KLASIFIKASI PENYAKIT MALARIA BERDASARKAN CITRA SEL DARAH MENGGUNAKAN RESNET34

KERJA PRAKTEK

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Akademik dalam

Menyelesaikan Pendidikan pada Program Studi

S1 Teknik Informatika Universitas Kristen Maranatha

Oleh

**Stefanus Hermawan**

**1772023**



**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INFORMATIKA**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI**

**UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA**

**BANDUNG**

**2020**

# DAFTAR ISI

[DAFTAR ISI 2](#_Toc40086685)

[BAB 1 PENDAHULUAN 5](#_Toc40086686)

[1.1 Latar Belakang 5](#_Toc40086687)

[1.2 Rumusan Masalah 6](#_Toc40086688)

[1.3 Tujuan Pembahasan 6](#_Toc40086689)

[1.4 Ruang Lingkup 6](#_Toc40086690)

[1.5 Sumber Data 6](#_Toc40086691)

[1.6 Sistematika Penyajian 7](#_Toc40086692)

[BAB 2 KAJIAN TEORI 8](#_Toc40086693)

[2.1 *Residual Neural Networks* 8](#_Toc40086694)

[*2.2* *Learning Rate Finder* 8](#_Toc40086695)

[*2.3* *FastAi* 9](#_Toc40086696)

[2.4 *Flask* 9](#_Toc40086697)

[2.5 Google Colaboratory 10](#_Toc40086698)

[2.6 Freelancer – Bootstrap Theme 10](#_Toc40086699)

[2.7 Dataset 11](#_Toc40086700)

[BAB 3 ANALISIS DAN RANCANGAN SISTEM 12](#_Toc40086701)

[*3.1* *Data Preprocessing* 12](#_Toc40086702)

[3.2 Pelatihan Model 12](#_Toc40086703)

[3.3 Cara Kerja Sistem 13](#_Toc40086704)

[3.4 Rancangan Tampilan Website 14](#_Toc40086705)

[3.4.1 Rancangan Tampilan Utama 14](#_Toc40086706)

[3.4.2 Rancangan Tampilan *Prediction Result* 15](#_Toc40086708)

[BAB 4 IMPLEMENTASI 17](#_Toc40086709)

[4.1 Implementasi Pelatihan Model 17](#_Toc40086710)

[4.2 Implementasi Website 17](#_Toc40086711)

[4.2.1 Struktur Folder Website 17](#_Toc40086713)

[4.2.2 Implementasi Tampilan Website 18](#_Toc40086714)

[BAB 5 PENGUJIAN 21](#_Toc40086716)

[5.1 Sub Topik Bab 5 21](#_Toc40086717)

[5.2 Pengujian *Black Box* 21](#_Toc40086718)

[5.3 Pengujian *White* *Box* 21](#_Toc40086719)

[5.4 *User* *Acceptance* *Test* 21](#_Toc40086720)

[5.5 *Benchmarking* 21](#_Toc40086721)

[BAB 6 SIMPULAN DAN SARAN 22](#_Toc40086722)

[6.1 Simpulan 22](#_Toc40086723)

[6.2 Saran 22](#_Toc40086724)

[DAFTAR PUSTAKA 23](#_Toc40086725)

# PENDAHULUAN

## Latar Belakang

Menurut data World Health Organization pada tahun 2017, terdapat 219 juta kasus penyakit malaria yang tersebar di 90 negara, diperkirakan penderita malaria yang meninggal sebanyak 435.000 kasus dan kasus terbanyak berada di wilayah Afrika yang tersebar sebanyak 92% kasus malaria dunia dan 93% kasus penderita yang meninggal [1].

Sedangkan di Indonesia, menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia pada tahun 2017, terdapat 42% wilayah Indonesia yang belum terbebas dari penyakit malaria, dan jumlah kasus malaria tercatat sebanyak 261.617 kasus malaria secara nasional dengan kasus wilayah Papua, Papua Barat, dan NTT dengan total 10,7 juta penduduk [2].

Parasit malaria dapat diidentifikasi dengan cara memeriksa darah pasien dengan menggunakan mikroskop. Sebelum pemeriksaan spesimen, sel darah akan terlebih dahulu diwarnai agar parasit pada sel darah dapat dibedakan.

