

UTS

PENGOLAHAN CITRA DIGITAL



NAMA : Yasa Hilda An Faza

NIM : 202331254

KELAS : F

DOSEN : Dr. Dra. Dwina Kuswardani, M.Kom

NO.PC :

ASISTEN : 1. Sasikirana Ramadhanty Setiawan Putri

2. Rizqy Amanda

3. Ridho Chaerullah

4. Sakura Amastasya Salsabila Setiyanto

INSTITUT TEKNOLOGI PLN

TEKNIK INFORMATIKA

2024/2025

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	2
BAB I	3
PENDAHULUAN.....	3
1.1 Rumusan Masalah	3
1.2 Tujuan Masalah.....	3
1.3 Manfaat Masalah.....	3
BAB II	4
LANDASAN TEORI	4
BAB III	9
HASIL.....	9
BAB IV	14
<i>PENUTUP</i>	14
DAFTAR PUSTAKA	15

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara mendeteksi warna merah, hijau, dan biru pada sebuah citra yang berisi tulisan nama menggunakan teknik pemrosesan citra digital?
2. Bagaimana representasi visual dari masing-masing channel warna (merah, hijau, biru) dapat membantu dalam mengidentifikasi informasi warna dominan dalam gambar?
3. Bagaimana histogram warna dari masing-masing channel dapat digunakan untuk menganalisis distribusi intensitas piksel dalam citra?
4. Bagaimana menentukan dan mengurutkan nilai ambang batas (threshold) terkecil hingga terbesar agar warna pada citra dapat diklasifikasikan secara tepat?
5. Bagaimana cara memperbaiki citra dengan kondisi backlight menggunakan teknik peningkatan citra (enhancement), khususnya untuk menonjolkan bagian objek utama dibandingkan latar belakang terang?

1.2 Tujuan Masalah

Tujuan dari proyek UTS ini adalah untuk mengimplementasikan teknik dasar pengolahan citra digital guna mendeteksi dan menganalisis warna-warna primer (merah, hijau, dan biru) pada sebuah gambar yang berisi tulisan nama lengkap. Melalui proses ekstraksi channel warna dan analisis histogram, proyek ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana informasi warna dalam citra dapat diolah dan diinterpretasikan secara terpisah. Selain itu, proyek ini juga bertujuan untuk menentukan nilai ambang batas intensitas piksel untuk klasifikasi warna serta menerapkan teknik peningkatan citra pada kondisi backlight guna meningkatkan visibilitas objek utama (diri sendiri) dalam citra.

1.3 Manfaat Masalah

1. Memberikan pemahaman praktis mengenai pemisahan channel warna dalam citra digital.
2. Menunjukkan peran histogram dalam menganalisis sebaran intensitas warna.
3. Melatih kemampuan dalam menentukan ambang batas intensitas untuk klasifikasi warna.
4. Mengembangkan keterampilan dalam menerapkan teknik konversi grayscale, peningkatan kontras, dan kecerahan.
5. Menjadi dasar pemahaman untuk aplikasi lebih lanjut seperti deteksi objek berbasis warna dan segmentasi citra.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan Citra Digital (PCD) merujuk pada teknik pengolahan dan analisis citra yang dilakukan dalam bentuk digital untuk memanipulasi, meningkatkan, atau menginterpretasikan data visual. Salah satu aspek penting dalam PCD adalah representasi warna, yang umumnya menggunakan model warna RGB (Red, Green, Blue). Model RGB adalah model warna aditif yang menggabungkan tiga komponen warna dasar, yaitu merah (Red), hijau (Green), dan biru (Blue), untuk membentuk berbagai warna yang terlihat oleh mata manusia.

2.2 RGB dan Deteksi Warna

Red (Merah), Green (Hijau) dan Blue (Biru) merupakan warna dasar yang dapat diterima oleh mata manusia. Setiap piksel pada citra warna mewakili warna yang merupakan kombinasi dari ketiga warna dasar RGB. Setiap titik pada citra warna membutuhkan data sebesar 3 byte. Setiap warna dasar memiliki intensitas tersendiri dengan nilai minimum nol (0) dan nilai maksimum 255 (8 bit). RGB didasarkan pada teori bahwa mata manusia peka terhadap panjang gelombang 630nm (merah), 530 nm (hijau), dan 450 nm (biru).



Pada gambar di atas dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. RGB terdiri dari tiga warna utama, yaitu merah, hijau, dan biru.
2. Campuran dua warna pada RGB menghasilkan warna baru, yaitu kuning = merah + hijau, cyan = hijau + biru, dan magenta = biru + merah.
3. Bila seluruh warna merah, hijau, dan biru dicampur akan menghasilkan warna putih.
4. Bila warna merah, hijau, dan biru tidak dicampur maka akan menghasilkan warna hitam.
5. Jenis warna lain akan dihasilkan oleh variasi campuran warna dan intensitas campuran setiap warna.

