

DEEP LEARNING UNTUK MENGIDENTIFIKASI INTI SEL CITRA HISTOPATOLOGI KANKER KOLOREKTAL DENGAN ARSITEKTUR YOLO

RADEN RAFLY RAMADHAN FADILAH



**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “*Deep Learning* Untuk Mengidentifikasi Inti Sel Citra Histopatologi Kanker Kolorektal” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, September 2024

Raden Rafly Ramadhan Fadilah
G64180033

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

RADEN RAFLY RAMADHAN FADILAH, *Deep Learning* Untuk Mengidentifikasi Inti Sel Citra Histopatologi Kanker Kolorektal Dengan Arsitektur YOLO. Dibimbing oleh TOTO HARYANTO dan KUSMARDI.

Kanker kolorektal merupakan kanker ketiga yang paling banyak diderita di dunia. Salah satu cara untuk mendiagnosis kanker kolorektal dengan melakukan penilaian citra histopatologi. Pemeriksaan gambar histopatologi dengan metode konvensional memerlukan waktu yang cukup lama, sehingga diperlukan metode otomatis untuk membantu mempersingkat waktu. Salah satu metode yang dapat digunakan yaitu *convolutional neural network* (CNN). Arsitektur yang digunakan adalah *you only look once* (YOLO). Terdapat 51.023 *ground-truth* inti sel kanker kolorektal yang digunakan dalam penelitian ini. Model dibuat dengan teknik *transfer learning* dari *pre-trained* model YOLOv4 dan dilakukan *hyperparameter tuning* dengan teknik *grid search* untuk menemukan nilai parameter yang terbaik untuk model. Penelitian ini menghasilkan model dengan *mean average precision* (MAP) sebesar 78,44%. Penggunaan *threshold* yang tinggi efektif untuk melakukan identifikasi keberadaan inti sel kanker kolorektal.

Kata Kunci: CNN, *deep learning*, kanker kolorektal, YOLO

ABSTRACT

RADEN RAFLY RAMADHAN FADILAH, *Deep Learning to Identify Cell Nuclei in Colorectal Cancer Histopathology Images Using YOLO Architecture*. Supervised by TOTO HARYANTO and KUSMARDI.

Colorectal cancer is the third most common cancer in the world. One example to diagnose colorectal cancer by assessing histopathological images. Assessments of histopathological images with conventional methods takes a long time, so an automatic method is needed to help shorten time. One method that can be used is convolutional neural network (CNN). The architecture is you only look once (YOLO). There were 51,023 ground-truth colorectal cancer cell nuclei that used in this study. The model was made using transfer learning techniques from the pre-trained YOLOv4 model and hyperparameter tuning was performed using a grid search technique to find the best parameter values for the model. This study produces a model with mean average precision (MAP) of 78,44%. The use of a high threshold is effective to identify the presence of colorectal cancer cell nuclei.

Keywords: CNN, *colorectal cancer*, *deep learning*, YOLO



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

DEEP LEARNING UNTUK MENGIDENTIFIKASI INTI SEL CITRA HISTOPATOLOGI KANKER KOLOREKTAL DENGAN ARSITEKTUR YOLO

RADEN RAFLY RAMADHAN FADILAH

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Ilmu Komputer

**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
1 Dr. Yeni Herdiyeni, S.Si., M.Kom.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul : *Deep Learning* Untuk Mengidentifikasi Inti Sel Kanker Citra
Histopatologi Kanker Kolorektal Dengan Arsitektur YOLO
Nama : Raden Rafly Ramadhan Fadilah
NIM : G64180033

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Toto Haryanto, S.Kom., M.Si.



Pembimbing 2:
Prof. Dr. Drs. Kusmardi, MS.