Citra sel darah merah diperoleh melalui penangkapan citra menggunakan kamera ponsel cerdas berbasis Android yang dilengkapi dengan optik mikroskop medan terang (*bright-field microscopy*) [3].

Maka dari itu dalam kerja praktek ini akan dibahas bagaimana cara mendeteksi penyakit malaria menggunakan Convolutional Neural Networks dari citra digital sel darah serta mengembangkan *website* sebagai tampilan antarmuka untuk mempermudah penggunaan bagi pengguna.

## Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, rumusan masalah yang dapat dirumuskan adalah:

1. Bagaimana cara model *Convolutional Neural Networks* untuk mendeteksi malaria?
2. Bagaimana cara mengembangkan *website* sebagai tampilan antarmuka pengguna untuk model *Convolutional Neural Networks*?
3. Bagaimana cara mengukur kinerja model dalam mendeteksi malaria?

## Tujuan Pembahasan

Adapun tujuan pembahasan dari Kerja Praktek ini adalah :

1. Menggunakan ResNet34 untuk membangun model Convolutional Neural Networks untuk mendeteksi malaria
2. Mengembangkan website sebagai tampilan antarmuka pengguna untuk model ResNet34
3. Melaksanakan penilaian kinerja terhadap model dengan sekumpulan data citra sel darah

## Ruang Lingkup

Ruang lingkup yang akan dibahas dalam laporan Kerja Praktek ini adalah :

1. Menggunakan model ResNet34 yang disediakan FastAi untuk melatih model
2. Mengembangkan website sebagai antarmuka untuk pengguna
3. Data untuk melatih dan mengukur kinerja model adalah citra sel darah yang diambil dari website U.S National Library of Medicine.

## Sumber Data

Dataset yang digunakan untuk melatih dan mengukur kinerja model adalah sekumpulan citra yang telah dikumpulkan dan telah diberi label oleh U.S National Library of Medicine [4].

Model yang digunakan adalah model ResNet34 [5] yang terdapat dalam FastAi library [6].

## Sistematika Penyajian

Sistematika penyajian laporan kerja praktek ini diuraikan sebagai berikut. Bab pertama diisi dengan pendahuluan yang mencakup latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan pembahasan, ruang lingkup, sumber data, serta sistematika penyajian, bab kedua diisi kajian teori, bab ketiga diisi dengan analisis dan perancangan sistem model yang digunakan, bab keempat diisi dengan implementasi model yang telah dilatih, bab kelima diisi dengan pengujian model, dan pada bab keenam diisi dengan kesimpulan dan saran.

# KAJIAN TEORI

## *Residual Neural Networks*

C*onvolutional Neural Networks (CNN)* merupakan model yang cocok diterapkan dalam kasus klasifikasi, tetapi arsitektur CNN dengan lapisan (*layers)* yang semakin dalam menyebabkan penurunan kinerja yang cukup signifikan karena akan menyebabkan hilang atau membesarnya nilai *gradient* (*vanishing gradient*) [5].

Untuk mengatasi penurunan kinerja ini, Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren, dan Jian Sun pada tahun 2015 menemukan solusi untuk mengatasi penurunan kinerja model CNN dengan menerapkan *skip connection/shortcut* yang kemudian dipublikasikan dengan nama *Residual Neural Networks (ResNet)* [5].

ResNet menjadi pemenang dalam ImageNet Challenge 2015 karena mampu melatih jaringan syaraf sebanyak 152 lapisan dengan baik serta lebih mudah untuk dioptimalkan, dan memperoleh akurasi yang meningkat secara signifikan.

Dalam kerja praktek ini akan menggunakan *pre-trained model Residual Neural Networks 34* atau yang juga disebut ResNet34 yang disediakan oleh *library* FastAi.

## *Learning Rate Finder*

*Learning Rate* merupakan salah satu *hyperparameter* yang penting dan perlu ditentukan sebelum dilakukan proses *training* pada model karena hal ini akan mempengaruhi performa model secara signifikan ketika dilakukan proses *training. Learning rate* yang optimal akan menurunkan tingkat *loss function* sehingga *training* dapat mencapai tingkat akurasi yang optimal.

