

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Sel adalah penyusun yang paling penting pada tubuh makhluk hidup. Penemuan sel pada tanaman pertama kali dilaporkan pada tahun 1665 oleh Hooke dan dinamakan “*cells*” karena kemiripan dengan sel yang dihuni oleh para biksu [1, 2]. Namun, dibutuhkan waktu sekitar 200 tahun untuk para ahli biologi agar memvalidasi penemuan tersebut [1, 2]. Pada tahun 1838 hingga tahun 1885, Schleiden, Schwann, Remak, Virchow, dan para ahli lainnya, menyatakan bahwa semua organisme terdiri dari satu sel atau lebih, sel merupakan penyusun dasar dari organisme, dan sel berasal sel yang telah ada sebelumnya [1, 2].

Untuk mempelajari tubuh manusia, dibutuhkan pengetahuan akan sel terlebih dahulu. Penyakit pada manusia berasal dari gangguan dan penyimpangan dari perilaku sel itu sendiri. Selama lebih dari 150 tahun, para ilmuwan berusaha mempelajari dan mengklasifikasi sel-sel yang ada pada manusia. Pada tahun 1930, mikroskop elektron membuat resolusi citra pada sel lebih besar 500 kali lipat, membuatnya lebih mudah untuk menemukan dan membedakan struktur pada sel [2]. Waktu mengamati sel membutuhkan waktu yang cukup lama dan melalui proses yang cukup rumit. Jika pengamatan sel tersebut dilakukan pada alat mikroskop dan diamati dalam waktu yang lama, maka sel akan terekspos [3]. Proses tersebut dapat mengakibatkan kerusakan pada sel dan akan mempersulit proses pengamatan tersebut. Selain mempersulit proses pengamatan sel, biaya yang dibutuhkan akan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya waktu proses pengamatan sel. Perkembangan teknologi membuat proses pengamatan menjadi lebih mudah dan efektif.

Tabel 1.1 Riset Penggunaan PET di Amerika Serikat

	Model result	Lower bound	Upper bound
Cost category (1): Costs due to repeated sequences			
Number of examinations per year	2000	1600	2400
Number of sequences per examination	5	4	6
The fraction of repeated sequences	2.0%	2.0%	5.5%
Added time per rescan	5 minutes	4 minutes	6 minutes
Examination cost per hour	\$555	\$444	\$666
The extra costs to the clinic per scanner per year	\$9,250	\$3,789	\$52,747
Cost category (2): Costs due to repeated examinations			
Number of examinations per year	2000	1600	2400
The fraction of repeated examinations	4.4%	3.5%	5.3%
Added work time to a radiologist	20 minutes	16 minutes	24 minutes
The hourly fee to a radiologist	\$111	\$89	\$133
Examination cost per hour	\$555	\$444	\$666
Duration of new examination	40 minutes	32 minutes	48 minutes
Additional cost to the clinic per scanner per year	\$35,816	\$14,670	\$74,268

Salah satu teknologi maju yang digunakan untuk pengambilan citra adalah PET. PET atau *Positron Emission Tomography* adalah pemeriksaan noninvasif yang dapat menggambarkan fungsi metabolisme molekuler dari tubuh pasien secara tiga dimensi dengan menggunakan radiomarka. Radiofarmaka fludeoksiglukosa merupakan senyawa radioaktif yang telah memenuhi persyaratan farmakologis. Namun PET masih memiliki banyak kekurangan. Karena menggunakan senyawa radioaktif selain membutuhkan biaya yang cukup tinggi juga dapat membahayakan tubuh manusia yang sedang di *scan*, meskipun sudah memenuhi persyaratan farmakologis. Selain membutuhkan biaya yang tinggi dan dapat membahayakan kesehatan manusia, PET juga membutuhkan waktu yang lama dalam melakukan prosedurnya seperti yang terlihat pada riset yang dilakukan di Amerika Serikat pada **Tabel 1.1** [10, 11]

Terlepas dari permasalahan tersebut, PET merupakan salah satu metode pengambilan citra pasien yang banyak digunakan oleh bidang medis. PET merupakan teknologi baru pada bidang medis, sehingga masih banyak ruang bagi prosedur PET untuk terus berkembang. Dengan meningkatkan efisiensi dan hasil yang didapatkan dari prosedur PET dapat meningkatkan kinerja prosedur PET.

