

# Analisa Pengolahan Citra Menggunakan Metode Transformasi *Fourier*

Marleni anike

Fakultas Teknik Informatika, STIKOM Artha Buana-Kupang  
Samratulangi 3 no 1, (0380) 8431084  
rypy\_leny@yahoo.com

## Abstrak

Pengolahan citra mencakup analisis persepsi visual gambar, dengan ciri khas sebagai masukan dan keluaran dalam bentuk informasi yang dikemas dalam bentuk gambar. Salah satu karakteristik dari gambar tersebut menampilkan gambar dari sistem optic yang dapat menerima sinyal analog. Sifat dari pengolahan gambar terletak pada tingkat frekuensinya. Metode yang sering digunakan untuk frekuensi domain adalah transformasi gambar yang merupakan sebuah proses untuk mengubah gambar dari satu wilayah ke wilayah lainnya. Pada penelitian ini tipe transformasi yang akan digunakan adalah transformasi fourier dengan zero frekuensi dan amplitudo yang kecil yang disebabkan oleh numerical round-off. Sehingga diperoleh hasil yang signifikan terhadap panjang transformasi dengan mean 140.93.

**Kata kunci:** Pengolahan Citra, Transformasi Citra, Metode Transformation Fourier

## 1. Pendahuluan

Terjadinya lonjakan yang luar biasa terhadap pengguna gambar digital disebabkan perkembangan teknologi dan internet yang sangat pesat[1][2]. Karena itu dibutuhkan pengolahan citra untuk proses analisis citra yang melibatkan persepsi visual, memiliki ciri masukan berupa data dan keluaran berupa informasi yang berbentuk citra. Secara umum pengolahan citra didefinisikan sebagai pemrosesan citra dua dimensi dengan komputer, ada juga menguraikan bahwa citra digital merupakan barisan bilangan nyata maupun kompleks yang diwakili oleh bit-bit tertentu[3].

Pemrosesan citra merupakan ilmu manipulasi gambar yaitu memperbaiki gambar, menampilkan bagian tertentu dari gambar, membuat gambar baru dari bagian gambar yang sudah ada, bertujuan mendapatkan citra yang berkualitas[4].

Salah satu bidang pemrosesan citra adalah transformasi citra yang mana menerangkan bahwa transformasi citra merupakan proses pengubahan suatu citra dari suatu kawasan ke kawasan yang lain. Transformasi citra dapat dijadikan alternatif dalam representasi citra, dan banyak jenis transformasi yang dapat digunakan untuk mengubah dari kawasan ruang ke kawasan frekuensi, misalnya *Transformasi Fourier*, *Transformasi DCT*, dan *Transformasi Wavelet*. Sedangkan dalam tulisan ini, akan menguraikan *Transformasi Fourier*, bidang-bidang terkait penggunaan metode ini, serta memberikan salah satu contoh implementasi metode *Transformasi Fourier* menggunakan Matlab.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Metode Transformasi Fourier

Analisis *fourier* klasik menyatakan signal direpresentasikan oleh trigonometri transformasi *fourier* yang mana merupakan salah satu *tool* yang paling luas dalam sinyal dan pengolahan gambar[5]. Transformasi secara matematis digunakan untuk mengetahui informasi sinyal didalamnya. Pada prakteknya sinyal berada dalam domain waktu, sehingga sinyal selalu dinyatakan dalam fungsi waktu. Spektrum frekuensi sinyal menunjukkan macam-macam frekuensi yang terdapat dalam sinyal.

Transformasi *fourier* pertama kali diusulkan untuk menyelesaikan PDEs seperti *Laplace*, persamaan *Heat Wave*, aplikasi untuk fisika, teknik dan kimia [6]. Beberapa aplikasi transformasi *fourier* termasuk:

1. komunikasi : penting untuk memahami bagaimana perilaku sinyal ketika melewati saluran penyaringan, amplifier, dan komunikasi.
2. Pengolahan gambar : representasi dan pengodean untuk menghaluskan dan mempertajam gambar.
3. Analisis data : sebagai penyaring *high-pass*, *low-pass*, *band-pass*. Dapat juga memperkirakan sinyal dan kebisingan dengan pengodean *time-series*.