*Learning rate* yang diatur dengan angka yang sangat kecil, akan memperlambat proses *training* karena memakan waktu yang lama serta sumber daya komputasi yang besar, sedangkan jika diatur dengan angka yang terlalu besar akan menyebabkan tingkat akurasi yang rendah.

  
Gambar 1.1 Learning Rate [7]

Dalam kerja praktek ini akan menggunakan *Cyclical Learning Rates (CLR)* yang dikembangkan oleh Leslie Smith [8] yang dalam implementasi akan menggunakan fungsi yang telah tersedia dalam *library* FastAI. Dalam metode ini, *learning rate* tidak akan ditetapkan secara eksak tetapi akan diperbaharui secara berkala dengan variasi nilai yang telah ditentukan batasan berupa nilai minimum dan maksimumnya.

## *FastAi*

FastAi adalah *library deep learning* yang tersedia secara *open source* dan dapat diinstallsecara langsung dengan menggunakan *Package Manager* bahasa pemrograman Python [6]. FastAi dapat digunakan secara langsung untuk melatih model *deep learning* yang telah disediakan (*pre-trained)* serta memiliki dokumentasi yang mudah untuk dipahami.

Dalam kerja praktek ini, FastAi digunakan sebagai library utama untuk mengakses dan melatih pre-trained model ResNet34 untuk klasifikasi penyakit malaria.

## *Flask*

Flask merupakan *micro web* *framework* yang ditulis menggunakan bahasa pemrograman Python. Flask disebut *Micro Framework* karena Flask hanya menyediakan fungsi dasar dalam pengembangan web sehingga aplikasi web lebih mudah dikembangkan secara sederhana tetapi fungsionalitas lain juga dapat dikembangkan dan fungsionalitas tersebut dapat ditambahkan sebagai *extension* sesuai dengan kebutuhan [9].

Flask yang digunakan dalam kerja praktek ini untuk mengembangkan antarmuka pengguna website dan secara bersamaan dengan bahasa pemrograman HTML dan CSS akan dikoneksikan dengan model ResNet34 yang telah dilatih untuk mendeteksi malaria dari citra digital yang diunggah oleh pengguna.Flask merupakan *micro web* *framework* yang ditulis menggunakan bahasa pemrograman Python. Flask disebut *Micro Framework* karena Flask hanya menyediakan fungsi dasar dalam pengembangan web sehingga aplikasi web lebih mudah dikembangkan secara sederhana tetapi fungsionalitas lain juga dapat dikembangkan dan fungsionalitas tersebut dapat ditambahkan sebagai *extension* sesuai dengan kebutuhan [9].

Flask yang digunakan dalam kerja praktek ini untuk mengembangkan antarmuka pengguna website dan secara bersamaan dengan bahasa pemrograman HTML dan CSS akan dikoneksikan dengan model ResNet34 yang telah dilatih untuk mendeteksi malaria dari citra digital yang diunggah oleh pengguna.

## Google Colaboratory

Google Colaboratory merupakan produk dari Google Research yang memberikan akses kepada pengguna untuk menulis dan menjalankan kode berbasis bahasa pemrograman Python melalui *browser* yang cocok untuk menjalankan kode program seperti machine learning, analisis data serta kebutuhan untuk edukasi [10].

Secara teknis Google Colaboratory memberikan layanan aplikasi Jupyter Notebook bagi pengguna dan memberikan akses gratis ke sumber daya komputasi berupa GPU Nvidia K80s dan TPU yang memiliki batasan *timeout* 12 jam.

Dalam kerja praktek ini, Google Colaboratory digunakan untuk menjalankan kode program untuk melatih dan melakukan analisis terhadap model ResNet34 dan dataset sel darah merah.

## Freelancer – Bootstrap Theme

Freelancer adalah template HTML CSS dengan desain *One Page Website* yang memiliki fitur seperti bagian profil, bagian portofolio berbentuk *grid* yang responsive, *window modal* untuk menampilkan detail setiap item portfolio dan formulir kontak berbasis PHP [11].

