

**Mempelajari dan menjelaskan kembali secara detail apa itu  
half-toning, patterning dan dithering.**



**I Wayan Rendy Artawan (191013110011)**

**Mata Kuliah :**

**Pemrosesan Citra Digital**

**(ABKC6306)**

**Dosen Pengampu :**

**Dr. Harja Santana Purba, M.Kom**

**Novan Alkaf Bahraini Saputra S.Kom., M.T**

**Universitas Lambung Mangkurat  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Program Studi Pendidikan Komputer  
2024**

# 1. Pendahuluan

Halftoning adalah teknik yang digunakan dalam proses cetak untuk menghasilkan gambar gradasi dengan menggunakan titik-titik (dot) berwarna tunggal. Gambar yang dihasilkan memiliki tampilan seolah-olah memiliki lebih banyak warna atau gradasi meskipun hanya menggunakan jumlah warna yang terbatas (misalnya, hitam-putih atau hanya beberapa warna dasar).

Teknik halftoning sering digunakan dalam industri percetakan dan layar digital untuk mengatasi keterbatasan perangkat yang hanya bisa merepresentasikan jumlah warna yang terbatas.

Dalam halftoning, ada dua metode utama:

1. **Patterning**
2. **Dithering**

## 2. Metode Halftoning

### 2.1 Patterning

**Patterning** adalah metode halftoning yang menggunakan pola teratur untuk mensimulasikan gradasi warna. Pada metode ini, area berwarna abu-abu direpresentasikan oleh pola grid dari titik-titik kecil yang membentuk ilusi gradasi. Semakin banyak titik hitam dalam suatu area, semakin gelap area tersebut tampak.

#### Langkah-langkah Patterning:

1. **Pembagian Gambar:** Gambar dipecah menjadi sel grid kecil.
2. **Pemilihan Pola:** Setiap sel grid diberikan pola titik yang mewakili nilai abu-abu. Misalnya, untuk area yang lebih terang, lebih banyak sel kosong digunakan. Untuk area yang lebih gelap, lebih banyak sel diisi dengan titik hitam.
3. **Pengisian Grid:** Pola titik diterapkan pada gambar berdasarkan nilai intensitas abu-abu di setiap bagian gambar.

#### Contoh Patterning:

Misalkan kita ingin merepresentasikan gambar dengan skala abu-abu 4x4. Jika suatu area bernilai 25% abu-abu, pola titik yang digunakan akan memiliki lebih sedikit titik hitam dibandingkan dengan area yang 75% abu-abu.

#### Kelebihan:

- Mudah diterapkan.
- Cocok untuk pencetakan dengan resolusi rendah.

#### Kekurangan:

- Pola titik dapat terlihat sangat jelas, membuat gambar tampak kurang halus.

## 2.2 Dithering

**Dithering** adalah metode lain dalam halftoning, di mana pola acak dari titik-titik digunakan untuk menciptakan efek gradasi. Tidak seperti patterning yang menggunakan pola teratur, dithering menyebarkan titik-titik hitam dan putih secara acak namun tetap mempertahankan ilusi gradasi abu-abu.

### Langkah-langkah Dithering:

1. **Quantisasi Gambar:** Gambar asli dikonversi menjadi nilai abu-abu tertentu (misalnya, 0–255).
2. **Penghitungan Error:** Kesalahan (error) antara nilai abu-abu asli dan nilai yang dapat direpresentasikan dihitung.
3. **Distribusi Error:** Kesalahan tersebut kemudian disebar ke piksel sekitarnya dengan pola tertentu (seperti Floyd-Steinberg dithering) untuk memastikan kesalahan tersebut tersebar merata.
4. **Pembentukan Titik:** Titik-titik hitam atau putih diletakkan di lokasi yang sesuai berdasarkan hasil distribusi error.