Deteksi warna dalam citra digital dapat dilakukan dengan memanfaatkan model warna RGB, di mana setiap piksel direpresentasikan oleh tiga komponen: merah (R), hijau (G), dan biru (B). Dalam model ini, nilai intensitas masing-masing komponen berkisar antara 0 hingga 255. Untuk mendeteksi warna tertentu, seperti merah, hijau, atau biru, kita dapat menetapkan ambang batas (threshold) pada masing-masing channel warna.

Sebagai contoh, untuk mendeteksi warna merah, kita dapat menetapkan nilai ambang batas tinggi pada channel merah dan nilai ambang batas rendah pada channel hijau dan biru.

2.3 Grayscale

Citra Grayscale menangani gradasi warna hitam dan putih, yang tentu saja menghasilkan efek warna abu-abu. Warna gambar dinyatakan dengan intensitas. Dalam hal ini, intensitas berkisar antara 0 sampai dengan 255. Nilai 0 menyatakan hitam dan nilai 255 menyatakan putih [9]. Berikut adalah rumus konversi citra berwarna (RGB) menjadi grayscale dapat dilihat pada rumus :

$$I = (0.2989 * R) + (0.5870 * G) + (0.1141 * B)$$

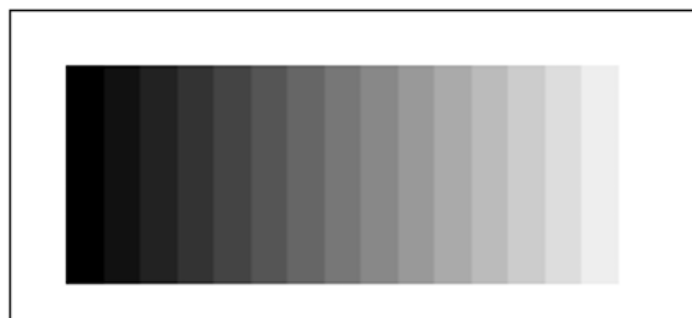
Keterangan :

I = Fungsi pencarian nilai skala keabu-abuan

R = komponen nilai merah (Red) dari suatu titik pixel

G = komponen nilai hijau (Green) dari suatu titik pixel

B = komponen nilai biru (Blue) dari suatu titik pixel



Persamaan di atas merupakan salah satu rumus yang digunakan untuk mengonversi citra berwarna menjadi grayscale. Persamaan (2.2) dipilih dalam penelitian ini karena mata manusia secara alami lebih sensitif terhadap cahaya merah dan hijau. Maka dari itu, warna-warna ini diberi bobot yang lebih tinggi untuk memastikan bahwa keseimbangan intensitas relatif dalam citra grayscale yang dihasilkan mirip dengan citra warna RGB [10].

2.4 Representasi Visual Channel Warna

Representasi visual dari channel warna RGB (Red, Green, Blue) merupakan salah satu metode penting dalam analisis citra digital untuk mengidentifikasi warna dominan yang terdapat dalam suatu gambar. Dalam konteks ini, sebuah citra digital dapat dipecah menjadi tiga lapisan atau saluran terpisah: channel merah, channel hijau, dan channel biru. Masing-masing channel memuat informasi intensitas warna dari setiap piksel sesuai dengan komponennya. Dengan melakukan pemisahan channel ini, analisis citra dapat mengamati secara spesifik kontribusi warna tertentu terhadap keseluruhan tampilan visual gambar. Misalnya, jika channel merah menunjukkan intensitas yang lebih tinggi secara keseluruhan dibandingkan dengan channel hijau dan biru, maka dapat disimpulkan bahwa warna dominan pada gambar tersebut adalah merah. Teknik ini sangat berguna dalam berbagai aplikasi pengolahan citra seperti klasifikasi objek, pengenalan pola, segmentasi warna, serta analisis estetika visual.

