

Pemanfaatan SRCNN Untuk Meningkatkan Resolusi Citra

Haidar Hamda (13521105)
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesha 10 Bandung
E-mail (gmail): 13521105@std.stei.itb.ac.id

Abstrak—Pembelajaran mesin menjadi salah satu bidang yang berkembang pesat beberapa tahun terakhir. Pembelajaran mesin telah banyak digunakan dalam berbagai bidang, termasuk pemrosesan citra digital. Belakangan ini, penggunaan ctra dalam bidang medis dan astronomi mengalami peningkatan yang pesat. Untuk melakukan analisis terhadap citra, diperlukan citra yang detail. Akan tetapi, tidak semua citra detail. Untuk menambah detail dalam citra, salah satu pendekatannya adalah dengan meningkatkan resolusi citra. Makalah ini menerapkan *Super Resolution Convolutional Neural Network (SRCNN)* untuk melakukan peningkatan resolusi citra.

Kata kunci—SRCNN, Resolusi Citra, Super Resolution

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi digital mendorong peningkatan kebutuhan citra berkualitas tinggi dalam berbagai bidang seperti medis, astronomi, dan bidang lainnya. Namun, resolusi citra terbatas pada perangkat yang digunakan untuk pengambilan citra.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan resolusi citra adalah dengan memanfaatkan SRCNN. Metode ini memiliki keunggulan dibandingkan pendekatan tradisional, seperti interpolasi bilinear atau bicubic yang seringkali menghasilkan citra yang mengalami degradasi detail.

Dalam makalah ini, dilakukan eksplorasi implementasi SRCNN untuk meningkatkan resolusi citra. Selain implementasi, dilakukan evaluasi kinerja dari model SRCNN yang dihasilkan.

II. LANDASAN TEORI

A. Citra

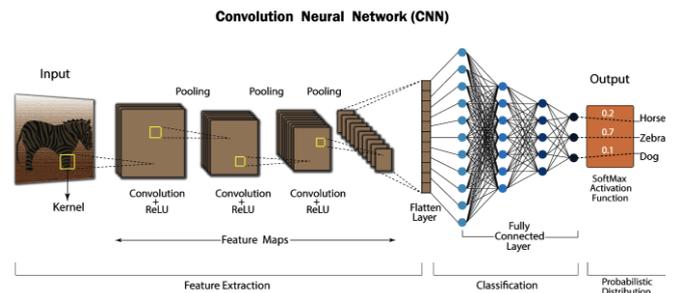
Citra dapat direpresentasikan sebagai fungsi pada bidang dua dimensi $f(x,y)$ yang merepresentasikan intensitas cahaya pada koordinat (x,y) dalam citra. Citra berukuran M baris dan N kolom memiliki koordinat diskrit $x=0,1,2,\dots,M-1$ dan $y=0,1,2,\dots,N-1$. Citra juga dapat direpresentasikan dalam bentuk larik yang elemennya terdiri atas nilai intensitas yang berkoresponden dengan indeks dari larik. Larik citra berukuran $M \times N$ direpresentasikan sebagai berikut.

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & \dots & f(0,N-1) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f(M-1,0) & \dots & f(M-1,N-1) \end{bmatrix} \quad (1)$$

Resolusi dalam citra merujuk pada ukuran suatu citra, yang biasa dinyatakan dalam jumlah piksel. Resolusi menentukan seberapa banyak informasi yang dapat ditampilkan dalam citra. Secara umum, tingkat resolusi sebanding dengan tingkat kejelasan citra.