Template Freelancer dikembangkan oleh David Miller selaku pemilik Blackrock Digital LLC menggunakan *framework* Bootstrap yang kemudian dirilis dibawah lisensi MIT secara *open source*.

Dalam kerja praktek ini, template Freelancer akan digunakan sebagai struktur tampilan utama *website* dan dilakukan penyesuaian sesuai dengan kebutuhan tampilan *website*.

## Dataset

Dataset yang digunakan dalam kerja praktek ini diambil dari website US National Library of Medicine. Citra digital sel darah diambil menggunakan mikroskop optik medan cahaya yang terpasang di perangkat Android dan diberikan label oleh peneliti Lister Hill National Center for Biomedical Communications (LHNCBC) yang merupakan bagian dari US National Library of Medicine (NLM).

Dataset citra sel darah merah yang telah dikumpulkan sebanyak 27.558 citra digital yang telah dibagi menjadi 2 label yaitu parasitized dan uninfected dengan jumlah citra sel darah merah yang berimbang.

Publikasi dataset yang dipakai dalam kerja praktek ini [12], He et al (2016) membandingkan beberapa pre-trained model Convolutional Neural Networks (CNN) seperti AlexNet, VGG-16, ResNet-50, Xception, DenseNet-121 serta model CNN yang dikustomisasi dengan tiga layer konvolusional (convolutional layers) dan dua layer yang terhubung penuh (fully connected layers). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pre-trained model ResNet-50 memiliki tingkat akurasi paling tinggi.

# ANALISIS DAN RANCANGAN SISTEM

## *Data Preprocessing*

*Data Preprocessing* dataset citra sel darah merah dilakukan dengan membagi dataset citra sel darah merah menjadi 3 bagian yaitu 80% dataset digunakan dalam *training set,* 10% untuk *test set* dan 10% untuk *validation set* yang dipisahkan menjadi 3 *folder* secara acak dan berimbang menggunakan pustaka *split\_folders* [13]dengan ukuran *batch* sebesar 64.

Ukuran setiap citra pada dataset diubah menjadi 224 x 224 piksel, ditransformasikan dengan melakukan augmentasi data berupa citra sel darah yang diputar secara vertikal dan horizontal serta dilakukan normalisasi dataset berdasarkan statistika tiga channel RGB dari dataset ImageNet.

Semua proses *preprocessing* dilakukan menggunakan *library* FastAi yaitu fungsi *ImageDataBunch* [14] dan citra sel darah merah yang telah dikumpulkan oleh U.S National Library of Medicine [4] telah diberikan label berupa citra sel darah yang telah dipisahkan dalam 2 *folder* yaitu *parasitized* dan *uninfected*.

## Pelatihan Model

Setelah proses *data preprocessing* selesai dilakukan, kemudian dilanjutkan dengan menyiapkan model dengan cara memanggil fungsi *cnn\_learner* pada *library fastai* dan memasukkan parameter berupa data hasil *preprocessing*, arsitektur *pretrained* model ResNet34, dan metrik akurasi.

Sebelum dilakukan pelatihan pada model, dilakukan terlebih dahulu pencarian *learning rate* yang optimal dengan menggunakan fungsi *lr\_find*. Setelah *plot* berupa grafik hasil pencarian *learning rate* ditampilkan, pemilihan *learning rate* didasarkan dengan memilih *learning rate* yang mempunyai garis grafik sebelum tingkat *loss* naik dengan tajam.

