

PROPOSAL

**Implementasi Deep Back-Projection Network (DBPN) dengan Metode
Gaussian Filtering untuk Peningkatan Resolusi Citra Dokumen Hasil
Scan**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan
Dalam memperoleh gelar Sarjana Komputer
Program Studi Informatika**



Disusun Oleh:

Adham Roy Bhafiel

21081010054

PROGRAM STUDI INFORMATIKA

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

SURABAYA

2024

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	2
DAFTAR TABEL	4
DAFTAR GAMBAR	5
BAB I PENDAHULUAN.....	6
1.1 Latar Belakang	6
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Batasan Masalah	7
1.4 Tujuan Skripsi.....	7
1.5 Manfaat Skripsi.....	8
1.6 Sistematika Penulisan	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1 Penelitian Terdahulu	10
2.2 Deep Back-Projection Network (DBPN)	13
2.3 Gaussian Blur.....	14
2.4 PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio)	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Desain Penelitian	18
3.2 Tahapan Penelitian.....	18
3.2.1 Pengumpulan Data	18
3.2.2 Pre-processing Citra.....	19
3.2.3 Implementasi Deep Back-Projection Network (DBPN)	19
3.2.4 Penerapan Gaussian Filter.....	20

3.2.5 Evaluasi Kualitas	20
3.3 Alat dan Bahan.....	21
3.4 Pengukuran Kinerja	21
3.5 Analisis Data	22
3.6 Batasan Penelitian 22.....	22
DAFTAR PUSTAKA	23

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Penelitian Terdahulu	10
--	----

DAFTAR GAMBAR

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan resolusi citra digital telah menjadi kebutuhan penting dalam berbagai bidang, termasuk dokumentasi digital, arsip, dan pengenalan karakter optik (OCR). Citra dokumen hasil pemindaian sering kali memiliki resolusi rendah, menyebabkan teks menjadi kabur dan sulit dibaca. Hal ini berdampak pada efektivitas dalam proses digitalisasi dokumen serta akurasi dalam ekstraksi informasi. Oleh karena itu, diperlukan metode yang efektif untuk meningkatkan resolusi citra dokumen hasil scan.

Deep Back-Projection Network (DBPN) merupakan salah satu metode berbasis pembelajaran mendalam (deep learning) yang efektif untuk meningkatkan resolusi citra dengan pendekatan proyeksi maju dan balik secara iteratif. Sementara itu, Gaussian Filtering memiliki kemampuan untuk mereduksi noise pada citra dan mempertajam tepi objek. Kombinasi kedua metode ini diharapkan dapat menghasilkan citra dokumen dengan resolusi yang lebih tinggi dan kualitas visual yang lebih baik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengimplementasikan Deep Back-Projection Network (DBPN) dengan metode Gaussian Filtering untuk meningkatkan resolusi citra dokumen hasil scan?
2. Seberapa efektif metode kombinasi DBPN dan Gaussian Filtering

dalam meningkatkan kualitas citra dibandingkan dengan metode konvensional lainnya?

3. Bagaimana performa metode ini diukur menggunakan metrik PSNR dan SSIM?

1.3 Batasan Masalah

Adapun ruang lingkup yang menjadi batasan masalah dalam skripsi ini antara lain:

1. Fokus penelitian ini terbatas pada citra dokumen hasil pemindaian dengan format JPG dan PNG.
2. Dataset yang digunakan meliputi dokumen teks dan dokumen campuran (teks dan gambar).
3. Proses evaluasi kualitas citra menggunakan metrik PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) dan SSIM (Structural Similarity Index).
4. Penelitian ini tidak mencakup optimasi *hyperparameter* pada arsitektur DBPN.

1.4 Tujuan Skripsi

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengimplementasikan metode Deep Back-Projection Network (DBPN) dengan Gaussian Filtering untuk meningkatkan resolusi citra dokumen hasil scan.
2. Menganalisis efektivitas metode yang diusulkan dalam meningkatkan kualitas citra dokumen.