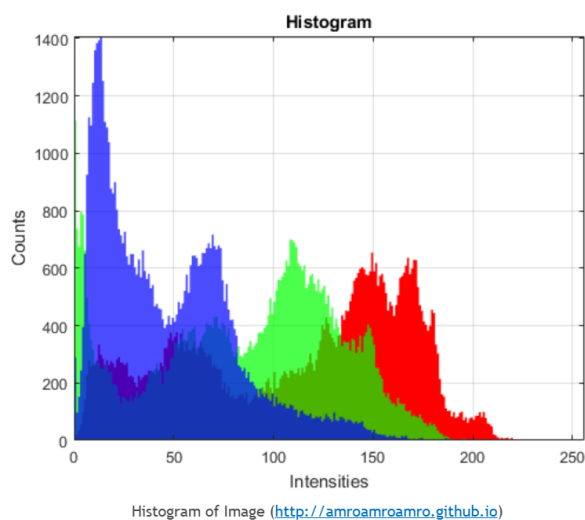
Salah satu pendekatan dalam representasi ini adalah visualisasi channel-channel warna tersebut dalam bentuk gambar grayscale individual. Setiap channel akan

direpresentasikan dalam bentuk skala abu-abu, di mana warna putih menunjukkan intensitas maksimum dari warna tersebut pada piksel tertentu, dan warna hitam menunjukkan intensitas minimum. Dengan demikian, bagian-bagian terang dalam representasi channel merah, misalnya, menunjukkan area citra yang mengandung banyak unsur warna merah.

Penelitian yang dilakukan oleh Arsyita Baiti Musfiroh (2022) mendukung pentingnya pemisahan channel warna RGB dalam analisis citra digital. Dalam tesisnya yang berjudul “Citra RGB (Red, Green & Blue), Biner, dan Grayscale dalam Pengolahan Citra Digital”, dijelaskan bahwa dengan menampilkan masing-masing channel warna secara terpisah, proses identifikasi warna dominan menjadi lebih objektif dan terukur. Pendekatan ini tidak hanya berguna untuk pemrosesan gambar digital umum, tetapi juga dalam aplikasi lebih lanjut seperti pengenalan karakter optik (OCR), deteksi objek berbasis warna, serta peningkatan kualitas citra. Selain itu, representasi visual channel RGB juga menjadi dasar dalam pengembangan metode segmentasi berbasis warna. Dengan mengetahui saluran warna mana yang paling menonjol, maka proses klasifikasi atau ekstraksi objek dapat dilakukan dengan lebih akurat, karena informasi warna dominan sering kali berkorelasi dengan fitur penting dalam objek citra.

2.5 Histogram Warna

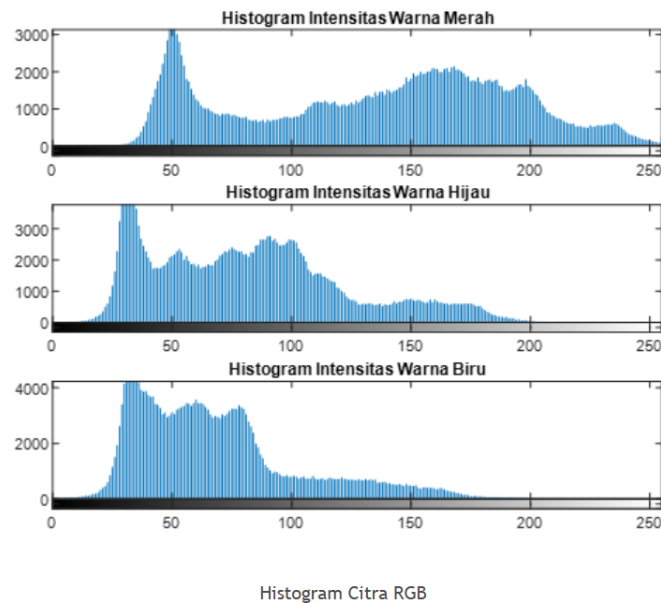
Histogram adalah grafik yang menunjukkan nilai frekuensi kemunculan setiap nilai gradiasi warna. Bila tergambar pada koordinat kartesian maka sumbu X (absis) menunjukkan tingkat warna dan sumbu Y (ordinat) menunjukkan frekuensi kemunculan warna pada suatu citra. Histogram adalah fitur warna yang sering digunakan. color histogram terbukti sangat efektif dalam distribusi global dari warna dalam sebuah citra digital .



Komposisi warna adalah salah fitur yang dapat digunakan dalam penggunaan Content Based Image Retrieval. Komposisi warna bisa direpresentasikan dalam bentuk histogram. Dalam merepresentasikan color histogram distribusi jumlah piksel untuk tiap intensitas warna dalam citra. Untuk menjelaskan histogram, warna di kuantisasi menjadi beberapa level diskrit yang sesuai dengan model ruang warna yang digunakan, kemudian untuk tiap level tersebut dihitung jumlah piksel yang nilainya sesuai.