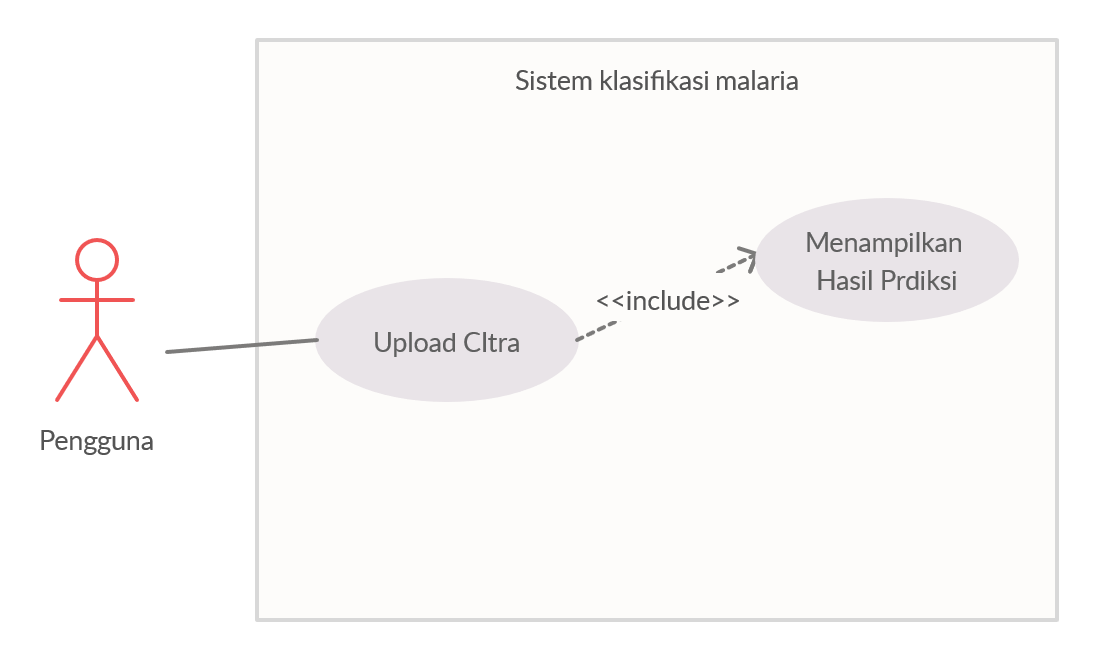
Proses pelatihan model dilakukan dengan menggunakan fungsi *fit\_one\_cycle* dengan parameter besaran *epoch* dan *learning rate* yang sebelumnya sudah ditentukan berdasarkan hasil pencarian.

## Cara Kerja Sistem

Sistem yang akan dikembangkan merupakan aplikasi web dengan menggunakan *framework* Flask dan FastAi sebagai *backend* aplikasi. Citra sel darah merah yang diunggah oleh pengguna akan disimpan ke dalam *folder* lalu akan langsung diproses oleh fungsi prediksi menggunakan fungsi pada *library* FastAi yang kemudian akan mengembalikan nilai hasil prediksi citra sel darah merah ke tampilan *website*.

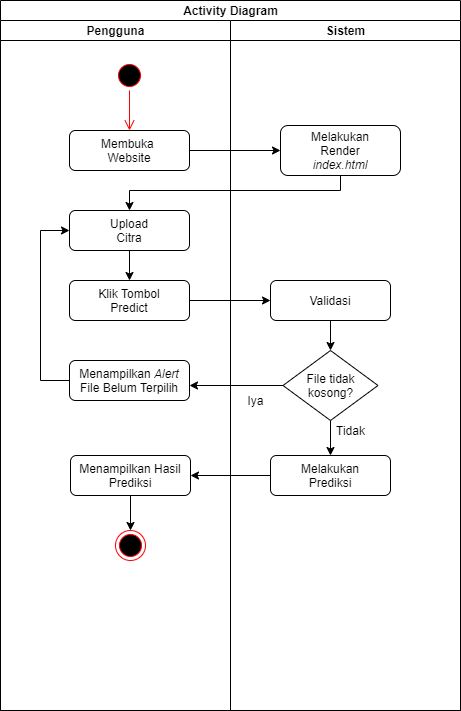
Kode sumber sistem akan dimasukkan ke dalam sebuah *file* yaitu *app.py. file app.py* akan bertugas untuk mengatur navigasi halaman *website* serta bertugas untuk memanggil fungsi untuk melakukan pengunggahan, menyimpanan, dan memprediksi *file* citra sel darah merah.

Gambar 3.1 menampilkan *use case diagram* dimana pengguna dapat mengunggah citra sel darah merah pada *website* yang kemudian disimpan ke dalam *folder* pada *server* dan kemudian akan menampilkan hasil prediksi dari citra sel darah merah yang diunggah.



