dengan representasi citra histogram, ruang warna RGB memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan ruang warna lain dimana persentase jumlah citra benar setelah *clustering* adalah 81% dengan metode *K-Means* dan 49.5% dengan metode *AHC*. Sedangkan ruang warna HSV memiliki persentase jumlah citra benar adalah 67.25% dengan *K-Means* dan 51% dengan *AHC*, serta ruang warna $L^*a^*b^*$ dengan presentase 71% dengan *K-Means* dan 39% dengan *AHC*. Ruang warna RGB lebih baik dibandingkan dengan ruang warna HSV dan $L^*a^*b^*$ pada eksperimen ini.

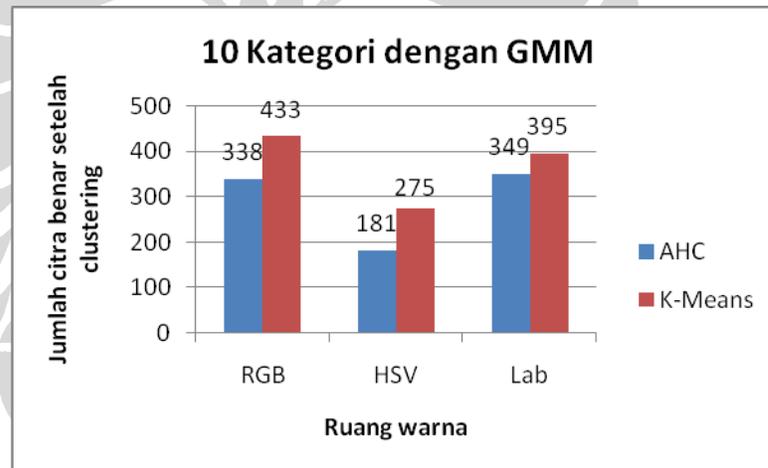
Jadi, berdasarkan hasil eksperimen ini, dapat disimpulkan bahwa 5 kategori citra pada ruang warna RGB dan $L^*a^*b^*$ memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan ruang warna HSV. $L^*a^*b^*$ dan RGB bekerja dengan baik menggunakan

representasi *GMM*, sedangkan HSV dengan representasi histogram. Untuk metode *clustering*, *K-Means* terlihat lebih baik daripada *AHC*.

1.2 Eksperimen dan Analisis pada 10 Kategori Citra

Pada bagian ini, eksperimen dilakukan dengan menambahkan 5 kategori citra dari eksperimen sebelumnya, sehingga menjadi 10 kategori, yaitu mawar, trompet, apel, padang pasir, penguin, kembang api, kuda, laut, anggur, dan *sun flower*. Masing-masing kategori memiliki 80 citra, sehingga total citra adalah 800. Eksperimen ini juga dilakukan pada dua representasi citra berbeda, yaitu *GMM* dan histogram.

Eksperimen pertama dilakukan pada representasi citra *GMM* yang hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.5.



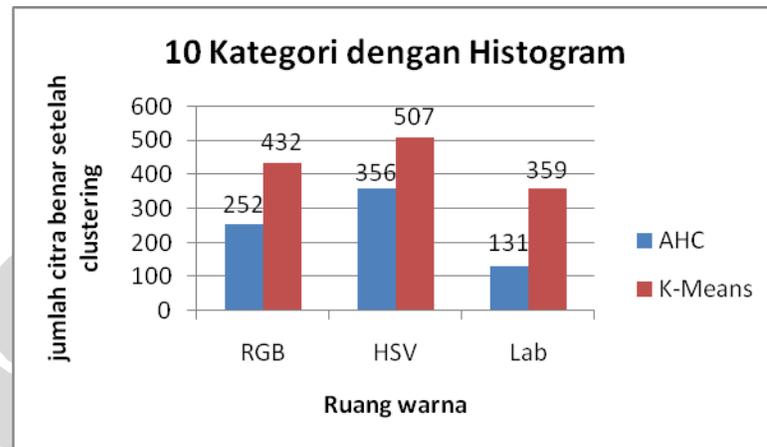
Gambar 4.5 Eksperimen 10 Kategori (*GMM*)