Output yang dihasilkan oleh PET umumnya memiliki kualitas citra yang rendah, serta untuk memperoleh hasil tersebut dibutuhkan waktu yang cukup lama. Untuk mengatasi hal tersebut dibutuhkan sebuah metode yang dapat mengubah kualitas citra rendah menjadi kualitas sangat tinggi. Hal tersebut dapat membuat proses observasi menjadi lebih mudah dan akan mengurangi waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk mengobservasi data yang dihasilkan oleh PET.

Dengan menggunakan salah satu cabang dari *artificial intelligence* (AI) yaitu *deep learning* (DL), proses pengolahan citra hasil dari prosedur PET yang diperoleh dari proses pengamatan langsung diproses dan kemudian citra tersebut dipulihkan jika terjadi kerusakan saat proses pengambilan citra. Proses pengolahan citra tersebut dinamakan *image processing*. Teknologi *deep learning* untuk pengolahan citra sudah banyak diimplementasikan pada berbagai bidang. Namun hal baru yang menarik saat ini adalah dengan membuat gambar dengan citra rendah menjadi gambar dengan citra super atau *Super Resolution*.

Saat ini, *image super-resolution* (SR) telah menjadi perhatian penelitian, terutama pada *single image super-resolution* (SISR). SR merupakan resolusi yang didapat setelah melakukan pemulihan terhadap citra dengan resolusi tinggi atau *high resolution* (HR) [4, 9]. Namun citra HR didapat setelah proses pemulihan citra resolusi rendah atau *low resolution* (LR) [4, 9]. Dengan menggunakan metode dari *machine learning*, yaitu *deep neural network* (DNN) dapat meningkatkan performa dengan signifikan pada pengukuran seberapa baik arsitektur dalam mengolah gambar dengan menunjukkan *peak signal to noise ratio* (PSNR) untuk masalah SR. Akan tetapi, terdapat beberapa masalah dengan metode tersebut sehingga membatasi optimasi arsitektur. Masalah pertama yaitu, performa merekonstruksi dari *neural network* sangat sensitive saat arsitektur diganti terutama pada saat melakukan *training* sampel sehingga level performa yang didapat berbeda-beda. Kemudian yang kedua, algoritma SR yang tersedia hanya dapat mengatasi suatu masalah secara independen. Algoritma tersebut hanya dapat mengatasi satu *scale* pada masalah disampel SR sehingga sampel SR perlu di *train* satu per satu tiap *scale* [3].

Permasalahan tersebut sebenarnya dapat diatasi dengan menggunakan arsitektur tingkat tinggi yang dimiliki oleh *Very Deep Residual Network* (VDSR) dan *specialized residual network* (SRResNet) [3]. Kedua arsitektur tersebut dapat mengatasi hal tersebut, namun VDSR membutuhkan waktu komputasi dan ruang memori yang banyak karena pada saat *training* membutuhkan citra *bicubic interpolated* sebagai sampel inputnya sehingga menjadikan VDSR tidak menjadikan VDSR ramah untuk perangkat pengguna [5, 6]. Sedangkan SRResNet digunakan untuk permasalahan *computer vision* tingkat tinggi seperti klasifikasi dan deteksi citra [7]. Penggunaan arsitektur SRResNet pada permasalahan *computer vision* tingkat rendah dinilai tidak optimal.