Gambar 3.1 Use Case Diagram sistem

Gambar 3.2 menunjukkan *activity diagram* pada aplikasi *website* yang jika dijalankan, *app.py* akan melakukan *render* halaman *index.html* sebagai halaman utama *website*. Ketika pengguna melakukan pengunggahan *file*, maka sistem akan melakukan validasi berupa pemeriksaan apakah *file* yang diunggah sudah dipilih atau tidak. Jika pengguna belum memilih *file* untuk diunggah, maka sistem akan menampilkan peringan berupa meminta pengguna untuk memilih *file* yang akan diunggah. Kemudian sistem akan melakukan prediksi pada *file* citra yang telah diunggah dan menampilkan hasil prediksi pada halaman *index.html* berupa *popup window* yang menampilkan citra yang diprediksi, skor hasil prediksi, serta klasifikasi hasil prediksi.



Gambar 3.2 *Activity Diagram* Sistem

## Rancangan Tampilan Website

Rancangan tampilan antarmuka pengguna website dibuat sederhana dan menarik untuk mempermudah dalam pengunaan website ini.

## Rancangan Tampilan Utama

Pada Gambar 3.3 menunjukkan rancangan tampilan halaman utama *website* yang terdiri dari bagian untuk fitur utama yaitu klasifikasi citra digital malaria dan bagian *about.*

Pada bagian klasifikasi citra digital malaria, pengguna dapat melakukan pengunggahan citra digital sel darah merah kemudian dengan menekan tombol *predict* yang akan memunculkan tampilan *modal window* berupa hasil prediksi yang dilakukan.

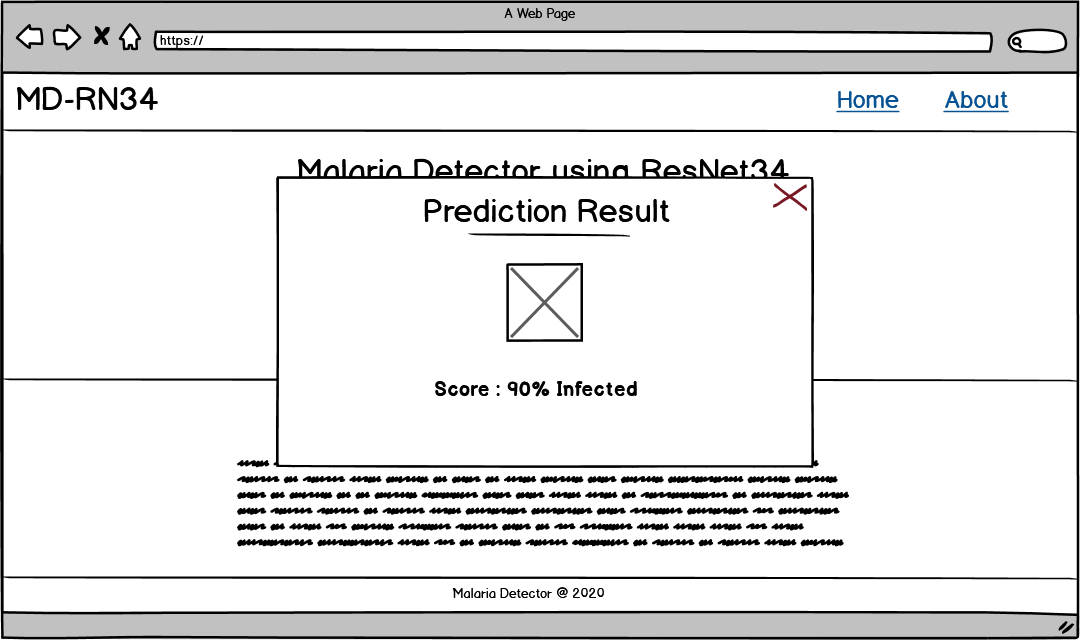
Pada bagian *about*, pengguna dapat membaca detail tentang tujuan dari *website* dibuat, penjelasan tentang penyakit malaria, detail tentang algoritma *ResNet34* serta hasil pelatihan model yang digunakan dalam *website*.