3. Mengevaluasi kualitas hasil peningkatan resolusi menggunakan metrik PSNR dan SSIM.

1.5 Manfaat Skripsi

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan solusi efektif untuk meningkatkan resolusi citra dokumen hasil pemindaian.
2. Mendukung proses digitalisasi dokumen dengan hasil yang lebih jelas dan dapat dibaca.
3. Menjadi acuan untuk penelitian lebih lanjut di bidang peningkatan resolusi citra dengan teknik pembelajaran mendalam.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan proposal skripsi dapat membantu penulis dalam penyusunan agar tidak menyimpang dan sesuai dengan panduan untuk mencapai tujuan penulisan skripsi yang diharapkan. Sistematika dalam proses penulisan proposal skripsi ini diantaranya:

BAB I PENDAHULUAN

Bab pendahuluan berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan skripsi, manfaat skripsi, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan penelitian terdahulu yang berhubungan dengan dasar teori penyusunan skripsi. Bab ini juga menguraikan dasar teori dan landasan yang mendukung penyelesaian masalah yang diangkat.

BAB III METODOLOGI SKRIPSI

Bab metodologi skripsi menjelaskan arsitektur DBPN, penerapan Gaussian Filtering, dataset, preprocessing, prosedur implementasi, dan teknik evaluasi.

BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

memaparkan hasil implementasi metode, analisis performa, dan perbandingan hasil dengan metode lain.

BAB V PENUTUP

Bab ini memuat kesimpulan dan saran dari penulis sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

Bagian ini memuat sumber-sumber literatur yang menjadi rujukan dalam skripsi.

LAMPIRAN

Pada bagian ini memuat dokumen-dokumen yang menunjang penelitian ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu adalah salah satu langkah dalam melakukan penelitian yang bertujuan sebagai acuan dalam melakukan penelitian. Dalam hal ini peneliti melakukan pencarian referensi dengan penelitian terdahulu yang menjadi acuan dalam pengembangan maupun penelitian ini. Adapun penelitian terdahulu yang digunakan sebagai berikut :

Tabel 2. 1. Penelitian Terdahulu

JURNAL 1	
Judul	Deep Back-Projection Networks for Super-Resolution
Latar Belakang Penelitian	Peningkatan resolusi citra (super-resolution) merupakan tantangan besar dalam pengolahan citra, terutama untuk citra beresolusi rendah. DBPN dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan model-model sebelumnya dalam meningkatkan kualitas citra secara lebih akurat.
Tujuan Penelitian	Menyusun dan mengembangkan model DBPN yang dapat meningkatkan resolusi citra secara signifikan dengan metode back-projection yang iteratif.
Metodologi	Peneliti mengembangkan DBPN dengan menggunakan lapisan up-sampling dan down-sampling yang diulang beberapa kali untuk memanfaatkan informasi pada citra beresolusi rendah. Model ini dilatih menggunakan dataset citra dengan resolusi rendah dan diperbandingkan dengan teknik super-resolution lainnya.

Hasil	DBPN terbukti berhasil meningkatkan resolusi citra dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan metode super-resolution tradisional, menunjukkan kinerja superior dalam hal PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) dan SSIM (Structural Similarity Index).
JURNAL 2	
Judul	Deep Back-Projection Networks for Single Image Super-Resolution
Latar Belakang Penelitian	Super-resolution merupakan area penting dalam pemrosesan citra digital, terutama untuk aplikasi-aplikasi yang memerlukan citra berkualitas tinggi seperti pemindaian dokumen dan pengenalan teks optik (OCR). DBPN menawarkan metode baru dalam up-sampling citra.
Tujuan Penelitian	Meningkatkan kualitas citra dengan pendekatan DBPN yang memungkinkan peningkatan resolusi citra tunggal dengan lebih efisien dibandingkan metode konvensional.
Metodologi	Peneliti mengusulkan model DBPN untuk meningkatkan citra dengan memanfaatkan back-projection yang iteratif. Model ini diuji dengan citra resolusi rendah yang dihasilkan dari berbagai sumber, termasuk citra dari dokumen.
Hasil	DBPN menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan metode super-resolution tradisional lainnya, seperti jaringan neural konvolusional dan metode pembelajaran mendalam lainnya, dalam meningkatkan kualitas citra baik secara subjektif maupun objektif.
JURNAL 3	
Judul	Pengurangan Derau (Noise) pada Citra Paper Dokumen Menggunakan Metode Gaussian Filter dan Median Filter
Latar Belakang Penelitian	Citra dokumen hasil pemindaian sering kali mengandung noise yang mengurangi kualitas gambar. Filter Gaussian dan Median sering digunakan untuk mengurangi noise pada citra tersebut.