Pada Gambar 4.5 terlihat bahwa dengan representasi citra *GMM*, ruang warna RGB memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan ruang warna lain dimana persentase jumlah citra benar setelah *clustering* adalah 54.12% dengan metode *K-Means* dan 42.25% dengan metode *AHC*. Sedangkan ruang warna HSV memiliki persentase jumlah citra benar adalah 34.37% dengan *K-Means* dan 22.62% dengan *AHC*, serta ruang warna $L^*a^*b^*$ dengan presentase 49.37% dengan *K-Means* dan

Universitas Indonesia

43.62% dengan *AHC*. Ruang warna RGB lebih baik dibandingkan dengan ruang warna HSV dan $L^*a^*b^*$ pada eksperimen ini.

Selanjutnya, hasil eksperimen dengan 10 kategori menggunakan representasi citra histogram yang dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Eksperimen 10 Kategori (histogram)

Pada Gambar 4.6 terlihat bahwa dengan representasi citra histogram, ruang warna HSV memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan ruang warna lain dimana persentase jumlah citra benar setelah *clustering* adalah 63.38% dengan metode *K-Means* dan 44.5% dengan metode *AHC*. Sedangkan ruang warna $L^*a^*b^*$ memiliki persentase jumlah citra benar adalah 44.88% dengan *K-Means* dan 16.38% dengan *AHC*, serta ruang warna RGB dengan presentase 54% dengan *K-Means* dan 31.5% dengan *AHC*. Ruang warna HSV lebih baik dibandingkan dengan ruang warna RGB dan $L^*a^*b^*$ pada eksperimen ini.

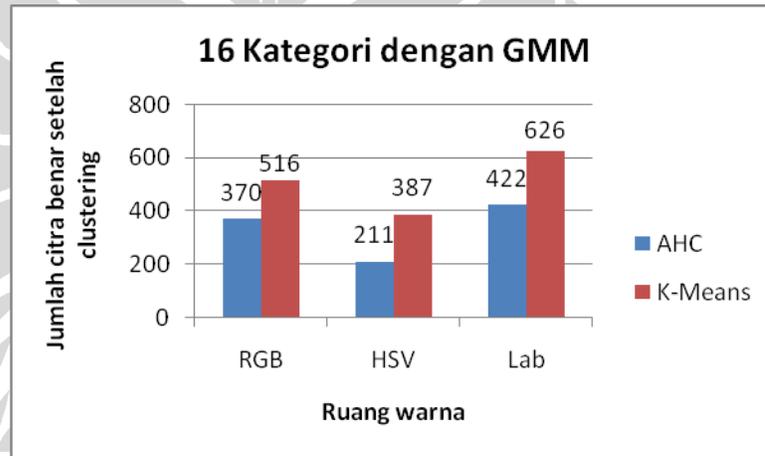
Berdasarkan hasil eksperimen yang dilakukan pada 10 kategori citra, dapat disimpulkan bahwa citra pada ruang warna HSV memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan ruang warna RGB dan $L^*a^*b^*$. HSV bekerja dengan baik dengan representasi histogram, sedangkan RGB dan $L^*a^*b^*$ dengan representasi *GMM*. Untuk metode *clustering*, *K-Means* terlihat lebih baik daripada *AHC*.

Universitas Indonesia

1.3 Eksperimen dan Analisis pada 16 Kategori Citra

Pada bagian ini, eksperimen dilakukan dengan menambahkan 6 kategori citra dari eksperimen sebelumnya, sehingga menjadi 16 kategori, yaitu mawar, trompet, apel, padang pasir, penguin, kembang api, kuda, laut, anggur, dan *sun flower*, pantai, panda, rumput, *sunset*, melati, dan ikan hias. Masing-masing kategori memiliki 80 citra, sehingga totalnya adalah 1280 citra. Eksperimen ini juga dilakukan pada dua representasi citra berbeda, yaitu *GMM* dan histogram.

Eksperimen pertama dilakukan pada representasi citra *GMM* yang hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.7.