Histogram citra merupakan alat penting dalam pengolahan citra digital karena memberikan pemahaman yang mendalam mengenai karakteristik distribusi intensitas

piksel dalam sebuah citra. Melalui analisis histogram, distribusi tingkat kecerahan dapat diketahui dengan jelas, sehingga citra yang terlalu gelap atau terlalu terang dapat diidentifikasi berdasarkan bentuk histogramnya. Selain itu, histogram berperan dalam peningkatan kontras citra, di mana manipulasi terhadap distribusi intensitas dapat menghasilkan citra yang lebih tajam dan informatif. Keberadaan gangguan atau noise dalam citra juga dapat terdeteksi melalui histogram, misalnya ketika muncul puncak-puncak atau pola distribusi yang tidak normal. Lebih jauh, histogram sering digunakan sebagai dasar dalam berbagai teknik pengolahan citra seperti peningkatan kualitas citra, pengurangan noise, dan segmentasi objek untuk keperluan analisis lanjutan.



2.6 Nilai Ambang Batas

Salah satu Teknik segmentasi citra digital adalah thresholding. Thresholding mengubah citra skala keabuan menjadi citra biner. Metode ini melakukan pengaturan nilai ambang sedemikian rupa sehingga citra dapat tersegmentasi. Dengan kata lain dilakukan pemanipulasian nilai kemudian meninjau hasil thresholding sampai segmentasi yang memuaskan tercapai. Ambang batas dapat digunakan untuk mengelompokkan citra jika objek terang tertanam dalam citra yang lebih gelap. Poin utama dalam metode ini adalah ketepatan dalam memilih nilai ambang batas. Ada banyak metode yang digunakan dalam industri ini yang meliputi pengelompokan k-means, varians maksimum yang disebut sebagai metode Otsu atau entropi maksimum metode. Sekarang metode tertentu telah dikembangkan dimana gambar Tomografi Terkomputasi dapat ambang batas yang mencakup ambang batas yang berasal dari radiografi dan bukan citra yang direkonstruksi. Citra yang menjadi inputan adalah citra warna. Sebelum dilakukan proses segmentasi maka citra tersebut akan diubah menjadi citra grayscale terlebih dahulu. Kemudian proses segmentasi baik dengan metode thresholding.

Citra output yang dihasilkan oleh metode thresholding mengalami perubahan tingkat iluminasi sesuai dengan besar kecilnya nilai ambang atau nilai T yang ditentukan. Adapun kisaran besaran nilai ambang/nilai T adalah dari 0 hingga 255. Semakin mendekati 0 atau semakin mendekati 255 maka objek akan susah dibedakan dengan background. Sebaiknya jika menggunakan metode thresholding maka harus bias mendapatkan nilai

ambang yang tepat agar objek citra bisa dipisahkan dengan background. Nilai ambang yang digunakan pada penelitian ini yaitu $T = 50, 100, 150$, dan 255 .

2.7 Perbaikan Kualitas Citra

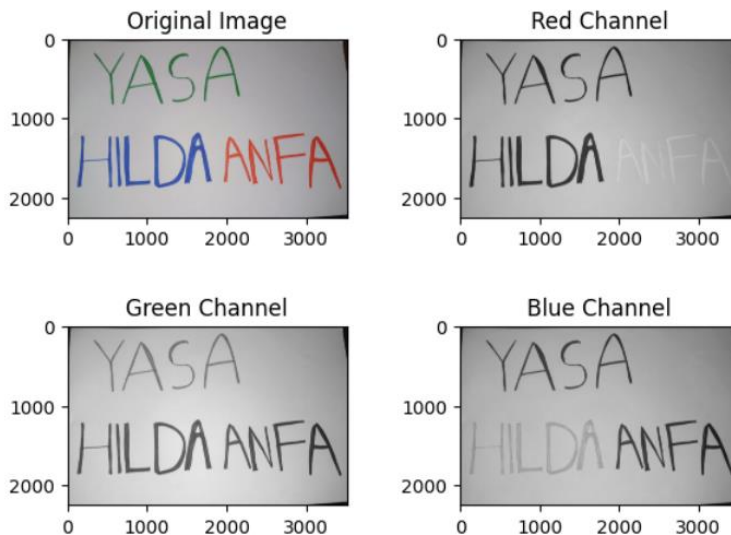
Perbaikan kualitas citra (image enhancement) adalah langkah pertama dalam mengubah gambar menjadi format yang dapat digunakan. Foto-foto yang digunakan dalam proses pengujian sering kali mengalami masalah kualitas rendah seperti noise, kurang tajam, buram, dan sebagainya, sehingga menyoroti perlunya peningkatan kualitas. Jika gambar ingin digunakan untuk hal lain selain tampilan sederhana, misalnya untuk pengenalan objek, gambar tersebut harus melalui langkah pemrosesan pertama untuk meningkatkan kualitasnya. Agar suatu gambar lebih mudah dibaca dan dapat dianalisis secara mendalam, sering kali diperlukan peningkatan kualitas dengan memfokuskan 29 aspek-aspek tertentu dari gambar tersebut. Salah satu interpretasi matematis peningkatan citra adalah transformasi gambar $f(x, y)$ menjadi versi modifikasi dari dirinya sendiri, $f'(x, y)$, di mana ciri-ciri menonjol dari gambar asli ditekankan.