Transformasi *fourier* mempunyai peranan penting dalam aplikasi pengolahan citra, dapat memberikan kontribusi untuk peningkatan mutu citra, analisis data citra seperti menganalisis kelakuan fungsi gelombang[7], mengestimasi regresi *non parametric* [8][9], restorasi citra dan kompresi data citra[10]. Transformasi *Fourier* merupakan metode pilihan, karena biasanya hasil yang diperoleh berasal dari komputasi yang minimal [11], bersifat efisien karena mendukung berbagai bentuk seperti (kurva, sudut tangen, jarak koordinat kompleks, jarak sentroid, dst)[12]. Dengan transformasi *fourier*, citra dapat di filter [13] melalui sinyal yang kompleks (atau pada pola pinggiran citra). Dari metode diatas secara singkat dapat dievaluasi melalui diagram blok dibawah ini :



Gambar 1. Proses Transformasi

Pada gambar 1, terjadinya proses transformasi melalui masukkan citra yang kawasan ruangnya disimbolkan dalam  $f(x,y)$  kemudian dianalisis dan menghasilkan keluaran citra berupa citra kawasan frekuensi disimbolkan  $F(\xi_1, \xi_2)$ . Sedangkan untuk transformasi balik (*invers*) dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 2. Proses Transformasi Balik

Dari proses ini terjadi balikan, dimana masukkan berupa citra kawasan frekuensi kemudian ditransformasi menjadi citra kawasan ruang. Setiap metode yang dikembangkan pasti terdapat keunggulan maupun kerugian, demikian pula dengan metode ini. Adapun keuntungannya adalah dapat direkonstruksi kembali (*recovery*) sepenuhnya melalui proses *reverse* tanpa kehilangan informasi[14]. Sedangkan kerugiannya adalah waktu komputasi yang panjang[15].

## 2.2 Fast Fourier Transformation

Salah satu jenis transformasi *fourier* adalah *fast fourier transformation* (FFT). FFT merupakan algoritma yang efisien sehingga banyak digunakan dalam pengolahan pidato, komunikasi, estimasi frekuensi, dsb [16]. Algoritma FFT sangat revolusioner karena membuat *mainstream* untuk analisis *fourier* dan pemrosesan kekuatan sinyal digital.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Analisis DFT pada Pola Difraksi menggunakan Algoritma FFT

Dimensi 2 pada *Discrete Fourier Transformation* (DFT) dapat digeneralisasikan kedalam *m-by-n array* X adalah bagian lain dari *m-by-n array* Y, dengan rumus sebagai berikut :

$$Y_{p+1,q+1} = \sum_{j=0}^{m-1} \sum_{k=0}^{n-1} \omega_m^{jp} \omega_n^{kq} X_{j+1,k+1}$$

$$\omega_m = e^{-2\pi i / m}$$

$$\omega_n = e^{-2\pi i / n}$$

Notasi ini menggunakan variabel  $i$  sebagai nilai imajiner,  $p$  dan  $j$  untuk mengindikasikan perulangan yang berjalan dari 0 sampai  $m-1$ ,  $q$  dan  $k$  mengindikasikan perulangan berjalan dari 0 sampai  $n-1$ . Indikasi pada  $p+1$  dan  $j+1$  berjalan pada 1 ke  $m$  dan mengindikasikan  $q+1$  dan  $k+1$  dimana berjalan dari 1 ke  $n$ , sesuai dengan rentang yang berhubungan dengan *array* pada Matlab.

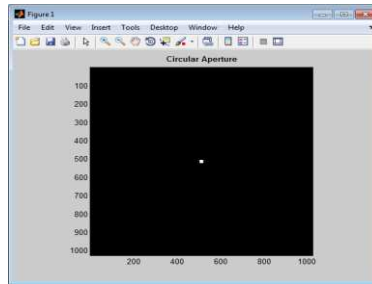
Fungsi `fft2` pada matlab mengkomputasikan DFT dua dimensi dengan menggunakan algoritma *Fast Fourier Transform* (FFT)  $Y = \text{fft2}(X)$  ekuivalen dengan  $Y = \text{fft}(\text{fft}(X))$ , dimana untuk mengkomputasikan DFT satu dimensi pada setiap kolom X diikuti oleh DFT satu dimensi pada setiap baris dari hasil komputasi. Transformasi balikan dari DFT dua dimensi dikomputasikan dengan fungsi `ifft2`.

Fungsi `fftn` pada matlab merupakan generalisasi `fft2` untuk *array* N dimensi.  $Y = \text{fftn}(X)$  ekuivalen dengan :

```
Y = X;
for p = 1:length(size(X))
    Y = fft(Y, [], p);
end.
```

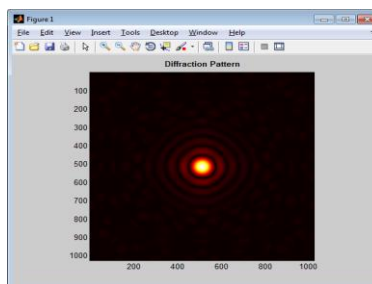
Teori prediksi pola difraksi optik yang dihasilkan oleh gelombang pesawat optikal *mask* dengan *aperture* kecil dijelaskan sesuai dengan jarak transformasi *fourier* dari *mask*. Sebagai contoh [17] sesuai

dengan logika *array* yang dihasilkan dimana menggambarkan optikal *mask*, *M* memiliki *aperture* lingkaran dengan jari-jari *R* :



