

STEGANOGRAFI GANDA PADA CITRA BERBASISKAN METODE LSB DAN DCT DENGAN MENGGUNAKAN DERET FIBONACCI

Muhammad Haidlar Al Kamali ¹⁾, Bambang Hidayat ²⁾, Nur Andini ³⁾

^{1) 2) 3)} Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom Bandung

Jl. Telekomunikasi No. 01, Terusan Buah Batu, Sukapura, Dayeuhkolot, Bandung, Jawa Barat 40257

Email : _muhammadhaidlar@gmail.com¹⁾, bhidayat@telkomuniversity.ac.id²⁾, nurandini@telkomuniversity.ac.id³⁾

Abstrak

Kemudahan proses pengiriman media menimbulkan masalah untuk keamanan. Untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan teknik steganografi dengan menyembunyikan pesan ke dalam suatu media. Pada paper ini telah dilakukan dua kali proses steganografi untuk menambah kompleksitas. Metode yang digunakan dalam proses penyisipan informasi ke dalam media adalah LSB (Least Significant Bit) dan DCT (Discrete Cosine Transform). Deret Fibonacci digunakan untuk merepresentasikan pesan ke dalam kode biner dan pemilihan koefisien DC untuk penyisipan. Hasil menunjukkan bahwa sistem ini mampu menghasilkan stego image dengan nilai PSNR lebih dari 40 dB dan ketika pesan diekstraksi nilai BERnya 0.

Kata kunci: *Steganografi, citra, DCT, LSB, fibonacci.*

1. Pendahuluan

Perkembangannya teknologi informasi saat ini menyebabkan proses pengiriman, pengaksesan, penyebaran media digital menjadi lebih mudah dilakukan. Akan tetapi dengan kemudahan ini menimbulkan masalah tersendiri untuk keamanan dan privasi informasi yang dikirim. Oleh karena itu untuk keamanan informasi yang dikirimkan menjadi konsentrasi penting untuk dikembangkan.

Untuk mengatasi masalah tersebut dapat digunakan teknik steganografi atau dengan menggunakan kriptografi. Keduanya memiliki tujuan yang hampir sama yaitu melindungi informasi yang dikirim sehingga tidak diketahui oleh pihak selain pengirim dan penerima. Jika pada kriptografi informasi disembunyikan dengan mengkontruksi secara acak, pada steganografi informasi disembunyikan ke dalam suatu media.

Steganografi adalah seni atau teknik untuk menyembunyikan informasi yang akan dikirim dengan menyisipkan ke dalam suatu media dengan tujuan untuk merahasiakan keberadaan informasi [1]. Sistem dari penyembunyian informasi ini sering digunakan dalam bidang militer, badan intelijen, citra medis, dan sebagainya. Berbagai aplikasi ini membuat steganografi masih menjadi topik panas untuk studi.

Pada penelitian ini dilakukan dua kali proses steganografi untuk meningkatkan kompleksitas dan privasi dari informasi yang dikirim. Yang pertama menyisipkan informasi rahasia berupa teks ke dalam media berupa citra grayscale, kemudian stego-image hasil proses pertama disisipkan kembali ke dalam media berupa citra RGB 24-bit. Metode yang digunakan dalam proses penyisipan informasi rahasia ke dalam media adalah *Least Significant Bit* (LSB) pada penyisipan level pertama dan pada penyisipan level kedua menggunakan *Discrete Cosine Transform* (DCT) untuk mengubah ke dalam domain frekuensi. Kemudian dilakukan proses ekstraksi pada sisi penerima untuk mendapatkan pesan yang telah disisipkan.

LSB adalah salah satu teknik penyisipan informasi rahasia pada steganografi citra domain spasial yang umum digunakan. Suatu LSB merupakan bit signifikan terendah dalam nilai ukuran byte (8 bit) dari suatu piksel [2], kemudian bit - bit terakhir ini digantikan langsung oleh bit - bit pesan. Salah satu keuntungan LSB adalah pengimplementasian algoritmanya yang sederhana dan juga memiliki kompleksitas komputasi yang rendah. Charits Muntachib [3], mengemukakan bahwa penyisipan pada domain spasial dengan pemilihan lokasi penyisipan memiliki performansi yang baik dari segi kualitas citra keluaran maupun keamanan informasi yang disisipkan dengan rata - rata nilai PSNR adalah 42,61 dB.