Tujuan Penelitian	Mengurangi derau (noise) pada citra dokumen menggunakan filter Gaussian dan median agar kualitas citra dapat ditingkatkan untuk keperluan pengolahan lanjutan seperti OCR atau analisis citra.
Metodologi	Peneliti menerapkan filter Gaussian dan median pada citra dokumen yang terkontaminasi noise. Eksperimen dilakukan dengan menggunakan berbagai parameter filter untuk menilai pengaruhnya terhadap kualitas citra.
Hasil	Filter Gaussian terbukti efektif dalam mengurangi noise pada citra dokumen, meningkatkan ketajaman dan kontras citra, serta meningkatkan akurasi dalam proses pengolahan citra lebih lanjut.

JURNAL 4

Judul	Penerapan Metode Gaussian Smoothing untuk Mereduksi Noise pada Citra Digital
Latar Belakang Penelelitian	Noise yang ada pada citra digital dapat mengganggu kualitas visual dan menyulitkan pengolahan citra. Teknik smoothing, seperti Gaussian smoothing, digunakan untuk mengatasi masalah ini.
Tujuan Penelitian	Meneliti efektivitas metode Gaussian smoothing dalam mereduksi noise pada citra digital dengan fokus pada citra dokumen.
Metodologi	Gaussian smoothing diterapkan pada citra digital yang mengandung noise untuk melihat seberapa efektif metode ini dalam meningkatkan kualitas citra. Pengujian dilakukan pada citra dengan berbagai tingkat noise dan membandingkan hasilnya menggunakan berbagai metode filter.
Hasil	Gaussian smoothing efektif dalam mengurangi noise pada citra digital, menghasilkan citra yang lebih jelas dan meningkatkan kualitas visual citra dokumen hasil scan.

JURNAL 5

Judul	Peningkatan Kualitas Citra dengan Gaussian Filter terhadap Citra Hasil Proses Contrast Stretching
-------	---

Latar Belakang Penelitian	Proses contrast stretching pada citra dapat memperbaiki kontras, tetapi sering kali menghasilkan noise yang mengganggu. Penggunaan Gaussian Filter dapat membantu mengurangi efek samping ini dan meningkatkan kualitas citra
Tujuan Penelitian	Meningkatkan kualitas citra yang telah diproses dengan contrast stretching menggunakan metode Gaussian Filter untuk mengurangi noise dan meningkatkan visualisasi citra.
Metodologi	Peneliti menerapkan Gaussian Filter pada citra setelah diproses dengan contrast stretching. Mereka kemudian membandingkan kualitas citra yang difilter dengan citra yang tidak difilter menggunakan berbagai metrik kualitas citra.
Hasil	Penerapan Gaussian Filter meningkatkan kualitas citra yang telah diproses dengan contrast stretching, menghasilkan citra dengan noise yang lebih rendah dan kualitas visual yang lebih baik.