B. Convolutional Neural Network

Convolutional Neural Network (CNN) adalah algoritma pembelajaran mendalam yang pada umumnya digunakan untuk memproses data yang memiliki topologi seperti grid, termasuk citra. CNN merupakan arsitektur *Neural Network* untuk melakukan pembelajaran langsung dari data dengan mengilangkan kebutuhan untuk melakukan ekstraksi fitur secara manual. Berikut merupakan arsitektur CNN secara keseluruhan

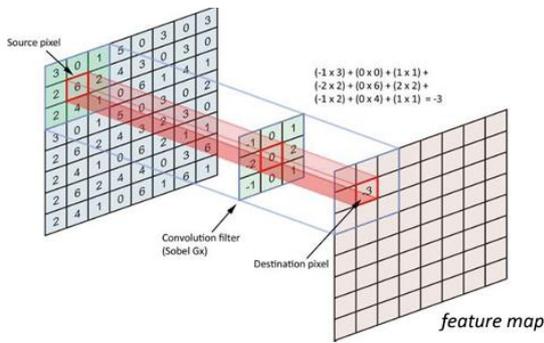


Gambar II.1 Arsitektur CNN (Sumber: <https://developersbreach.com/convolution-neural-network-deep-learning/>)

CNN terdiri atas beberapa lapisan yang melakukan pemrosesan citra masukan. Berikut lapisan utama dari CNN

1. Convolutional Layer

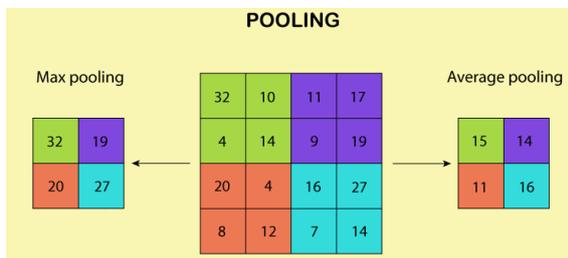
Lapisan ini melakukan operasi konvolusi terhadap citra masukan dengan sejumlah *filter* untuk melakukan ekstraksi fitur dari gambar masukan. Operasi ini menghasilkan *feature map*. *Convolutional layer* diilustrasikan pada gambar II.1.



Gambar II.2 Ilustrasi Convolutional Layer

2. Pooling Layer

Pada lapisan ini, dilakukan pengurangan dimensi spasial dari *feature map* yang dihasilkan oleh lapisan konvolusi. Hal ini dilakukan untuk mengurangi daya komputasi yang diperlukan untuk melakukan pemrosesan data. Pooling dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu *max pooling* yang mengembalikan nilai maksimum dari setiap bagian citra yang dicakup oleh kernel dan *average pooling* yang mengembalikan rata-rata nilai dari bagian citra yang dicakup oleh kernel. Gambar II.3 mengilustrasikan kedua jenis *pooling*.



Gambar II.3 Ilustrasi Jenis Pooling

3. Fully-Connected Layer

Lapisan ini bertanggungjawab untuk mempelajari keterhubungan dari fitur yang telah diekstraksi. Lapisan ini menghasilkan vektor berdimensi k , dengan k adalah jumlah kelas yang dapat diprediksi. Vektor tersebut berisi probabilitas untuk setiap kelas dari citra yang diklasifikasi.

C. Super Resolution Convolutional Neural Network

Chao Dong et. al. (2015) mengembangkan model arsitektur CNN yang dispesifikasikan untuk *super resolution* atau meningkatkan resolusi citra. Secara konseptual, model berisikan tiga operasi utama, yaitu:

1. Patch extraction and representation

Operasi ini mengekstraksi *patches* yang berasal dari citra resolusi rendah dan merepresentasikan *patches* sebagai vektor berdimensi tinggi. Vektor tersebut terdiri atas himpunan *feature map* yang jumlahnya sama dengan dimensi vektor.

2. Non-linear mapping

Operasi ini melakukan pemetaan setiap vektor yang dihasilkan sebelumnya ke vektor berdimensi tinggi lain secara non-linear. Setiap vektor hasil pemetaan merupakan representasi dari *patches* ber-resolusi tinggi.

3. Reconstruction

Operasi ini melakukan agregasi terhadap representasi *patches* ber-resolusi tinggi untuk menghasilkan citra hasil yang ber-resolusi tinggi.

III. PEMBAHASAN

Pada bab ini, dilakukan pembahasan mengenai proses sementukan Solusi.

A. Pengumpulan Data

Untuk melakukan pembelajaran model, digunakan dataset T91. Dataset tersebut dipilih karena dapat diakses secara public dan juga merupakan dataset yang umum digunakan untuk penelitian terkait *super resolution*.