DCT adalah sebuah teknik transformasi untuk mengubah sebuah sinyal kedalam domain frekuensi, perbedaan dengan transformasi fourier adalah pada DCT hanya mengambil komponen kosinus saja [4]. DCT merepresentasikan sebuah citra dari penjumlahan sinusoida dari magnitude dan frekuensi yang berubah-ubah. Sifat dari DCT adalah mengubah informasi citra yang signifikan dikonsentrasikan hanya pada beberapa koefisien DCT [5]. Penghitungan DCT 2 dimensi untuk citra $f(x,y)$ dengan ukuran $N \times M$ dapat dilakukan dengan menggunakan DCT 1 dimensi yang dilakukan pada kolom seperti pada persamaan (1)

$$C(u, y) = \frac{2}{\sqrt{N}} \alpha(u) \sum_{x=0}^{N-1} f(x, y) \cos \left[\frac{\pi(2x + 1)y}{2N} \right] \dots(1)$$

dan perhitungan DCT 1 dimensi pada baris dengan menggunakan hasil persamaan (1) yang ditunjukkan pada persamaan (2)

$$C(u, v) = \frac{2}{\sqrt{M}} \alpha(v) \sum_{y=0}^{M-1} C(u, y) \cos \left[\frac{\pi(2y + 1)u}{2M} \right] \dots(2)$$

dengan $u = 1, 2, \dots, N - 1$ dan $v = 0, 1, 2, \dots, M - 1$. Sedangkan nilai $\alpha(k)$ pada persamaan (1) dan (2) menggunakan ketentuan pada persamaan (3)

$$\alpha(k) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & \text{untuk } k = 0 \\ 1, & \text{untuk } k \neq 0 \end{cases} \dots(3)$$

Selain itu DCT dapat meningkatkan robustness pada pesan yang tersisipkan, dan mempercepat proses penyisipan [6].

Deret fibonacci adalah deret yang diawali dengan 2 angka kemudian angka berikutnya didapat dengan cara menambahkan kedua bilangan yang berurutan sebelumnya menghasilkan kombinasi deret angka yang unik [7]. Diformulasikan dengan persamaan relasi rekursif (4)

$$F_n = F_{n-1} + F_{n-2} \text{ untuk } n > 2 \dots(4)$$

dimana F_n adalah nilai berikutnya setelah dua nilai awal. Hal ini dapat digunakan sebagai pemilihan lokasi saat melakukan proses penyisipan informasi ke dalam media sehingga lokasi bit informasi sulit untuk ditebak dan dapat meningkatkan tingkat kompleksitas informasi tersebut. Selain untuk memilih lokasi penyisipan, deret fibonacci digunakan untuk merepresentasikan karakter ke dalam kode biner. Aakaash Jois [8], mengemukakan bahwa dengan menggabungkan metode penyisipan LSB dengan deret fibonacci memiliki waktu komputasi yang sama akan tetapi membutuhkan lebih banyak *bitplane* daripada representasi kode biner seperti biasa.

Untuk mengevaluasi performansi sistem yang telah dibuat, dilakukan pengujian menggunakan parameter yang telah ditentukan sebelumnya yaitu PSNR, BER dan MOS. Penghitungan PSNR menggunakan persamaan (5) [2]

$$PSNR(g(i, j), \hat{g}(i, j)) = 10 \log_{10} \left(\frac{255^2}{MSE(g(i, j), \hat{g}(i, j))} \right) \dots(5)$$

dimana g adalah citra asli dan \hat{g} -topi adalah citra-stego, perhitungan MSE dengan menggunakan persamaan (6) [2]

$$MSE(g(i, j), \hat{g}(i, j)) = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} (g(i, j) - \hat{g}(i, j))^2 \dots(6)$$

setelah citra berhasil dilakukan proses penyisipan informasi rahasia dan dikembalikan ke domain spasial. Kemudian dibandingkan antara citra asli dengan citra stego, baik pada penyisipan level pertama maupun penyisipan level kedua.