- a. Peningkatan kontras (contrast enhancement): Digunakan untuk memperluas rentang dinamis intensitas piksel, sehingga bagian terang menjadi lebih terang dan bagian gelap menjadi lebih gelap, membuat objek lebih jelas.
- b. Penyesuaian kecerahan (brightness adjustment): Mengubah nilai rata-rata intensitas agar citra tampak lebih terang atau gelap sesuai kebutuhan.
- c. Histogram equalization: Menyebarkan distribusi intensitas secara merata untuk meningkatkan kontras pada citra yang terlalu terang atau gelap.
- d. Peningkatan tepi (edge enhancement): Menggunakan filter seperti Sobel, Prewitt, atau Laplacian untuk menyorot batas-batas objek dalam gambar.
- e. Sharpening: Menghilangkan efek blur atau memperjelas detail kecil menggunakan kernel tertentu seperti high-pass filter.

BAB III

HASIL

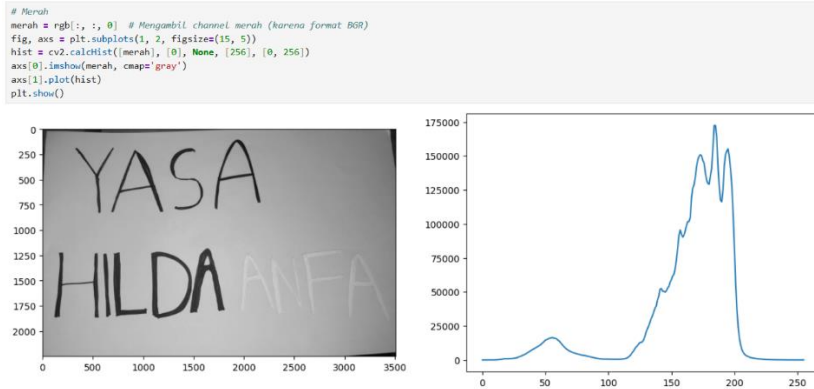
1. Deteksi warna pada citra



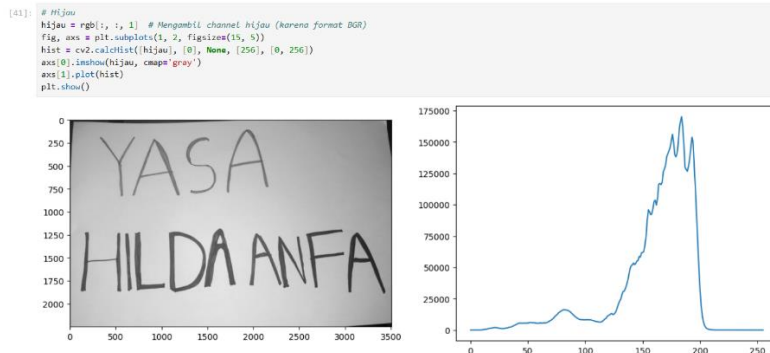
Berdasarkan hasil output di atas, dilakukan visualisasi terhadap sebuah citra RGB beserta masing-masing kanal warnanya—merah, hijau, dan biru—untuk memahami kontribusi tiap komponen dalam membentuk keseluruhan citra berwarna. Proses ini dikenal sebagai *channel decomposition*, yang merupakan teknik penting dalam pengolahan citra digital untuk analisis spektral. Subplot pertama menampilkan citra asli sebagaimana terlihat oleh mata manusia, sementara tiga subplot berikutnya menampilkan citra berdasarkan intensitas tiap kanal dalam skala abu-abu. Kanal merah mengindikasikan distribusi intensitas warna merah dalam piksel gambar, di mana area terang mencerminkan nilai merah yang tinggi. Demikian pula, kanal hijau dan biru memperlihatkan distribusi masing-masing warna dalam citra. Pemisahan ini memungkinkan analisis mendalam terhadap dominansi warna dan dapat digunakan sebagai dasar untuk segmentasi citra, deteksi tepi berbasis warna, atau pemrosesan lanjutan seperti *color balancing* dan *feature extraction*. Penambahan *tight_layout* memberikan estetika dan keterbacaan yang lebih baik, memastikan visualisasi tersaji dengan rapi. Secara keseluruhan, pendekatan ini tidak hanya memperjelas struktur warna dalam citra, tetapi juga membuka ruang interpretasi visual terhadap karakteristik spektral suatu objek atau area tertentu di dalam gambar.