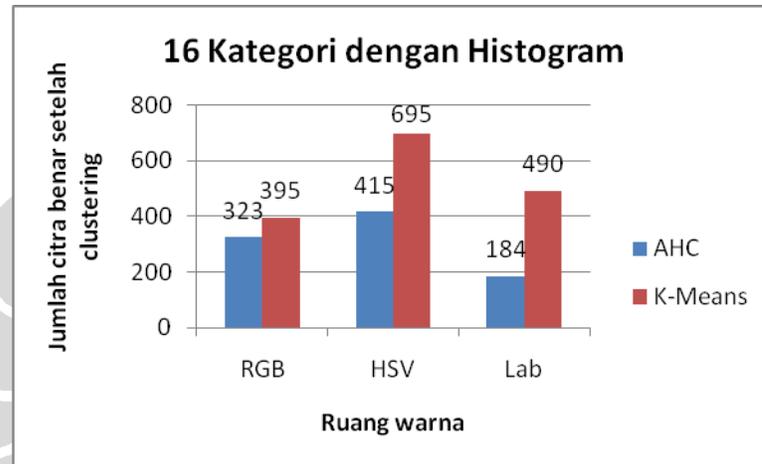


Gambar 4.7 Eksperimen 16 Kategori dengan *GMM*

Pada Gambar 4.7 terlihat bahwa dengan representasi citra *GMM*, ruang warna $L^*a^*b^*$ memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan ruang warna lain dimana persentase jumlah citra benar setelah *clustering* adalah 48.9% dengan metode *K-Means*, sedangkan metode *AHC* menghasilkan *cluster* dengan persentase kebenaran adalah 32.96%. Pada ruang warna HSV memiliki persentase jumlah citra benar adalah 30.23% dengan *K-Means* dan 16.48% dengan *AHC*, serta ruang warna RGB dengan presentase 40.31% dengan *K-Means* dan 28.90% dengan *AHC*. Ruang warna $L^*a^*b^*$ lebih baik dibandingkan dengan ruang warna HSV dan RGB pada

eksperimen ini. Dapat dilihat juga bahwa metode *clustering K-Means* lebih baik daripada *AHC*.

Selanjutnya, hasil eksperimen dengan 16 kategori menggunakan representasi citra histogram yang dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Eksperimen 16 Kategori dengan Histogram

Dari Gambar 4.8 terlihat bahwa dengan representasi citra histogram, ruang warna HSV memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan ruang warna $L^*a^*b^*$ dan RGB dimana persentase jumlah citra benar setelah *clustering* adalah 54.29% dengan metode *K-Means*, sedangkan dengan metode *AHC* persentasenya adalah 32.42%. Pada ruang warna $L^*a^*b^*$, persentase jumlah citra benar adalah 38.28% dengan *K-Means* dan 14.38% dengan *AHC*, serta ruang warna RGB dengan presentase 30.85% dengan *K-Means* dan 25.23% pada *AHC*. Ruang warna HSV lebih baik dibandingkan dengan ruang warna $L^*a^*b^*$ dan RGB pada eksperimen dengan representasi citra histogram ini.

Berdasarkan hasil eksperimen yang dilakukan pada 16 kategori citra, dapat disimpulkan bahwa citra pada ruang warna HSV memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan ruang warna RGB dan $L^*a^*b^*$. HSV bekerja dengan baik jika menggunakan representasi citra histogram, sedangkan RGB dan $L^*a^*b^*$ dengan

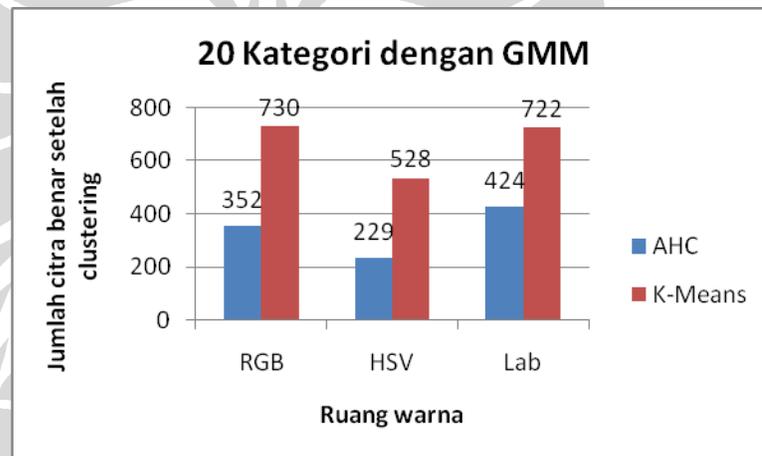
Universitas Indonesia

representasi *GMM*. Untuk metode *clustering*, *K-Means* terlihat lebih baik daripada *AHC*.