BER dihitung dengan menggunakan persamaan (7) [9]

$$BER = \frac{nError}{nBits} \dots(7)$$

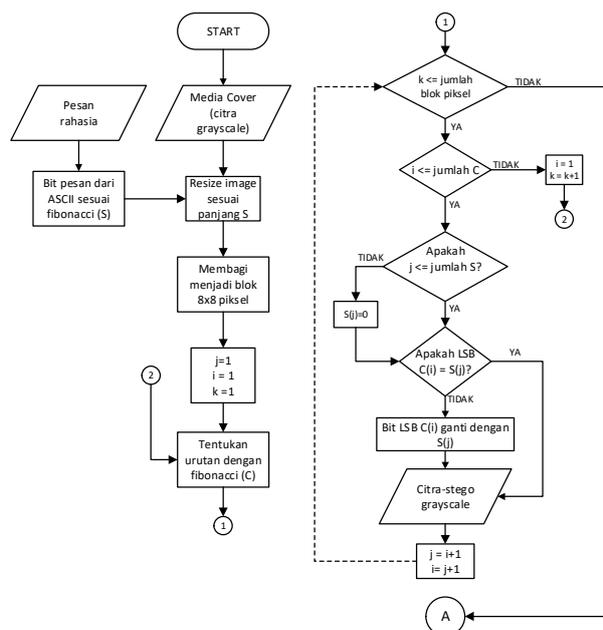
dimana $nError$ adalah jumlah bit yang error dan $nBits$ adalah jumlah keseluruhan bit.

2. Pembahasan

Desain model sistem

Sistem Steganografi secara umum terdiri dari dua proses, yaitu proses penyisipan pesan dan proses ekstraksi. Pada penelitian ini telah diimplementasikan sistem steganografi ganda dimana masing-masing proses penyisipan dan ekstraksi dilakukan sebanyak dua tahap. Pada proses penyisipan level pertama menggunakan metode Least Significant Bit (LSB) dengan deret fibonacci dan pada penyisipan level kedua menggunakan Discrete Cosine Transform (DCT).

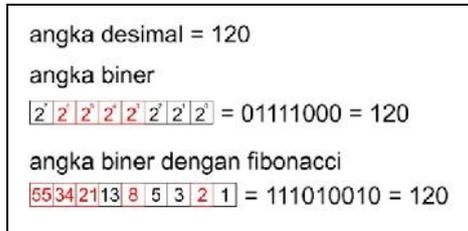
Proses Penyisipan



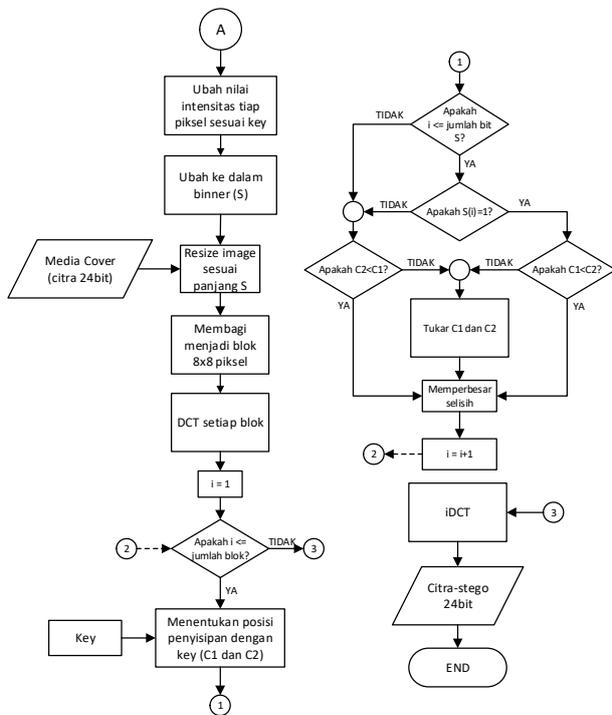
Gambar 1. Diagram alir penyisipan level

A. Penyisipan level pertama

1. Mengubah pesan ke biner dengan deret fibonacci seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2**.
2. Merubah ukuran media cover menyesuaikan dengan panjang pesan yang akan disisipkan
3. Membagi cover ke dalam blok berukuran 8x8 piksel
4. Tentukan urutan dengan deret fibonacci
5. Penyisipan dengan menggunakan LSB.