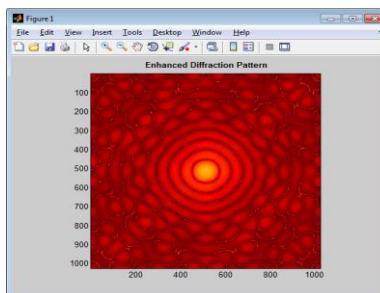
Gambar 3. *Aperture* Lingkaran

*fft2* digunakan untuk komputasi DFT dua dimensi pada *mask*, dan *fftshift* untuk mengatur kembali keluaran dengan komponen *zero-frequency* terletak di tengah.



Gambar 4. *Zero-Frequency*

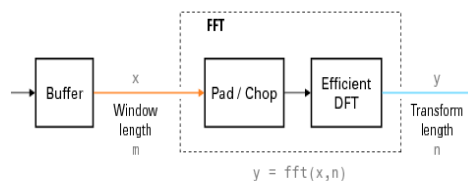
Sedangkan DFT dengan amplitudo kecil akan menghasilkan seperti contoh pada gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. DFT dengan Amplitudo Kecil

Amplitudo yang sangat kecil dihasilkan oleh *numerical round-off*. Kurangnya simetri radial merupakan artefak dari *rectangular arrangement* pada data.

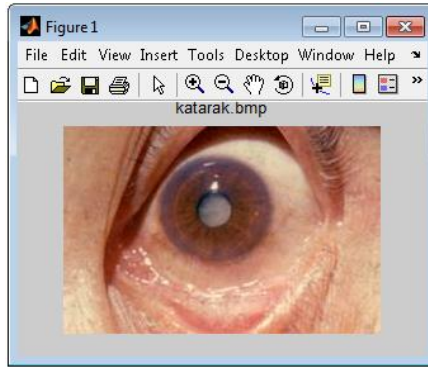
Saat menggunakan algoritma FFT, perbedaan terjadi antara panjang *window* dan panjang transformasi. Panjang dari *window* digunakan sebagai intup data vektor. Sebagai contoh, ukuran pada eksternal *buffer*. Panjang transformasi merupakan panjang keluaran dimana dikomputasikan dengan DFT. Algoritma FFT dengan *Pad/chop* digunakan untuk memperoleh panjang transformasi yang diinginkan.



Gambar 6. *Length of Transformation* DFT dalam algoritma FFT

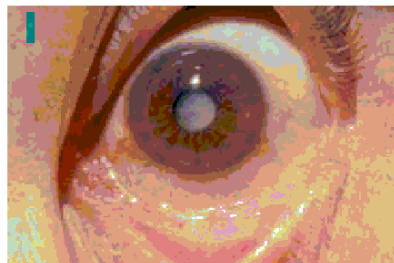
### 3.2 Implementasi Transformasi Fourier pada Citra

Asumsi yang akan digunakan adalah citra dengan ekstensi BMP dengan ukuran 250x164 pixel. Gambar 7 dibawah ini adalah citra asli yang belum di transformasi.



Gambar 7. Citra Katarak.BMP sebelum transformasi

Citra katarak.bmp kemudian diolah menggunakan *transformasi fourier* sehingga dihasilkan seperti gambar 8 dibawah ini. Dari hasil tersebut diolah kembali dengan menggunakan algoritma *fft* untuk mengetahui pola sinyal dari citra katarak.bmp, sehingga diperoleh gambar 9.

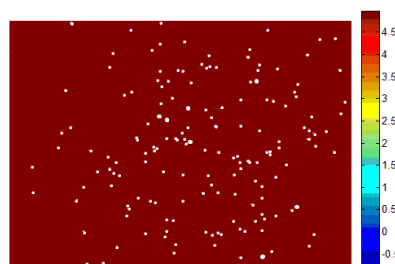


Gambar 8. Citra Katarak.BMP setelah transformasi



Gambar 9. Rekeyasa *Fourier* kedalam FFT

Setelah citra katarak.bmp direkeyasa dengan FFT, citra tersebut kemudian diabsolutkan untuk menampilkan frekuensi warna dengan *colormap* dan *colorbar*. Sehingga diperoleh gambar 10 berikut ini.