1.4 Eksperimen dan Analisis pada 20 Kategori Citra

Pada bagian ini dilakukan penambahan 4 kategori dari eksperimen sebelumnya sehingga menjadi 20 kategori citra. Masing-masing kategori memiliki 80 citra, sehingga total citra adalah 1600. Eksperimen ini juga dilakukan pada dua representasi citra berbeda, yaitu *GMM* dan histogram.

Gambar 4.9 menunjukkan hasil eksperimen yang dilakukan pada tiga ruang warna berbeda dengan 20 kategori citra menggunakan representasi citra *GMM*.

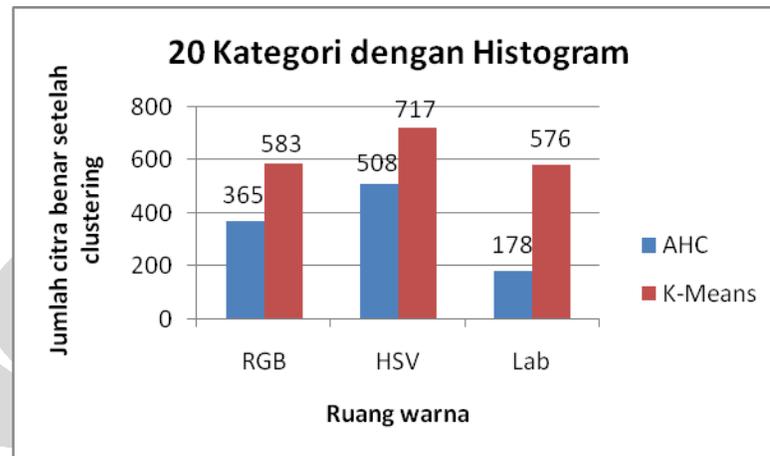


Gambar 4.9 Eksperimen 20 Kategori dengan *GMM*

Pada Gambar 4.9 terlihat bahwa dengan representasi citra *GMM*, ruang warna RGB memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan ruang warna lain dimana persentase jumlah citra benar setelah *clustering* adalah 45.63% dengan metode *K-Means* dan 22% dengan metode *AHC*. Sedangkan ruang warna HSV memiliki persentase jumlah citra benar adalah 33% dengan *K-Means* dan 14.31% dengan *AHC*, serta ruang warna RGB dengan presentase 45.12% dengan *K-Means* dan 26.5%

dengan *AHC*. Ruang warna RGB lebih baik dibandingkan dengan ruang warna HSV dan $L^*a^*b^*$ pada eksperimen dengan representasi citra *GMM* ini.

Selanjutnya, hasil eksperimen dengan 20 kategori menggunakan representasi citra histogram yang dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Eksperimen 20 Kategori dengan Histogram