Gambar 2. Perbedaan proses pengkodean biasa dengan pengkodean menggunakan deret fibonacci



Gambar 3. Diagram alir penyisipan level 2

B. Proses penyisipan level kedua

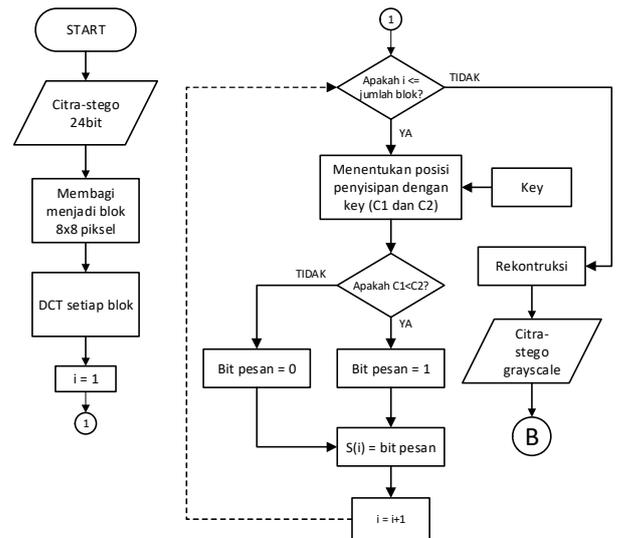
1. Mengubah citra stego menjadi bit pesan
2. Membagi cover ke dalam blok berukuran 8x8 piksel
3. Proses DCT setiap blok
4. Memilih 2 koefisien DCT (C1 dan C2)
5. Penyisipan pesan dengan menyesuaikan kondisi koefisien DCT yang dipilih
6. Memperbesar selisih koefisienn C1 dan C2 dengan menggunakan rumus (8) dan (9)

$$C1 = \begin{cases} C1 + \frac{(\alpha - (C1 - C2))}{2}, & C1 > C2 \\ C1 - \frac{(\alpha - (C2 - C1))}{2}, & C1 < C2 \end{cases} \dots\dots(8)$$

$$C2 = \begin{cases} C2 - \frac{(\alpha - (C1 - C2))}{2}, & C1 > C2 \\ C2 + \frac{(\alpha - (C2 - C1))}{2}, & C1 < C2 \end{cases} \dots\dots(9)$$

7. Proses invers DCT

Proses Ekstraksi

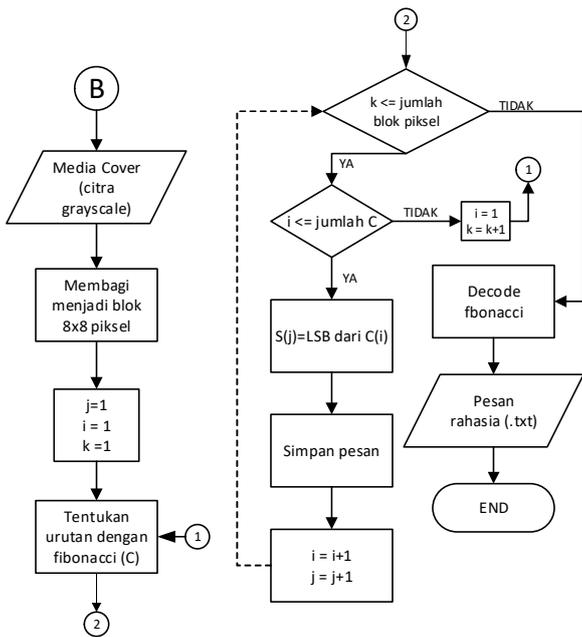


Gambar 4. Diagram alir ekstraksi level 1

A. Ekstraksi level pertama

1. Membagi Citra Stego Ke Dalam Blok – Blok
2. Proses DCT
3. Memilih dua koefisien DCT
4. Ekstraksi sesuai dengan kondisi koefisien DCT dan rekontruksi pesan menjadi citra stego untuk ekstraksi berikutnya

Dari hasil penyisipan pada level 1 dan level 2 seperti yang ditunjukkan pada **Gambar** dan **Gambar**, secara *visual* tidak terlihat perbedaan antara citra asli dengan citra stego.