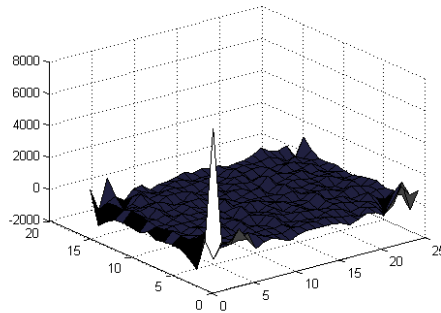


Gambar 10. FFT dalam *colormap* dan *colorbar*

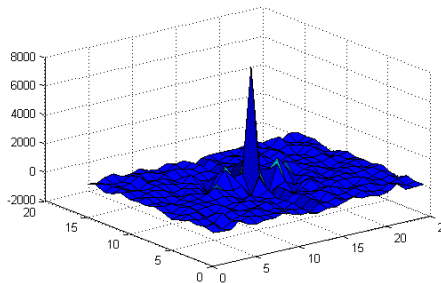
---

### 3.3 Metode Penelitian

Pada penelitian ini, pengujian menggunakan MATLAB. Adapun hasil pengujian didasari terhadap amplitudo kecil yang disebabkan oleh *numerical round-off* dan menghasilkan *mean* 140.93.



Gambar 11. DFT pada Pola Difraksi Citra katarak.bmp



Gambar 12. Zero Frequency Citra katarak.bmp

### 4. Simpulan

Transformasi *fourier* merupakan *tools* yang berharga dalam ilmu pengetahuan, dan telah dikenal oleh para *engineering* sebagai komputasi dengan sifat simetris antara ruang/waktu/sinyal dengan frekuensi domain/domain spektral. Berdasarkan hasil analisa menggunakan MATLAB didapati teknik DFT menggunakan algoritma *fft* dengan amplitudo yang kecil, memberikan hasil yang signifikan terhadap panjang transformasi sehingga menjadi efisien dengan citra yang digunakan dihasilkan *mean* 140.93

### Daftar Pustaka

- [1]. Ekombo,P, Ennahnahi,N, Oumsis,M, Meknassi,M. *Application of affine invariant Fourier descriptor to shape-based image retrieval*. IJCSNS. 2009; 09(07): 240-247
- [2]. Dhar,P, Khan,M, Kim,J. *A New Audio Watermarking System using Discrete Fourier Transform for Copyright Protection*. IJCSNS. 2010; 10(06): 35-40
- [3]. <http://id.shvoong.com/exact-sciences/physics/1803946-pengolahan-citra-image-processing/>
- [4]. <http://rosni-gj.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/15431/pendahuluan.pdf>
- [5]. Laszlo,I, Schipp,F, Kozaitis,S. *Construction of Wavelets and Applications*. JUCS. 2006; 12(09): 1278-1291
- [6]. Wang, S. *Application of Fourier Transform to Imaging Analysis*. 2007
- [7]. Suparti. *Perbandingan Estimator Regresi Nonparametrik Menggunakan Metode Fourier dan Metode Wavelet*. Jurnal Matematika. 2005; 08(03): 88-94.
- [8]. Suparti, Sudargo. *Estimasi Fungsi Regresi Menggunakan Metode Deret Fourier*. Majalah Ilmiah "LONTAR". 2005; 19(04).
- [9]. Chan,C, Pang,G. *Fabric defect detection by Fourier analysis*. Phoenix. 1999; 03-07.
- [10]. Ade, G. *A Digital Method For Noise Reduction In Holographic Reconstructions and Electron Microscopical Images*. AMF O'Hare. 1997; 11: 375-378.
- [11]. Parenti,R. *Fourier-Space Image Restoration*. The LINCOLN Laboratory Journal. 1995; 08(01).
- [12]. Abuhaiba, I, Hassan,M. *Image Encryption Using Differential Evolution Approach In Frequency Domain*. An International Journal. 2011; 02(01): 50-69.

- 
- [13]. Reddy,V, Prasad,J. *Color Image Registration and Template Matching Using Quaternion Phase Correlation*. UbiCC. 2011; 06(01): 714-721.
- [14]. Storey,B. *Computing Fourier Series and Power Spectrum with MATLAB*, Text Paper. 1-15.
- [15]. Puspita,E. *Metode Pengurangan Sampling dan Penggunaan Banyak Frekuensi Sampling untuk Analisa Transformasi Fourier Digital pada Aplikasi yang Berbasis Mikrokontroler*.
- [16]. [http://www-sigproc.eng.cam.ac.uk/~op205/3F3\\_3\\_Fast\\_%20Fourier\\_Transform.pdf](http://www-sigproc.eng.cam.ac.uk/~op205/3F3_3_Fast_%20Fourier_Transform.pdf)
- [17]. Xu,M, Mu,C, Zeng,Z, Li,Z., *A Heuristic Approach to Positive Root Isolation for Multiple Power Sums*, JUCS. 2010; 16(14): 1912-1926.