2.2 Deep Back-Projection Network (DBPN)

Deep Back-Projection Network (DBPN) merupakan teknik yang diperkenalkan untuk mengatasi masalah peningkatan resolusi citra (super-resolution). DBPN mengadopsi pendekatan iteratif dengan menggunakan lapisan back-projection yang berfungsi untuk meningkatkan resolusi citra secara efisien dan akurat. Konsep dasar dari DBPN adalah pemanfaatan proses up-sampling dan down-sampling berulang untuk memperbaiki kualitas citra. Haris dkk. (2018) menyebutkan bahwa DBPN mampu menghasilkan citra dengan resolusi tinggi tanpa kehilangan detail penting yang ada pada citra asli [1]. Dalam penelitian mereka, DBPN menunjukkan keunggulan dalam hal kualitas gambar yang dihasilkan, terutama dibandingkan dengan metode super-resolution tradisional seperti jaringan neural konvolusional. Teknik ini dapat diterapkan pada berbagai jenis citra, termasuk citra hasil pemindaian dokumen, di mana kualitas gambar

menjadi faktor penting dalam proses pengenalan teks dan analisis citra lebih lanjut [2].

Menurut Haris dkk. (2019), DBPN tidak hanya meningkatkan ketajaman citra tetapi juga memperbaiki elemen-elemen struktural dalam citra yang mengalami distorsi akibat rendahnya resolusi [3]. Peneliti lain juga menambahkan bahwa DBPN bekerja secara optimal ketika diterapkan pada citra beresolusi rendah yang mengandung banyak noise, yang menjadikannya metode yang menjanjikan dalam bidang pengolahan citra. Dalam konteks pemindaian dokumen, DBPN mampu menghasilkan citra dengan kualitas yang lebih baik, memungkinkan untuk analisis dokumen yang lebih akurat dan efisien [1].

Kualitas citra yang dihasilkan oleh DBPN sering diukur menggunakan dua metrik utama, yaitu PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) dan SSIM (Structural Similarity Index). PSNR digunakan untuk mengukur perbedaan antara citra yang dihasilkan dengan citra referensi, sementara SSIM mengukur kesamaan struktural antara kedua citra. Dalam berbagai eksperimen, DBPN menunjukkan hasil yang lebih tinggi dalam kedua metrik ini dibandingkan dengan metode super-resolution lainnya, menunjukkan bahwa DBPN dapat menghasilkan citra yang lebih tajam dan lebih menyerupai citra asli [3].

2.3 Gaussian Blur

Gaussian Blur adalah metode pengolahan citra yang sering digunakan untuk mengurangi noise dan menghaluskan citra. Filter ini menggunakan distribusi Gaussian untuk menghitung bobot piksel-piksel di sekitarnya, sehingga

menghasilkan efek blur yang halus. Gaussian Blur banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, terutama dalam pengolahan citra digital dan pemrosesan citra dokumen. Penelitian Kusumanto dkk. (2022) mengungkapkan bahwa metode Gaussian Filter efektif dalam mengurangi derau (noise) pada citra dokumen hasil pemindaian, sehingga meningkatkan ketajaman dan kualitas citra [4]. Dalam penelitian tersebut, filter ini diaplikasikan untuk memperbaiki citra yang terkontaminasi noise, yang seringkali terjadi pada dokumen yang dipindai dengan kualitas rendah.

Menurut penelitian lain yang dilakukan oleh peneliti yang tidak disebutkan pada tahun 2022, Gaussian Blur terbukti efektif dalam mengurangi noise pada citra digital yang beragam, termasuk citra dokumen [5]. Filter ini menghaluskan transisi antara area terang dan gelap dalam citra, membuat batas-batas yang kabur menjadi lebih jelas dan meningkatkan keseragaman warna di seluruh citra. Seiring dengan pengurangan noise, metode ini juga membantu dalam meningkatkan visualisasi citra yang telah melalui proses peningkatan kontras, seperti contrast stretching [5].

Penerapan Gaussian Blur pada citra dokumen juga terbukti meningkatkan kualitas gambar sebelum dilakukan analisis lebih lanjut, seperti dalam pengolahan teks menggunakan OCR (Optical Character Recognition) dan analisis struktural citra. Oleh karena itu, metode ini sangat bermanfaat dalam persiapan citra dokumen untuk aplikasi lebih lanjut.