2. Membuat table histogram

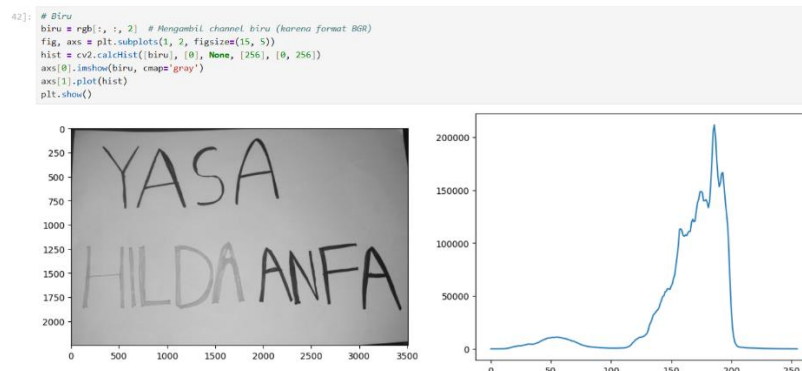
Pada proses analisis channel warna menggunakan citra digital, setiap saluran warna (merah, hijau, dan biru) dipisahkan dari gambar asli untuk dianalisis intensitas dan distribusinya. Untuk warna merah, channel merah diekstrak dari citra RGB dan divisualisasikan dalam skala abu-abu. Histogram intensitasnya menunjukkan seberapa dominan warna merah dalam berbagai bagian gambar. Puncak histogram yang tinggi di intensitas tertentu mengindikasikan keberadaan kuat warna merah pada area tertentu.



Pada warna hijau, proses yang sama dilakukan dengan mengekstrak channel hijau. Gambar grayscale dari channel ini menampilkan area yang lebih terang pada bagian gambar yang mengandung intensitas hijau tinggi. Histogram hijau memberikan distribusi jumlah piksel untuk setiap tingkat kecerahan warna hijau, membantu mengidentifikasi apakah hijau merupakan warna dominan.



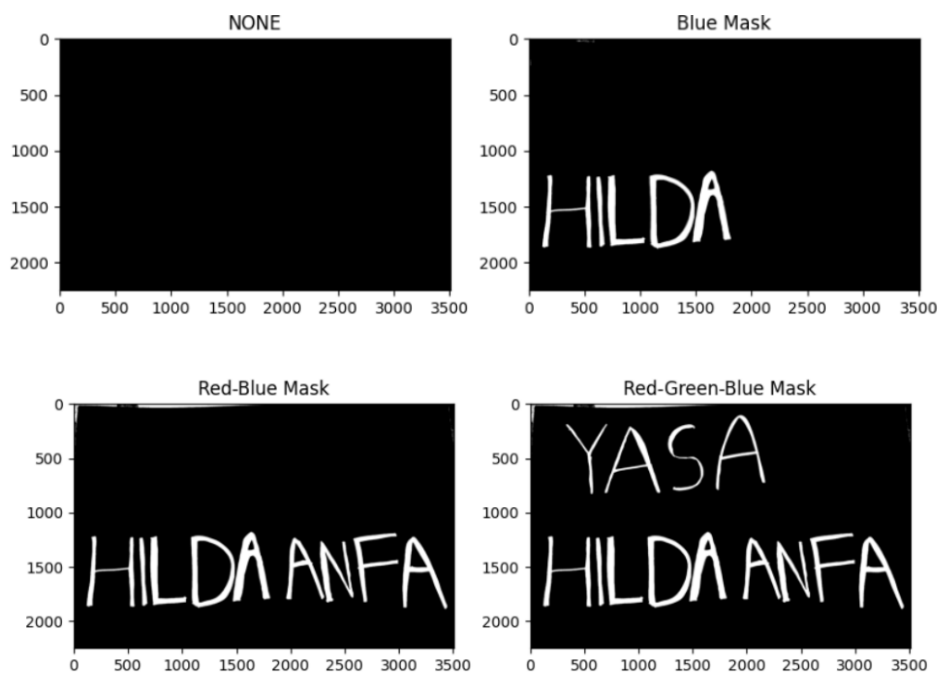
Untuk warna biru, channel biru diekstrak dan divisualisasikan secara terpisah. Citra grayscale biru memperlihatkan area dengan intensitas tinggi dari warna biru, sedangkan histogramnya menunjukkan penyebaran intensitas warna biru dalam gambar. Jika histogram biru menunjukkan distribusi yang tinggi, maka warna biru cukup dominan di citra tersebut.



