

Laporan Perkuliahan Pengolahan Citra Digital

Topik: Histogram Citra, Histogram Equalization, dan Linear Contrast Stretching

1. Pendahuluan

Perkuliahan ini membahas tentang pemrosesan citra digital pada aras global menggunakan statistik citra, yaitu **Histogram**. Berbeda dengan pemrosesan titik (point processing) yang dilakukan pixel per pixel secara independen (seperti penambahan brightness dengan konstanta), pemrosesan berbasis histogram melibatkan perhitungan distribusi frekuensi seluruh pixel dalam citra untuk memperbaiki kualitas visualnya.

2. Definisi dan Konsep Dasar Histogram

Berdasarkan materi perkuliahan dan referensi slide 06 - *Histogram Citra*:

- **Histogram Citra:** Grafik yang menggambarkan penyebaran nilai intensitas pixel (derajat keabuan) dalam suatu citra.
- **Sumbu X:** Menunjukkan level keabuan (0 hingga $L-1$, biasanya 0-255).
- **Sumbu Y:** Menunjukkan jumlah pixel (n_i) atau frekuensi kemunculan intensitas tersebut.

Histogram memberikan informasi diagnostik mengenai citra:

- **Brightness (Kecerahan):** Jika grafik histogram berkumpul di kiri, citra gelap (*underexposed*). Jika di kanan, citra terang (*overexposed*).
- **Contrast (Kontras):** Lebar rentang histogram menunjukkan kontras. Histogram yang sempit (mepet ke tengah) menandakan citra *low contrast* (kabur/berkabut). Histogram yang lebar memenuhi rentang 0-255 menandakan citra memiliki kontras yang baik.

3. Teknik Perbaikan Citra (Image Enhancement)

Dalam perkuliahan dibahas dua metode utama untuk memperbaiki kontras citra:

A. Normalisasi Histogram (*Histogram Equalization*)

Metode ini bertujuan meratakan distribusi derajat keabuan sehingga mengisi seluruh rentang nilai (0 s.d 255). Proses ini bersifat **global**.

Langkah Perhitungan:

1. **Hitung Frekuensi (n_i):** Hitung jumlah kemunculan setiap nilai warna (0-255).
2. **Normalisasi (H_i):** Bagi jumlah kemunculan dengan total pixel (n).

$$H_i = \frac{n_i}{n}$$

Nilai ini merepresentasikan peluang (*probability*) kemunculan warna tersebut.

3. **Hitung Kumulatif (k_i):** Jumlahkan nilai H_i secara kumulatif dari intensitas awal hingga akhir. Nilai kumulatif terakhir harus bernilai 1.

$$k_i = \sum_{j=0}^i H_j$$

4. **Mapping ke Nilai Baru (i'):** Kalikan nilai kumulatif dengan derajat keabuan maksimum ($L-1$). Untuk citra 8-bit, dikalikan 255.

$$i' = \text{round}(k_i \times (L - 1))$$

5. **Penggantian Nilai:** Ganti nilai pixel lama (i) dengan nilai pixel baru (i').

Hasil: Histogram hasil ekualisasi akan menyebar merata, meningkatkan detail pada area yang sebelumnya kurang terlihat (seperti contoh citra pemandangan berkabut atau foto rontgen yang kontrasnya rendah).

B. Perenggangan Kontras Linier (*Linear Contrast Stretching*)

Berbeda dengan *Histogram Equalization* yang menggunakan probabilitas, metode ini menarik nilai intensitas terendah dan tertinggi secara linier agar memenuhi rentang 0-255.

Rumus:

$$I_{baru} = \frac{I_{lama} - Min}{Max - Min} \times 255$$

- **Min:** Nilai intensitas terendah yang ada pada citra input.
- **Max:** Nilai intensitas tertinggi yang ada pada citra input.

Kelemahan: Metode ini sangat sensitif terhadap data pencilan (*outlier*). Jika pada citra *low contrast* (misalnya rentang 30-200) terdapat setidaknya satu pixel bernilai 0 dan satu pixel bernilai 255, maka:

- $Min = 0$
- $Max = 255$
- Hasil perhitungannya akan sama dengan citra asli (tidak ada perubahan/gagal diregangkan).

4. Analisis Jenis Citra Berdasarkan Histogram

Mengacu pada dokumen *O6-Image-Histogram-2021*, terdapat 4 tipe citra:

1. **Citra Gelap (*Underexposed*):** Histogram menumpuk di sisi kiri (nilai rendah).
2. **Citra Terang (*Overexposed*):** Histogram menumpuk di sisi kanan (nilai tinggi).
3. **Citra Kontras Rendah (*Low Contrast*):** Histogram sempit dan berkumpul di tengah. Detail citra tidak jelas/kabur.
4. **Citra Kontras Tinggi (*High Contrast*):** Histogram tersebar merata dari hitam pekat (0) hingga putih terang (255).

5. Kesimpulan dan Tugas

Perkuliahan ditutup dengan pemberian tugas praktikum untuk mengimplementasikan teori di atas ke dalam kode program.

Tugas Mahasiswa:

1. **Membuat Program Histogram Equalization:** Mengimplementasikan algoritma normalisasi dan kumulatif untuk memperbaiki citra.
2. **Membuat Program Linear Stretch Equalization:** Mengimplementasikan rumus perenggangan linier dengan mencari nilai min dan max terlebih dahulu.
3. **Tugas Tambahan (Nilai Plus):** *Adaptive Histogram Equalization (AHE)*, yaitu metode ekualisasi yang mempertimbangkan konteks lokal, bukan hanya global.

Catatan Implementasi: Meskipun contoh perhitungan manual di kelas menggunakan rentang kecil (0-15 atau 16 derajat keabuan) untuk penyederhanaan, program harus dibuat untuk menangani citra standar 8-bit (0-255).