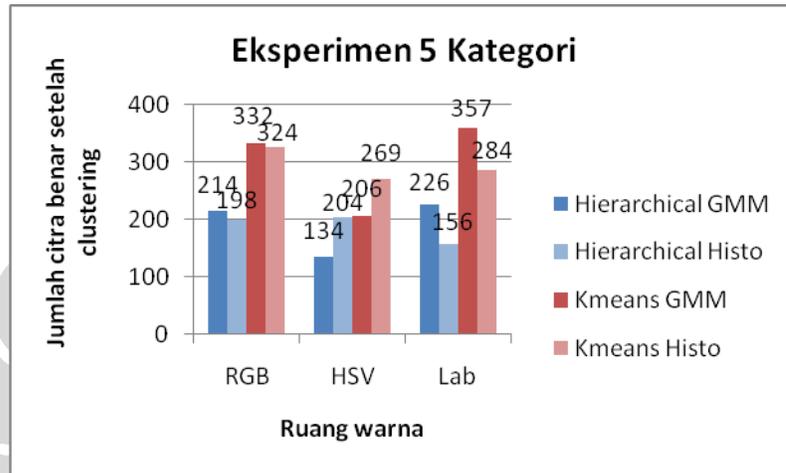
Dari Gambar 4.10 terlihat bahwa dengan representasi citra histogram, ruang warna HSV memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan ruang warna HSV dan RGB dimana persentase jumlah citra benar setelah *clustering* adalah 44.81% dengan metode *K-Means*, sedangkan dengan metode *AHC* persentasenya adalah 31.75%. Pada ruang warna $L^*a^*b^*$, persentase jumlah citra benar adalah 36% dengan *K-Means* dan 9.88% dengan *AHC*, serta ruang warna RGB dengan presentase 36.43% dengan *K-Means* dan 22.81% pada *AHC*. Ruang warna HSV lebih baik dibandingkan dengan ruang warna $L^*a^*b^*$ dan RGB pada eksperimen dengan representasi citra histogram ini.

Berdasarkan hasil eksperimen yang dilakukan pada 20 kategori citra, dapat disimpulkan bahwa citra pada ruang warna RGB memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan ruang warna HSV dan $L^*a^*b^*$. HSV bekerja dengan baik jika menggunakan representasi citra histogram, sedangkan RGB dan $L^*a^*b^*$ dengan

Universitas Indonesia

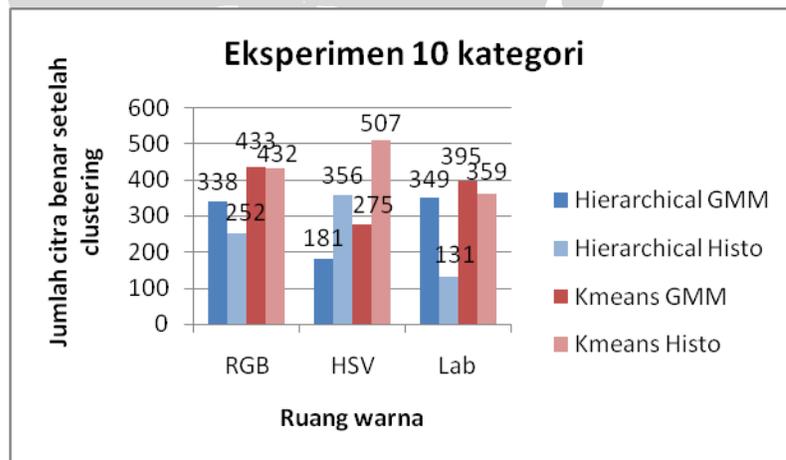
representasi *GMM*. Untuk metode *clustering*, *K-Means* terlihat lebih baik daripada *AHC*.

Setiap eksperimen yang dilakukan pada kategori yang berbeda-beda dapat dirangkum pada gambar-gambar berikut.



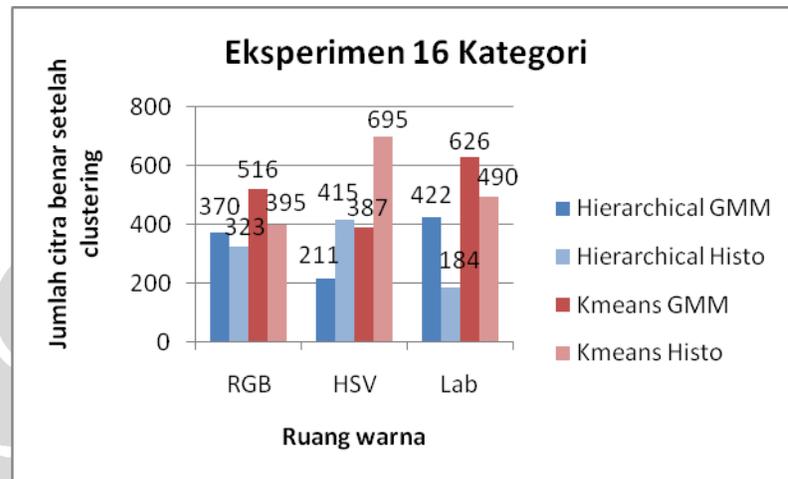
Gambar 4.11 Eksperimen 5 Kategori

Pada Gambar 4.11 terlihat rangkuman dari eksperimen dengan 5 kategori citra dimana ruang warna $L^*a^*b^*$ memiliki kinerja yang lebih baik jika dibandingkan dengan ruang warna HSV dan RGB. Ruang warna $L^*a^*b^*$ dan RGB bekerja baik pada representasi citra *GMM*, sedangkan HSV dengan representasi histogram.