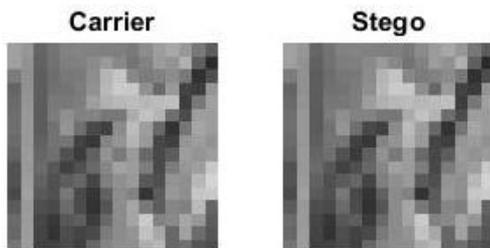


Gambar 5. Diagram alir ekstraksi level 2

B. Proses ekstraksi level kedua

1. Membagi cover ke dalam blok
2. Tentukan urutan dengan deret fibonacci
3. Ekstraksi sesuai dengan LSB.
4. Mengubah biner ke bentuk pesan semula dengan menggunakan deret fibonacci

Analisa Hasil



Gambar 6. Citra-stego hasil penyisipan pertama



Gambar 7. Citra-stego hasil penyisipan kedua

Tabel 1. Hasil analisa tanpa noise pada level 1

jumlah karakter	level 1				
	ukuran citra	PSNR	BER	encode time	decode time
5	8x8	52,575	0	0,001551	0,001773
15	16x16	51,878	0	0,002056	0,001806
30	24x24	52,117	0	0,002221	0,002345
100	32x32	52,413	0	0,002283	0,002760
200	48x48	52,410	0	0,002917	0,004128

Tabel 2. Hasil analisa tanpa noise pada level 2

jumlah karakter	level 1				
	ukuran citra	PSNR	BER	encode time	decode time
5	184x184	55,118	0	0,078640	0,032687
15	368x368	56,542	0	0,280574	0,121099
30	544x544	56,818	0	0,629592	0,271637
100	728x728	56,690	0	1,122000	0,485626
200	1088x1088	56,544	0	2,480692	1,089327

Dari hasil analisa tanpa *noise* pada **Tabel 1** dan **Tabel 2**, dapat dilihat bahwa pada penyisipan level pertama rata – rata nilai PSNR adalah 52,279 dB dan PSNR pada penyisipan level kedua adalah 56,342 dB. Saat proses ekstraksi, pesan rahasia berhasil di ekstraksi dengan nilai BER adalah 0 pada level pertama maupun level kedua. Dari data hasil analisa juga bisa dilihat bahwa semakin besar jumlah karakter yang disisipkan, semakin besar citra yang dibutuhkan untuk tempat penyisipan sehingga waktu penyisipan maupun waktu ekstraksi juga semakin lama.

Pada penyisipan level kedua, agar sistem yang dibuat memiliki ketahanan terhadap serangan, maka selisih koefisien DCT (C1 dan C2) diperbesar dengan persamaan (8) dan (9). Proses ini memiliki *tradeoff* terhadap nilai BER dan PSNR. Berikut hasil pengujian pemilihan nilai α .



Gambar 8. Grafik pengaruh pemilihan nilai terhadap MSE



Gambar 9. Grafik pengaruh pemilihan nilai α terhadap PSNR



Gambar 10. Grafik pengaruh pemilihan nilai α terhadap BER

Dari hasil grafik pada Gambar 8 dan Gambar 9, semakin besar nilai maka selisih antara dua koefisien DCT yang dipilih semakin besar sehingga nilai error dari citra stego semakin besar. Karena nilai error pada citra stego semakin besar, berakibat penurunan nilai PSNR. Sesuai dengan referensi [9], citra dengan kualitas yang bagus memiliki PSNR diatas 40dB. Sehingga nilai yang dapat digunakan adalah 1 sampai 50.

Dari hasil grafik pada Gambar 10, tidak semua menghasilkan BER 0 yaitu pada 1 sampai dengan 4. Nilai yang tidak menghasilkan BER 0 dikarenakan pada koefisien yang sudah dipilih mempunyai selisih yang lebih besar jika dibandingkan dengan nilai sehingga pada rumus (8) dan (9), hasil dari pelebaran selisih menghasilkan nilai C1 dan C2 yang melawan ketentuan dengan bit yang seharusnya disisipkan. Sehingga dari nilai tadi, yang dapat digunakan adalah 5 sampai dengan 50.

3. Kesimpulan

Dari analisis pada pengujian didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai ukuran citra stego bergantung panjang karakter pesan yang digunakan. Semakin besar panjang karakter, maka minimal ukuran citra

semakin besar. Hal ini juga berdampak pada waktu komputasi yang berbanding lurus dengan penambahan jumlah karakter. Dari total waktu penyisipan, penyisipan ke dua memberikan kontribusi sebesar 99,85%.