B. Preprocessing Data

Preprocess yang dilakukan berupa pemisahan data menjadi data latih. Selain itu, dilakukan penurunan ukuran citra yang diikuti pembesaran ukuran citra. Hal tersebut dilakukan untuk mensimulasikan citra yang berkualitas buruk.

C. Implementasi Model

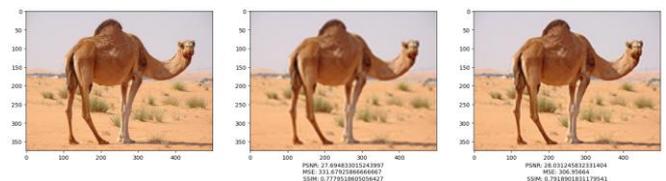
Model yang dibangun menggunakan kaskas keras. Gambar III.1 merupakan ringkasan dari model yang dibangun

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d_30 (Conv2D)	(None, None, None, 128)	10,496
re_lu_6 (ReLU)	(None, None, None, 128)	0
conv2d_31 (Conv2D)	(None, None, None, 64)	73,792
re_lu_7 (ReLU)	(None, None, None, 64)	0
conv2d_32 (Conv2D)	(None, None, None, 1)	1,681
Total params: 85,889 (335.50 KB)		
Trainable params: 85,889 (335.50 KB)		
Non-trainable params: 0 (0.00 B)		

Gambar III.1 Ringkasan Model

D. Evaluasi

Evaluasi dilakukan dengan membandingkan nilai *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR), *Mean Squared Error* (MSE), dan *Structural Similarity Index Measure* (SSIM) dari citra yang terdegradasi dan citra hasil perbaikan. Berikut perbandingan dari beberapa citra yang digunakan untuk mengujian dengan citra kiri merupakan citra asli, citra Tengah merupakan citra terdegradasi, dan citra kanan merupakan citra hasil perbaikan menggunakan SRCNN.



Gambar III.2 Perbandingan Citra Terdegradasi Dengan Hasil SRCNN

Berikut merupakan tabel perbandingan masing masing nilai metrik evaluasi.

Tabel III.1 Perbandingan Nilai Metrik Evaluasi

	Citra terdegradasi	Citra hasil
PSNR	27.69	28.03
MSE	331.68	306.96
SSIM	0.78	0.79

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan eksperimen yang dilakukan, SRCNN yang dibangun belum memberikan perubahan nilai dari setiap metrik evaluasi yang digunakan secara signifikan. Hal tersebut mengindikasikan bahwa citra luaran SRCNN tidak jauh berbeda dengan citra yang terdegradasi. Perlu dilakukan studi lebih lanjut untuk meningkatkan kinerja dari SRCNN yang dibangun.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pertama-tama penulis panjatkan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmatnya penulis dapat menyelesaikan makalah ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Bapak Dr. Ir. Rinaldi Munir, M.T. selaku dosen pengajar mata kuliah pemrosesan citra digital tahun ajaran 2024/2025 yang telah memberikan bimbingan dan pengajaran selama satu semester penuh.

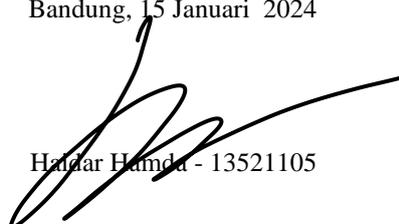
REFERENSI

- [1] C. Dong, C. C. Loy, K. He and X. Tang, "Image Super-Resolution Using Deep Convolutional Networks," in *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 38, no. 2, pp. 295-307, 1 Feb. 2016, doi: 10.1109/TPAMI.2015.2439281.
- [2] Gonzalez RC, Woods RE. *Digital Image Processing*. 3rd ed. Prentice Hall; 2008.
- [3] R. Munir, *Pembentukan Citra dan Digitalisasi Citra*, Bandung: Program Studi Teknik Informatika, 2024
- [4] R. Munir, *Convolutional Neural Network*, Bandung: Program Studi Teknik Informatika, 2024

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 15 Januari 2024


Hafid Hamda - 13521105