2.4 PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio)

PSNR adalah salah satu metrik yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas citra yang dihasilkan oleh suatu metode pemrosesan citra, terutama dalam konteks super-resolution. PSNR mengukur rasio antara energi sinyal (citra yang dihasilkan) dan energi noise (perbedaan antara citra yang dihasilkan dan citra asli). PSNR dihitung dalam satuan desibel (dB), dengan semakin tinggi nilai PSNR menunjukkan semakin kecil perbedaan antara citra hasil dan citra asli, yang berarti kualitas citra lebih baik. Dalam penelitian DBPN, PSNR digunakan untuk mengukur perbandingan antara citra yang dihasilkan dengan citra referensi, dan hasilnya menunjukkan bahwa DBPN memberikan PSNR yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode konvensional lainnya seperti metode interpolasi bicubic atau jaringan neural lainnya [3].

PSNR sering digunakan sebagai metrik standar untuk menilai kualitas citra dalam berbagai aplikasi, termasuk dalam peningkatan resolusi citra dokumen hasil pemindaian. Nilai PSNR yang tinggi menunjukkan bahwa citra yang dihasilkan lebih mendekati citra asli, yang sangat penting dalam aplikasi seperti pengenalan karakter dan analisis citra dokumen [2].

2.5 SSIM (Structural Similarity Index)

SSIM adalah metrik yang digunakan untuk mengevaluasi kesamaan struktural antara citra asli dan citra yang telah diproses. SSIM lebih memperhatikan persepsi manusia terhadap kualitas citra, dengan fokus pada luminance, kontras, dan struktur. Nilai SSIM berkisar antara 0 hingga 1, di mana nilai 1 menunjukkan bahwa citra yang dihasilkan sangat mirip dengan citra asli. Dalam penelitian

DBPN, SSIM digunakan untuk menilai kesamaan antara citra yang dihasilkan dengan citra referensi. DBPN menunjukkan hasil SSIM yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode super-resolution lainnya, yang berarti bahwa citra yang dihasilkan tidak hanya lebih tajam tetapi juga lebih menyerupai struktur asli citra [3].

SSIM lebih unggul dibandingkan PSNR dalam menilai kualitas citra, karena SSIM lebih mencerminkan persepsi kualitas citra secara subjektif, yang lebih relevan dalam aplikasi seperti pengenalan karakter dan analisis citra dokumen. Dengan SSIM yang lebih tinggi, citra yang dihasilkan oleh DBPN lebih mudah diterima dalam aplikasi-aplikasi yang mengandalkan akurasi visual tinggi [2].

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode Deep Back-Projection Network (DBPN) bersama dengan metode Gaussian Filtering untuk meningkatkan resolusi citra dokumen hasil pemindaian. Desain penelitian ini mencakup tahap-tahap seperti persiapan data, implementasi model DBPN, penerapan filter Gaussian, serta evaluasi kualitas citra menggunakan metrik PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) dan SSIM (Structural Similarity Index). Penelitian ini mengadopsi pendekatan eksperimental untuk menguji efektivitas teknik yang diterapkan dalam meningkatkan kualitas citra dokumen yang terpengaruh noise dan rendahnya resolusi..

3.2 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

3.2.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra dokumen yang telah dipindai dalam resolusi rendah. Citra ini mencakup berbagai jenis dokumen seperti teks cetak dan formulir yang dipindai menggunakan pemindai resolusi rendah. Dataset ini dipilih untuk mencerminkan kondisi citra yang biasa dihadapi dalam pemindaian dokumen, yang sering kali memiliki noise dan resolusi rendah.

3.2.2 Pre-processing Citra

Sebelum memulai tahap pengolahan citra, pre-processing dilakukan untuk memastikan citra siap untuk diterapkan dengan model DBPN dan filter Gaussian. Beberapa langkah pre-processing yang dilakukan antara lain:

1. Konversi Citra ke Format Grayscale: Semua citra yang digunakan dikonversi ke dalam format grayscale untuk mempermudah pengolahan citra.
2. Normalisasi Citra: Citra diproses agar nilai intensitas piksel berada dalam rentang yang sesuai (misalnya, 0 hingga 1).
3. Pengurangan Noise Menggunakan Gaussian Filter: Sebelum dilakukan peningkatan resolusi, citra diproses dengan filter Gaussian untuk mengurangi noise dan menghasilkan citra yang lebih halus dan bersih.