## 

Gambar 3.3 Rancangan Tampilan Utama

## Rancangan Tampilan *Prediction Result*

Gambar 3.4 menunjukkan hasil dari prediksi model *ResNet34* yang ditampilkan berupa *pop-up window* yang berisi citra digital sel darah yang telah diunggah dan skor hasil prediksi. Jika hasil prediksi menunjukkan kemungkinan terinfeksi lebih besar dari 50% maka *website* akan menampilkan hasil prediksi berupa teks “*XX% infected”* dan jika hasil prediksi menunjukkan kemungkinan tidak terinfeksi lebih besar dari 50% maka website akan menampilkan hasil prediksi berupa teks “*XX% uninfected*”.



Gambar 3.4 Tampilan Result

# IMPLEMENTASI

## Implementasi Pelatihan Model

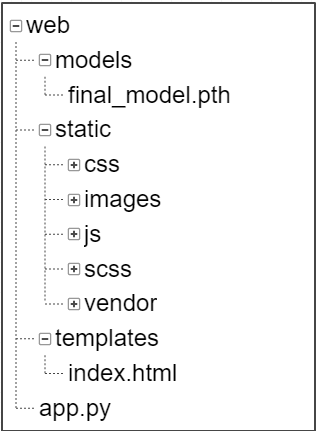
Penjelasan ....

## Implementasi Website

## Implementasi website yang dilakukan mulai dari mengimplementasikan tampilan website yang sudah dirancang pada Bab 3 serta dilakukan implementasi rancangan sistem berupa kode sumber *backend* yang bertugas untuk menjalankan fungsi – fungsi untuk memprediksi dan mengembalikan nilai hasil prediksi.

## 

## Struktur Folder Website



Gambar 4.1 Diagram Struktur *Website*

Pada struktur *folder* *website* ini terdapat isian dari *folder* dan *file* sebagai berikut :

1. *Folder Models*

*Folder Models* berfungsi untuk menampung *file* model berekstensi *.pth* hasil pelatihan yang akan digunakan untuk memprediksi citra sel darah merah pada *website*.

1. *Folder Static*

*Folder Static* berfungsi untuk menampung *file* pendukung seperti *file* CSS, Javascript, serta terdapat folder *images* yang berfungsi untuk menampung citra sel darah merah yang diunggah oleh pengguna.

1. *Folder Templates*

*Folder Templates* berfungsi sebagai *folder* penampung dari *file* *index.html* yang berfungsi sebagai tampilan utama pada *website*.

1. *File app.py*

*File app.py* merupakan *file* yang berisi kode sumber untuk menjalankan fungsi utama pada *website* seperti fungsi yang bertugas untuk mengunggah, memprediksi serta nengembalikan nilai hasil prediksi citra sel darah merah.

## Implementasi Tampilan Website

## Pada gambar 4.2 menampilkan halaman utama *website* yang berupa *navigation* *bar* yang berisi judul *website*, dua pilihan menu berupa menu *home* dan menu *about*. Menu *home* merupakan *section* untuk melakukan pengunggahan serta melakukan prediksi terhadap citra yang telah diunggah.

A screenshot of a cell phone

Description automatically generated

Gambar 4.2 Tampilan *Home Section*

Pada gambar 4.3 menampilkan *section home* yang disertai dengan tampilan peringatan terhadap pengguna agar memilih *file* citra sebelum melakukan pengunggahan dan prediksi.

A screenshot of a cell phone

Description automatically generated

Gambar 4.3 Tampilan *Alert*

Pada gambar 4.4 menampilkan *popup window* berupa hasil prediksi yang terdapat citra yang diunggah, skor hasil prediksi serta klasifikasi hasil prediksi yang telah dilakukan oleh sistem.

A screenshot of a cell phone

Description automatically generated

Gambar 4.4 Tampilan Hasil Prediksi

Pada gambar 4.5 menampilkan menu *about* yang menampilkan detail berupa penjelasan singkat tentang penyakit malaria, tujuan pembuatan *website*, dan model yang digunakan dalam melakukan prediksi pada citra sel darah merah.