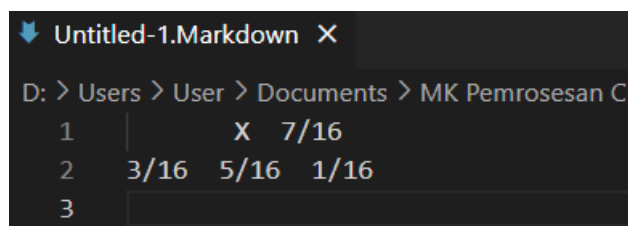
### Contoh Dithering:

Misalkan kita ingin merepresentasikan area gambar yang bernilai 50% abu-abu. Alih-alih menggunakan pola titik teratur, dithering akan menyebarkan titik-titik hitam secara acak di sekitar piksel, menciptakan efek visual yang lebih halus.

### Algoritma Dithering:

- **Floyd-Steinberg Dithering:** Salah satu algoritma dithering yang paling populer, di mana kesalahan distribusi dikirim ke piksel sekitarnya menggunakan pola tertentu.

Pola distribusi error Floyd-Steinberg:



The screenshot shows a text editor window titled 'Untitled-1.Markdown'. The path in the title bar is 'D: > Users > User > Documents > MK Pemrosesan C'. The main content area displays the Floyd-Steinberg error distribution pattern for a 3x3 grid. The first row shows '1' followed by 'X 7/16'. The second row shows '2' followed by '3/16 5/16 1/16'. The third row shows '3' followed by empty space.

1				X 7/16
2	3/16	5/16	1/16	
3				

Setiap kesalahan yang dihasilkan dari pembulatan piksel diteruskan ke piksel di sebelah kanan dan ke bawah.

### Kelebihan:

- Menghasilkan gambar dengan gradasi yang lebih halus.
- Lebih natural dibandingkan dengan patterning.

### Kekurangan:

- Lebih kompleks dan memerlukan lebih banyak komputasi.

### 3. Perhitungan dan Algoritma

#### 3.1 Perhitungan pada Patterning

Untuk pola grid 2x2, misalkan kita punya nilai intensitas dari 0 hingga 255 (hitam ke putih). Sebuah piksel dengan intensitas 128 akan diwakili oleh 50% titik hitam dalam grid 2x2, di mana dua titik hitam dan dua titik kosong akan digunakan.

#### 3.2 Perhitungan pada Dithering (Floyd-Steinberg Dithering)

- Pertama, piksel gambar dibulatkan ke warna terdekat (misalnya, hitam atau putih).
- Kemudian, kesalahan perbedaan antara nilai asli dan nilai pembulatan dihitung.
- Kesalahan ini kemudian didistribusikan ke piksel tetangga sesuai pola Floyd-Steinberg di atas.

Contoh: Jika nilai intensitas piksel adalah 200 (dalam rentang 0-255) dan dibulatkan ke putih (255), maka kesalahan =  $200 - 255 = -55$ . Kesalahan ini kemudian didistribusikan ke piksel tetangga menggunakan pola Floyd-Steinberg.

### 4. Output dari Halftoning

#### Patterning Output:

Gambar yang dihasilkan dari patterning sering terlihat memiliki pola titik teratur. Hal ini menyebabkan gambar terlihat lebih "terblok", namun efektif untuk pencetakan resolusi rendah.

#### Dithering Output:

Gambar dithering menghasilkan transisi yang lebih halus antara area terang dan gelap, dengan pola titik yang tersebar lebih acak. Ini memberikan tampilan lebih realistis dan halus, terutama pada layar digital.

### 5. Kesimpulan

Baik **patterning** maupun **dithering** adalah metode penting dalam halftoning yang digunakan untuk merepresentasikan gambar dengan gradasi warna yang terbatas.

**Patterning** lebih sederhana dan digunakan untuk cetakan dengan resolusi rendah, sedangkan **dithering** menawarkan hasil yang lebih halus dan alami, terutama dalam aplikasi digital atau pencetakan berkualitas tinggi.

Metode seperti **Floyd-Steinberg Dithering** memungkinkan distribusi kesalahan yang efektif, menghasilkan gambar dengan kualitas gradasi yang lebih baik. Setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangan, yang penggunaannya tergantung pada kebutuhan aplikasi dan keterbatasan perangkat keras.