2. Nilai BER pada citra stego sebelum diberikan noise sudah bernilai 0, yang berarti sistem steganografi ini sudah optimal. Setelah diberikan sejumlah noise, rata – rata BER pada ekstraksi level pertama adalah 0,45 dan pada ekstraksi level kedua adalah 0,44.
3. Hasil citra stego jika dilihat secara kasat mata tidak terlihat perbedaan. Begitu juga jika dibandingkan dengan perhitungan PSNR. Pada penyisipan level pertama rata – rata nilai PSNR adalah 52,279 dB dan rata – rata PSNR pada penyisipan level kedua adalah 56,342 dB. Keduanya menunjukkan nilai PSNR di atas 40 dB, menunjukkan bahwa citra hasil stego memiliki perbedaan yang sedikit dibandingkan dengan citra asli.
4. Nilai yang bisa digunakan adalah 5 – 50, karena memenuhi persyaratan PSNR yang baik dan ketika dilakukan proses ekstraksi pesan dapat dikembalikan sesuai dengan pesan asli

Daftar Pustaka

- [1] N. F. Johnson, Z. Duric and S. Jajodia, Information Hiding : Steganography and Watermarking Attacks and Countermeasures, New York: Springer-Science+Business Media, LLC, 2001.
- [2] P. Kaushik and Y. Sharma, "Comparison Of Different Image Enhancement Techniques Based Upon Psnr & Mse," *International Journal of Applied Engineering Research*, vol. 7, no. 11, 2012.
- [3] C. Muntachib, R. D. Atmaja and B. Hidayat, "Metode Steganografi Penyisipan Karakter dengan Teknik LSB dan Penempatan Bit mengikuti Langkah Kuda Catur (L-Shape)," *SEMINAR NASIONAL INOVASI DAN APLIKASI TEKNOLOGI DI INDUSTRI*, Vols. BUKU-2, no. Green Technology Innovation, pp. 134-139, 2016.
- [4] D. Putra, Pengolahan Citra Digital, Yogyakarta: ANDI, 2010.
- [5] S. Syarif, N. Harun and M. Tola, "Sistem Cerdas Deteksi Citra," *Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin*, pp. 1-14, 2012.
- [6] R. Anggara, "Planning And Analysis Video Steganography By Embedding," *SI Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom*, 2015.
- [7] M. Beck and R. Geoghegan, *The Art Of Proof*, San Francisco: Springer, 2011.
- [8] A. Jois and T. L., "Survey on LSB Data Hiding Techniques," *IEEE WiSPNET*, no. Wireless Communications, Signal Processing and Networking, pp. 656-660, 2016.
- [9] A. Cheddad, J. Condell, K. Curran and P. M. Kevitt, "Digital Image Steganography : Survey and Analysis of Current Methods," *Signal Processing*, vol. 90, no. 3, pp. 727-752, 2010.
- [10] P. Khausik and Y. Sharma, "Comparison of different image enhancement techniques based upon psnr and mse," *International Journal of Applied Engineering Research*, pp. 1-6, 2010.

Biodata Penulis

Muhammad Haidlar Al Kamali, mahasiswa Universitas Telkom jurusan S1 Teknik Telekomunikasi fakultas Teknik Elektro angkatan 2014.

Bambang Hidayat, memperoleh gelar doktor (Dr) *Telecommunication Signal Processing* lulus tahun 1988 dengan predikat cumlaude, di Université de Rennes I Prancis. Saat ini menjadi Dosen di Universitas Telkom dalam kelompok keahlian Sinyal dengan bidang yang diminati *Speech processing*.

Nur Andini, memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T), Jurusan Teknik Telekomunikasi IT Telkom Bandung, lulus tahun 2006. Memperoleh gelar Magister Teknik (M.T) Program Pasca Sarjana Magister Teknik Telekomunikasi IT Telkom bandung, lulus tahun 2010. Saat ini menjadi Dosen di Universitas Telkom dalam kelompok keahlian Transmisi Telekomunikasi dengan bidang yang diminati *Wireless Communication System*.