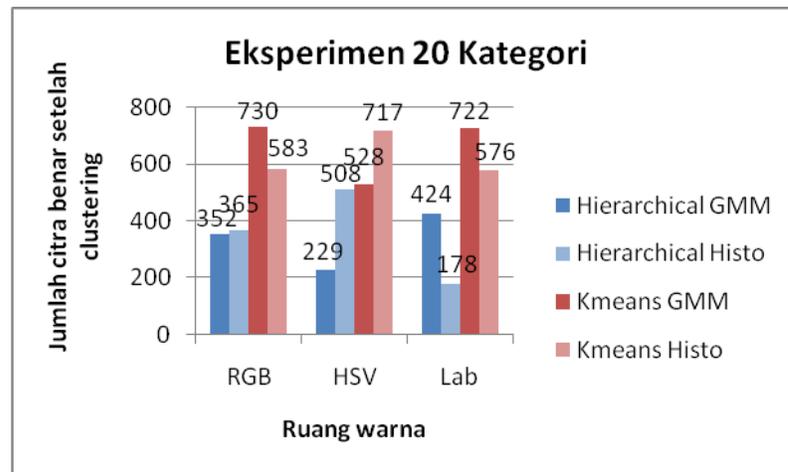
Gambar 4.12 Eksperimen 10 Kategori

Pada Gambar 4.12 terlihat rangkuman dari eksperimen dengan 10 kategori citra berbeda dimana ruang warna HSV memiliki kinerja yang lebih baik jika dibandingkan dengan ruang warna RGB dan $L^*a^*b^*$.



Gambar 4.13 Eksperimen 16 Kategori

Pada Gambar 4.13 dapat dilihat rangkuman dari eksperimen dengan 16 kategori citra dimana ruang warna HSV bekerja lebih baik dibanding ruang warna RGB dan $L^*a^*b^*$. Hasil *clustering* ruang warna HSV lebih baik jika menggunakan representasi citra histogram, sedangkan RGB dan $L^*a^*b^*$ menggunakan representasi citra *GMM*.



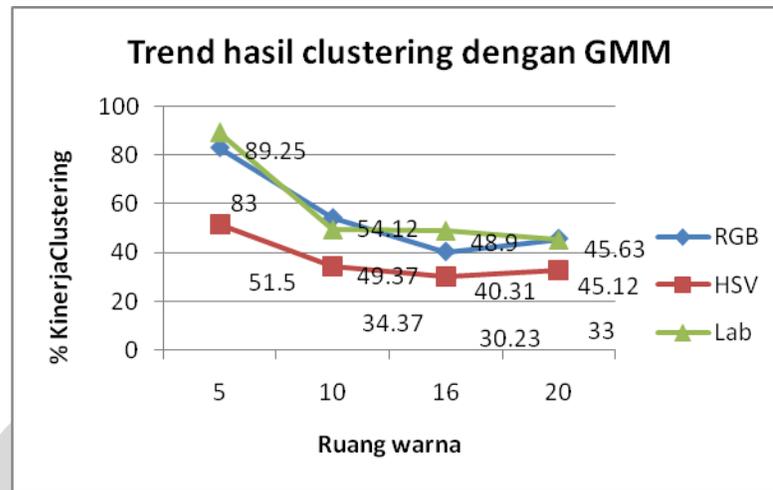
Gambar 4.14 Eksperimen 20 Kategori

Pada Gambar 4.14 dapat dilihat rangkuman eksperimen pada 20 kategori citra diperoleh bahwa pada ketiga ruang warna memiliki hasil yang hampir sama. Ruang warna RGB dan L^*a^*b terlihat bekerja lebih baik dengan representasi citra *GMM*, sedangkan ruang warna HSV memiliki kinerja yang baik dengan menggunakan representasi citra histogram.