Diketahui oleh

Ketua Departemen Ilmu Komputer:
Dr. Sony Hartono Wijaya, S.Kom., M.Kom.
19810809 200812 1 002



Tanggal Ujian: 12 September 2024

Tanggal Lulus: 25 September 2024



PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Penulis sadar masih banyak kekurangan pada pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi ini. Skripsi ini tidak akan dapat diselesaikan tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayah dan ibu penulis, Bapak R. Ridwan dan Ibu Faradila Linda, serta kakak dan adik penulis, Rafika Ridwan Wulandari, Raden Fadly Kamal Nugraha, dan Febiana Fatimah Putri Ridwan atas seluruh doa dan dukungan kepada penulis.
2. Bapak Dr. Toto Haryanto, S.Kom., M.Si. dan Bapak Prof. Dr. Drs. Kusmardi, MS. selaku pembimbing serta Ibu Dr. Yeni Herdiyeni, S.Si., M.Kom. selaku penguji yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bantuan, masukan, arahan dan nasihat sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.
3. Teman-teman satu bimbingan yang telah bersedia berdiskusi dan bekerja sama selama masa penulis mengerjakan tugas akhir ini.
4. Teman-teman program S1 Ilmu Komputer angkatan 55 yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis selama menjalani masa kuliah di Institut Pertanian Bogor.
5. Teman dan sahabat penulis lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan semangat.
6. Seluruh dosen dan staf pegawai Departemen Ilmu Komputer Institut Pertanian Bogor yang telah membantu penulis selama menempuh studi.

Semoga apa yang tertulis dan dihasilkan melalui penelitian ini dapat memberikan manfaat yang baik di waktu mendatang.

Bogor, September 2024

Raden Rafly Ramadhan Fadilah

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	vii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Inti Sel	3
2.2 Kanker	3
2.3 Histopatologi	4
2.4 Deteksi Inti Sel	4
2.5 <i>Deep Learning</i>	5
2.6 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	5
2.7 <i>Transfer Learning</i>	5
2.8 <i>Arsitektur You Only Look Once (YOLO)</i>	6
III METODE	8
3.1 Data Penelitian	8
3.2 Tahapan Penelitian	8
3.3 Lingkungan Pengembangan	11
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Praproses Data	12
4.2 Pembagian Data	12
4.3 Pembuatan Model Prediksi	12
4.4 <i>Hyperparameter Tuning</i>	12
4.5 Evaluasi Model	13
4.6 Implementasi Model	15
4.7 Uji Coba Model	15
4.8 Analisis <i>Anchor Boxes</i>	Error! Bookmark not defined.
V SIMPULAN DAN SARAN	18
5.1 Simpulan	18
5.2 Saran	18
DAFTAR PUSTAKA	19
LAMPIRAN	19
RIWAYAT HIDUP	20

DAFTAR TABEL

1	Nilai <i>Hyperparameter</i>	10
2	Nilai <i>Hyperparameter</i> terbaik	12
3	Metrik <i>Intersection Over Union</i> (IoU)	13
4	Metrik Evaluasi Model Deteksi YOLOv4	15
5	Hasil uji coba model pada citra 85 dengan Threshold 0,2	16
6	Hasil uji coba model pada citra 12 dengan Threshold 0,3	16
7	Hasil uji coba model pada citra normal dengan Threshold 0,2, 0,3, dan 0,5	17

DAFTAR GAMBAR

1	Citra Kolorektal Normal	4
2	Citra Kolorektal Benign	4
3	Citra Kanker Kolorektal	4
4	Arsitektur CNN (Mutasa et al. 2021)	5
5	Konsep Model YOLO (Redmon et al. 2016)	6
6	Arsitektur YOLO (Redmon et al. 2016)	7
7	Tahapan Penelitian	8
8	Arsitektur YOLOv4 (Bochkovskiy et al. 2020)	9
9	Form IoU	10
10	Konsep <i>Anchor Boxes</i>	14
11	Ilustrasi mendapatkan True Positive	14
12	Ilustrasi mendapatkan False Negative	14
13	Hasil Implementasi Model	15

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.