3. Nilai Ambang Batas

Thresholding adalah teknik segmentasi citra yang digunakan untuk memisahkan objek dari latar belakang berdasarkan nilai intensitas atau warna piksel. Pertama-tama citra diubah ke format HSV (Hue, Saturation, Value), di mana setiap warna diisolasi menggunakan rentang ambang tertentu. Misalnya, rentang ambang untuk warna merah ditentukan dalam dua

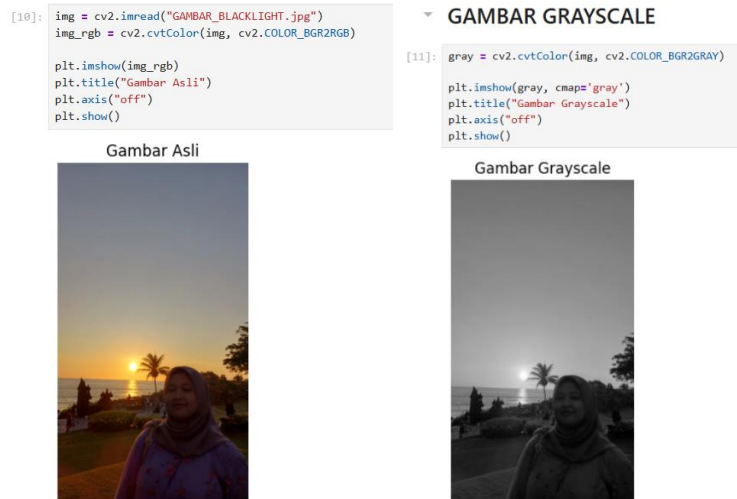
bagian karena merah terletak di kedua ujung spektrum Hue. Fungsi `cv2.inRange` digunakan untuk memeriksa apakah nilai piksel berada dalam rentang yang ditentukan dan menghasilkan citra biner, di mana area yang sesuai dengan warna yang terdeteksi diberi nilai 255 (putih) dan sisanya 0 (hitam). Selain itu, citra juga dikonversi ke grayscale dan dibinarisasi menggunakan thresholding klasik, menghasilkan citra biner lainnya untuk referensi. Proses ini menunjukkan penerapan teori thresholding dalam segmentasi citra berdasarkan intensitas dan warna, yang membantu memisahkan objek yang diinginkan dari latar belakang berdasarkan warna dominan dalam citra. Thresholding pada HSV memungkinkan segmentasi warna yang lebih akurat karena mengatasi masalah pencahayaan dan perbedaan kontras yang sering terjadi pada citra RGB.



Output dari kode ini menghasilkan empat visualisasi utama dalam bentuk gambar biner (hitam-putih), yang masing-masing menunjukkan area pada citra yang sesuai dengan warna tertentu berdasarkan deteksi di ruang warna HSV:

- Gambar "NONE" (binary1): Ini adalah hasil threshold dari citra grayscale, yang menampilkan area terang (putih) dan gelap (hitam) tanpa mempertimbangkan warna. Ini berguna sebagai referensi struktur bentuk objek dalam citra.
 - Gambar "Blue Mask": Menampilkan area yang terdeteksi sebagai warna biru. Area yang berwarna putih menunjukkan bagian citra yang masuk dalam rentang biru pada ruang HSV.
 - Gambar "Red-Blue Mask": Gabungan dari deteksi warna merah dan biru. Area putih menunjukkan bagian yang terdeteksi mengandung salah satu atau kedua warna tersebut.
 - Gambar "Red-Green-Blue Mask": Ini adalah gabungan keseluruhan dari deteksi warna merah, hijau, dan biru. Warna putih menandakan keberadaan salah satu dari ketiga warna tersebut di area citra.
4. Memperbaiki citra backlight

- Citra yang ditampilkan merupakan hasil konversi dari gambar berwarna menjadi grayscale, yaitu gambar yang hanya memiliki satu channel intensitas cahaya. Tampilan ini menyajikan gradasi warna dari hitam ke putih berdasarkan tingkat kecerahan piksel, di mana warna terang menunjukkan intensitas tinggi dan warna gelap menunjukkan intensitas rendah. Representasi ini berguna untuk analisis tekstur, bentuk, dan kontras tanpa pengaruh informasi warna.