3.2.3 Implementasi Deep Back-Projection Network (DBPN)

Pada tahap ini, model DBPN diimplementasikan untuk meningkatkan resolusi citra. DBPN menggunakan arsitektur jaringan syaraf tiruan yang menggabungkan *back-projection* berulang dengan lapisan up-sampling dan down-sampling untuk menghasilkan citra resolusi tinggi. Langkah-langkah yang dilakukan dalam implementasi DBPN adalah sebagai berikut:

1. Pelatihan Model DBPN: Model DBPN dilatih menggunakan dataset citra beresolusi rendah dan citra referensi dengan resolusi tinggi.

Proses pelatihan menggunakan teknik optimasi untuk

meminimalkan kesalahan antara citra yang dihasilkan dan citra referensi.

2. Penerapan Model DBPN: Setelah model dilatih, model tersebut diterapkan pada citra yang telah diproses (pre-processed). Hasil dari DBPN adalah citra dengan resolusi yang lebih tinggi, yang diharapkan memiliki kualitas lebih baik daripada citra aslinya.

3.2.4 Penerapan Gaussian Filter

Setelah DBPN diterapkan untuk meningkatkan resolusi citra, langkah berikutnya adalah menggunakan filter Gaussian untuk menghaluskan citra dan mengurangi noise lebih lanjut. Filter Gaussian diterapkan dengan berbagai ukuran kernel untuk melihat pengaruhnya terhadap kualitas citra. Filter ini diharapkan dapat mengurangi noise residual yang mungkin tersisa setelah penerapan DBPN.

3.2.5 Evaluasi Kualitas Citra

Evaluasi kualitas citra dilakukan dengan menggunakan dua metrik utama, yaitu PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) dan SSIM (Structural Similarity Index):

1. PSNR mengukur perbedaan antara citra yang dihasilkan oleh DBPN dan citra referensi (citra asli dengan resolusi tinggi). Semakin tinggi nilai PSNR, semakin kecil perbedaan antara citra hasil dan citra asli, yang berarti kualitas citra lebih baik.
2. SSIM mengukur kesamaan struktural antara citra yang dihasilkan dengan citra referensi, dengan fokus pada luminance,

kontras, dan struktur. Nilai SSIM yang lebih tinggi menunjukkan kualitas citra yang lebih baik. Penelitian ini membandingkan hasil dari DBPN yang diterapkan tanpa filter Gaussian dan DBPN dengan filter Gaussian untuk melihat peningkatan kualitas citra secara keseluruhan.

3.3 Alat dan Bahan

Untuk mendukung penelitian ini, beberapa alat dan bahan yang mendukung antara lain:

1. Hardware : Komputer yang dilengkapi dengan GPU untuk mempercepat proses pelatihan dan inferensi model DBPN.
2. Software :
 - a) Python : Bahasa pemrograman utama yang digunakan untuk mengimplementasikan model DBPN dan filter Gaussian.
 - b) Tensorflow : Framework deep learning yang digunakan untuk membangun dan melatih model DBPN
 - c) OpenCV : digunakan untuk mengolah citra, termasuk penerapan filter Gaussian.
 - d) Matplotlib : digunakan untuk visualisasi hasil citra.
3. Dataset : Citra dokumen hasil pemindaian yang digunakan sebagai data uji dan data pelatihan dalam penelitian ini.

3.4 Pengukuran Kinerja

Untuk mengukur kinerja model yang dikembangkan, dua metrik utama digunakan, yaitu PSNR dan SSIM.