Setelah melakukan eksperimen yang melibatkan jumlah kategori citra yang berbeda-beda diperoleh bahwa perbedaan komposisi warna pada citra mempengaruhi hasil *clustering*. Semakin mencolok perbedaan komposisi warna pada citra, maka hasil *clustering* akan semakin baik. Sebaliknya, jika komposisi warna antar kategori memiliki kemiripan, maka hasil *clustering* akan menurun. Selain itu, diketahui bahwa metode *clustering K-Means* lebih baik jika dibandingkan dengan *AHC* pada penelitian ini. Dapat disimpulkan juga bahwa ruang warna RGB dan L^*a^*b mampu menghasilkan kinerja *clustering* yang lebih baik jika menggunakan representasi citra *GMM*, sedangkan ruang warna HSV lebih baik menggunakan histogram.

Berikut ini diperlihatkan hasil *clustering* yang semakin menurun pada saat jumlah kategori semakin banyak dengan kemiripan komposisi warna yang ada pada citra.

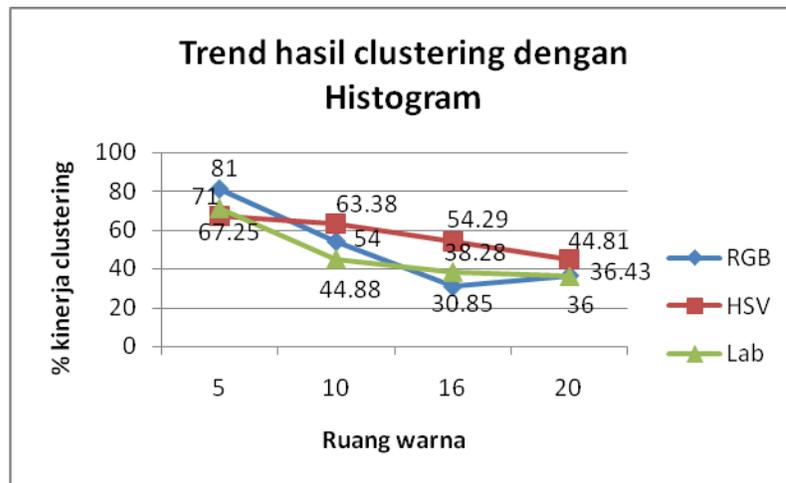
Gambar 4.15 menunjukkan *trend* hasil *clustering* pada ruang warna berbeda yang menggunakan representasi citra *GMM* dan metode *K-Means clustering*.



Gambar 4.15 *Trend hasil clustering dengan GMM*

Pada Gambar 4.15 terlihat dengan jelas bahwa kinerja *clustering* semakin menurun disaat jumlah kategori citra yang di cluster semakin banyak. Hal ini disebabkan oleh adanya kemiripan komposisi warna pada beberapa kategori citra. Terlihat juga bahwa representasi citra *GMM* bekerja dengan baik jika menggunakan ruang warna RGB dan $L^*a^*b^*$. Rata-rata dari setiap ruang warna pada *trend* dengan jumlah kategori berbeda-beda (5, 10, 16, 20) dengan representasi *GMM* yaitu RGB, HSV, $L^*a^*b^*$ secara berurutan adalah 55.76%, 37.28%, dan 58.16%.

Penurunan kinerja hasil *clustering* juga terjadi pada representasi citra histogram yang ditunjukkan oleh Gambar 4.16 pada tiga ruang warna berbeda.



Gambar 4.16 *Trend hasil clustering dengan Histogram*

Pada Gambar 4.16 terlihat bahwa representasi citra histogram bekerja dengan baik pada ruang warna HSV. Rata-rata dari setiap ruang warna pada *trend* dengan jumlah kategori berbeda-beda (5, 10, 16, 20) dengan representasi histogram yaitu RGB, HSV, L*a*b* secara berurutan adalah 50.57%, 57.43%, dan 47.54%.