Pada implementasi DL berbasis algoritma SR, sampel citra didapatkan melalui *bicubic interpolation* sebelum di inputkan ke dalam jaringan [8]. Dengan melakukan percobaan modul saat proses pengolahan citra berakhir dapat mengurangi proses perhitungan karena ukuran sampelnya berkurang [7]. Namun pendekatan implementasi tersebut memiliki kekurangan yaitu tidak dapat dilakukandengan *scale* banyak pada satu framework [8]. Dengan menggunakan *dataset* Positron Emission Tomography (PET) dapat meningkatkan performansi saat proses pengolahan citra baik dengan satu *scale* maupun beberapa *scale* dan *framework* yang berbeda-beda untuk PSNR dan *Structural Similarity Index* (SSIM).

Untuk mengatasi masalah diatas, ada beberapa arsitektur yang dirasa cocok untuk mengatasinya. Salah satunya dengan menggunakan metode EDSR atau *Enhanced Deep Residual Network* dan WDSR atau *Wide Activation for Efficient and Accurate Super Resolution*. Kedua metode tersebut pada SR dapat melakukan peningkatan Citra dengan beberapa skala pembesaran atau *scale framework* yang berbeda [9]. Akan tetapi, belum ada penelitian lebih lanjut mengenai EDSR dan WDSR apabila ada beberapa parameter yang diubah dan dataset yang diganti. EDSR dan WDSR memang merupakan pengembangan dari satu sama lain, namun kedua model tersebut belum ada pengimplementasiannya, terutama pada bidang medis.

Pada tugas akhir ini penulis menggunakan salah satu cabang dari AI yaitu DL untuk memulihkan citra HR atau resolusi standar pada sel yang terdapat di organ menjadi citra dengan resolusi SR menggunakan metode ESDR dan WSDR. Penggunaan citra dengan resolusi standar atau HR karena citra dengan LR sangat sulit untuk ditemukan. Penulis menggunakan metode *bicubic downsampling* untuk *dataset* PET untuk memperoleh citra dengan resolusi super dari citra dengan resolusi tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diajukan dalam penelitian Tugas Akhir ini yaitu;

1. Bagaimana cara merancang metode yang akan digunakan kemudian metode tersebut diimplementasikan ke dalam sistem yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas gambar dengan kualitas resolusi standar atau tinggi menjadi resolusi super?
2. Apa saja pengaruh metode yang diimplementasikan terhadap performansi yang dihasilkan?
3. Parameter apa saja yang mempengaruhi hasil yang didapatkan dalam sistem?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dan manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mampu merancang metode yang akan digunakan kemudian diimplementasikan ke dalam sistem yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas gambar dengan kualitas resolusi standar atau tinggi menjadi resolusi super.
2. Dapat mengetahui performansi yang dihasilkan oleh sistem dengan metode yang sudah dirancang dan diimplementasikan kedalam sistem.
3. Mengetahui parameter-parameter yang dihasilkan oleh sistem dengan metode yang telah dirancang.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. *Dataset* gambar yang digunakan *Dataset* untuk proses *training* dan *tesitng* menggunakan *dataset* PET Y-90 yang berjumlah 150 gambar, yang diantaranya 30 Gambar akan digunakan untuk proses *testing*.
2. *Library* yang digunakan adalah numpy,tensorflow 2.3.1 serta tensorflow-addons 0.11.2, os, dan matplotlib.pyplot.
3. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah python versi 3.8
4. Format citra digital yang digunakan sebagai input adalah PNG (.png) dengan. Kualitas resolusi rendah.
5. Metode pengolahan citra yang digunakan adalah ESDR dan WDSR

1.5 Metode Penelitian

Penulis melakukan penelitian dengan mempelajari materi yang terdapat pada jurnal [4, 9, 14]. Kemudian penulis melakukan simulasi dari materi yang telah dipelajari. Penulis selanjutnya mengganti metode dan parameter lain untuk menunjang permasalahan yang dibawa. Kemudian penulis melakukan analisis dari percobaan tersebut.