- Citra grayscale yang ditampilkan telah mengalami peningkatan kecerahan dengan menambahkan nilai konstan pada setiap piksel. Proses ini membuat gambar tampak lebih terang secara keseluruhan tanpa mengubah kontras antar piksel. Hasilnya, detail yang sebelumnya kurang terlihat akibat pencahayaan rendah menjadi lebih jelas dan mudah dikenali. Teknik ini sering digunakan sebagai langkah awal dalam peningkatan citra, terutama untuk mengatasi masalah pencahayaan gelap atau backlight.



- Gambar grayscale yang ditampilkan mengalami peningkatan kontras sehingga perbedaan terang dan gelap menjadi lebih mencolok. Area yang sebelumnya samar kini tampak lebih jelas, membantu mempertegas bentuk dan detail yang ada.

Teknik ini bermanfaat saat gambar terlihat kurang tajam atau kontrasnya rendah, misalnya karena pencahayaan yang terlalu lembut atau latar yang terlalu mendominasi.

```
[18]: contrast = cv2.convertScaleAbs(gray, alpha=2.0, beta=0)

plt.imshow(contrast, cmap='gray')
plt.title("Grayscale yang Diperkontras")
plt.axis("off")
plt.show()
```

Grayscale yang Diperkontras



- Gambar ini merupakan hasil dari proses pencerahan yang dilanjutkan dengan peningkatan kontras. Area terang menjadi semakin terang dan area gelap tampak lebih gelap, sehingga perbedaan antara objek dan latar belakang terlihat lebih kuat. Hasilnya, gambar menjadi lebih hidup dan detail yang sebelumnya tersembunyi kini tampak lebih jelas, terutama pada kondisi pencahayaan yang tidak ideal seperti backlight.

```
[19]: bright_contrast = cv2.convertScaleAbs(bright, alpha=2.0, beta=0)

plt.imshow(bright_contrast, cmap='gray')
plt.title("Grayscale Dicerah + Kontras")
plt.axis("off")
plt.show()
```

Grayscale Dicerah + Kontras



BAB IV

PENUTUP

Proses deteksi dan analisis warna merah, hijau, dan biru pada sebuah citra sangat bergantung pada pemisahan channel warna RGB dan penggunaan nilai ambang batas (threshold) yang tepat. Dengan teknik ekstraksi channel warna, masing-masing komponen warna dapat divisualisasikan secara terpisah untuk mengetahui dominasi warna dalam gambar. Analisis histogram warna dari tiap channel juga membantu dalam memahami distribusi intensitas piksel dan identifikasi ciri warna citra secara global. Selain itu, penerapan metode peningkatan citra (image enhancement), seperti konversi grayscale dan penyesuaian kontras atau kecerahan, terbukti efektif dalam menangani citra dengan kondisi backlight agar objek utama dalam gambar lebih jelas terlihat. Praktikum ini memperkuat pemahaman terhadap konsep dasar pemrosesan citra digital dan memberikan pengalaman langsung dalam pengolahan visual menggunakan Python dan OpenCV sebagai alat bantu utama.

DAFTAR PUSTAKA

Musfiroh, A. B. (2022). Citra RGB (Red, Green & Blue), Biner, dan Grayscale dalam Pengolahan Citra Digital. Tesis, Universitas Islam Negeri Walisongo.

Munir, R. (2019). Histogram Citra. *Materi Kuliah Pengolahan Citra Digital*, Institut Teknologi Bandung.

Fitriyah, H., & Wihandika, R. C. (2021). *Dasar-Dasar Pengolahan Citra Digital*. Universitas Brawijaya Press.

RAHMAT PIDI, P. U. T. R. A. (2024). *PENGOLAHAN CITRA DIGITAL UNTUK MENGIDENTIFIKASI TINGKAT KEMATANGAN BUAH KELAPA SAWIT BERDASARKAN WARNA RGB DAN HSV DENGAN MENGGUNAKAN METODE SELF ORGANIZING MAP (SOM)* (Doctoral dissertation, Universitas Dehasen Bengkulu).

[https://elibrary.unikom.ac.id/id/eprint/1598/8/UNIKOM MUHAMMAD%20FADLI_BAB%202.pdf](https://elibrary.unikom.ac.id/id/eprint/1598/8/UNIKOM_MUHAMMAD%20FADLI_BAB%202.pdf)

<http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1288885&val=17291&title=NALISIS%20TEKNIK%20SEGMENTASI%20PADA%20PENGOLAHAN%20CITRA>

<https://repository.arraniry.ac.id/35593/1/Zuvar%20Zidan%2C%20170212032%2C%20FTK%2C%20PTI.pdf>