1. PSNR dihitung dengan rumus :

$$PSNR = 10 \times \log_{10} \left(\frac{R^2}{MSE} \right)$$

di mana R adalah nilai maksimal piksel citra (misalnya 255 untuk citra 8-bit), dan MSE adalah *Mean Squared Error* antara citra hasil dan citra referensi.

2. SSIM dihitung berdasarkan kesamaan struktur antara citra hasil dan citra referensi dengan mempertimbangkan luminance, kontras, dan struktur citra.

3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dari eksperimen akan dianalisis dengan membandingkan nilai PSNR dan SSIM dari citra yang dihasilkan oleh model DBPN tanpa filter Gaussian dan DBPN yang diterapkan dengan filter Gaussian. Selain itu, hasil visualisasi citra juga akan diperiksa untuk memastikan peningkatan kualitas secara subjektif, seperti peningkatan ketajaman dan pengurangan noise.

3.6 Batasan Penelitian

Beberapa batasan yang terdapat dalam penelitian ini antara lain:

- Citra dokumen yang digunakan terbatas pada jenis dokumen teks dan formulir dengan kualitas pemindaian rendah.
- Proses pelatihan model DBPN memerlukan waktu yang cukup lama, tergantung pada ukuran dataset dan spesifikasi perangkat keras yang digunakan.
- Penerapan Gaussian Filter mungkin menghasilkan penghalusan berlebihan pada citra jika tidak diterapkan dengan parameter yang tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abu Hussein, S., Tirer, T., & Giryas, R. (2020). *Correction Filter for Single Image Super-Resolution: Robustifying Off-the-Shelf Deep Super-Resolvers*. Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2416-2425.
- [2] Dong, C., Loy, C. C., He, K., & Tang, X. (2016). *Image Super-Resolution Using Deep Convolutional Networks*. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 38(2), 295-307.
<https://doi.org/10.1109/TPAMI.2015.2439281>
- [3] Fauzi, M. A., & Setiawan, N. A. (2015). *Analisa Peningkatan Kualitas Citra Bawah Air Berbasis Koreksi Gamma untuk Pencocokan Gambar pada Algoritma SIFT*. Jurnal Informatika, 9(1), 12-20.
- [4] Haris, M., Shakhnarovich, G., & Ukita, N. (2018). *Deep Back-Projection Networks for Super-Resolution*. Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 1664-1673.
<https://arxiv.org/abs/1803.02735>
- [5] Hidayat, R., & Wibowo, A. (2018). *Peningkatan Kualitas Citra CT-Scan dengan Penggabungan Filter Gaussian dan Median*. Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK), 5(2), 234-242.
<https://jtiik.ub.ac.id/index.php/jtiik/article/view/870>
- [6] Kurniawan, A., & Prasetyo, E. (2021). *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Python*. Jurnal Informatika, 15(2), 89-98.
https://www.researchgate.net/publication/358220979_Pengolahan_Citra_Digital_Menggunakan_Python
- [7] Manurung, J. W. H. L., & Siregar, F. S. (2017). *Penerapan dan Evaluasi*

Segmented Principal Component Transform pada Citra Hiper Spektral Reflectance dan Radiance. Jurnal Ilmu Komputer dan Informasi, 10(3), 123-130.

<https://lontar.cs.ui.ac.id/Lontar/result.csv?lokasi=lokal&metode=similar&query=3714>

- [8] Putra, R. A., & Santoso, A. (2020). *Pengembangan Algoritma Denoising dengan Konsep Deep Learning untuk Peningkatan Kualitas Citra Medis. Jurnal Teknologi Terapan*, 6(1), 15-25.
<https://journals.telkomuniversity.ac.id/jett/article/view/4984>
- [9] Rahmawati, F., & Hidayat, R. (2020). *Implementasi Metode Deep Learning untuk Peningkatan Resolusi Citra Wajah pada Sistem Pengawasan. Jurnal Sistem Cerdas*, 12(1), 34-42.
- [10] Sanger, J. B. (2023). *Pelembutan Citra dengan Metode Filter Gaussian. Jurnal Elektronika dan Komputer (JEECOM)*, 5(1), 101-105.