A screenshot of a cell phone

Description automatically generated

Gambar 4.5 Tampilan *Section About*

# PENGUJIAN

## Sub Topik Bab 5

(Style: Report Content). Bab 5 ini berisi pembahasan dan uji coba hasil penelitian yang Anda lakukan. Berupa hasil pengujian aplikasi, jika kerja praktek/ tugas akhir Anda merupakan pengembangan aplikasi. Bisa berupa hanya pembahasan saja jika merupakan audit atau perancangan sistem informasi atau bagian ini bisa dihilangkan apabila sudah dibahas di bab sebelumnya. Sesuaikan sub-bab yang dibutuhkan, dan gunakan sub-heading sesuai dengan yang dibutuhkan.

## Pengujian *Black Box*

## Pengujian *White* *Box*

## *User* *Acceptance* *Test*

## *Benchmarking*

# SIMPULAN DAN SARAN

## Simpulan

Simpulan berisi kesimpulan berdasarkan tujuan penelitian Anda. Jelaskan dalam paragraf pengantar, kemudian langsung berikan dalam butiran-butiran yang menjawab tujuan. Jumlah simpulan diharapkan sama dengan jumlah tujuan penelitian.

## Saran

Saran dapat secara garis besar berisi dua hal yaitu saran untuk pengembangan aplikasi di masa yang akan datang atau saran untuk pelaksanaan penelitian dengan lebih baik di masa yang akan datang.

Melakukan hosting website , melakukan training dengan epoch yg lebih banyak, dan menggunakan arsitektur ResNet dengan layer yang lebih besar atau arsitektur Deep Learning yang lebih baik

# DAFTAR PUSTAKA

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | WHO, “Malaria,” [Online]. Available: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/malaria. [Diakses 10 Desember 2019]. |
| [2] | Biro Komunikasi dan Pelayanan Masyarakat, Kementerian Kesehatan RI, “Hari Malaria Sedunia, Pemerintah Perluas Wilayah Bebas Malaria,” 28 April 2018. [Online]. Available: http://www.depkes.go.id/pdf.php?id=18043000010. [Diakses 10 Desember 2019]. |
| [3] | Breslauer, David N et al. “Mobile phone based clinical microscopy for global health applications.” *PloS one* vol. 4,7 e6320. 22 Jul. 2009, doi:10.1371/journal.pone.0006320 |
| [4] | National Library of Medicine, “Malaria Datasets” [Online]. Available: https://lhncbc.nlm.nih.gov/publication/pub9932. [Diakses 10 Desember 2019]. |
| [5] | He, Kaiming & Zhang, Xiangyu & Ren, Shaoqing & Sun, Jian. (2016). Deep Residual Learning for Image Recognition. 770-778. 10.1109/CVPR.2016.90. |
| [6] | Howard, Jeremy, and Sylvain Gugger. “Fastai: A Layered API for Deep Learning.” Information 11.2 (2020): 108. Crossref. Web. |
| [7] | Jeremy Jordan, “Setting the learning rate of your neural network. ,” [Online]. Available: https://www.jeremyjordan.me/nn-learning-rate/. [Diakses 25 Maret 2020]. |
| [8] | L. N. Smith, "Cyclical Learning Rates for Training Neural Networks," 2017 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV), Santa Rosa, CA, 2017, pp. 464-472. |
| [9] | Irsyad, Rahadian. (2018). Penggunaan Python Web Framework Flask Untuk Pemula. 10.31219/osf.io/t7u5r. |
| [10] | https://research.google.com/colaboratory/faq.html |
| [11] | https://github.com/BlackrockDigital/startbootstrap-freelancer |
| [12] | Rajaraman S, Antani SK, Poostchi M, Silamut K, Hossain MA, Maude RJ, Jaeger S, Thoma GR. 2018. “Pre-trained convolutional neural networks as feature extractors toward improved malaria parasite detection in thin blood smear images”. PeerJ 6:e4568 |
| [13] | https://pypi.org/project/split-folders/ |
| [14] | fastai, “vision.data | fastai,” [Online]. Available: https://docs.fast.ai/vision.data.html#ImageDataBunch. [Diakses 01 April 2020]. |
| [] |  |
| [] |  |
|  |  |
|  |  |