

**SISTEM PENCARIAN AKSARA SUNDA KUNO PADA NASKAH
LONTAR DENGAN MENGGUNAKAN FASTER REGION
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (FASTER R-CNN)**

SKRIPSI

Diajukan untuk Menempuh Ujian Sarjana
pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Padjadjaran

SHOFIYYAH NADHIROH

NPM 140810160057



**UNIVERSITAS PADJADJARAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JATINANGOR
2020**

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi dan mengenali aksara Sunda kuno yang terdapat pada sebuah citra naskah lontar menggunakan metode *Faster Region Convolutional Neural Network* (Faster R-CNN). **Dataset** yang digunakan merupakan data naskah lontar dalam bentuk gambar yang disediakan oleh tim AMADI beserta informasi mengenai nama *class* dan titik koordinatnya.

Faster R-CNN merupakan salah satu metode pendeteksian objek berbasis proposal wilayah. Secara umum Faster R-CNN terdiri dari dua modul utama. Modul pertama ialah *Regional Proposal Networks* yang menghasilkan *region proposals*. Sedangkan modul kedua ialah **Fast R-CNN** yang berfungsi sebagai detektor. Metode ini menggunakan VGG-16 sebagai *Convolutional Layers*.

Terdapat dua jenis eksperimen yang dilakukan pada penelitian ini berdasarkan rasio *anchors* yang digunakan. Penelitian ini menggunakan *mean Average Precision* (mAP) sebagai metrik untuk menghitung nilai akurasi. Model yang menggunakan tiga jenis rasio *anchors* yang berbeda memiliki nilai akurasi yang lebih tinggi daripada yang lainnya, yaitu sebesar 0,77.

Kata Kunci: *Anchors*, Faster R-CNN, mAP, Naskah Lontar, VGG-16

ABSTRACT

This study aims to detect and recognize ancient Sundanese characters in lontar manuscripts image using Faster Region Convolutional Neural Network (Faster R-CNN) method. The dataset used is lontar manuscript images provided by AMADI team along with information about the class name and the coordinate points.

Faster R-CNN is an object detection method based on regional proposals. In general, Faster R-CNN consists of two main modules. The first module is Regional Proposal Networks that produces region proposals. While the second module is Fast R-CNN as a detector. This method uses VGG-16 as a Convolutional Layers.

There are two types of experiments conducted in this study based on the anchors ratios used. This study uses mean Average Precission (mAP) as a metric to calculate the accuracy value. A model that uses three different types of anchors ratios has a higher accuracy value than the others, which is 0.77.

Keywords: *Anchors, Faster R-CNN, Lontar Manuscript, mAP, VGG-16*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim, Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang.

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT atas segala berkat rahmat serta kasih sayang-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir yang berjudul “Sistem Pencarian Aksara Sunda Kuno pada Naskah Lontar dengan Menggunakan **Faster Region Convolutional Neural Network** (Faster R-CNN)”.

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menempuh sarjana pada Program Studi S-1 Teknik Informatika Departemen Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada **Bapak Dr. Setiawan Hadi, M.Sc. CS., selaku** pembimbing utama dan **Ibu Mira Suryani, S.Pd., M.Kom., selaku** pembimbing pendamping yang telah memberikan arahan dan bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini.

Tak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. **Prof. Dr. H. Sudradjat, MS., selaku** Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran.
2. **Dr. Setiawan Hadi, M.Sc. CS., selaku** Kepala Departemen Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran.^[L]_{SEP}
3. **Dr. Juli Rejito, M.Kom., selaku** Ketua Program Studi S-1 Teknik Informatika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran.^[L]_{SEP}

4. Seluruh staff pengajar dan tata usaha Departemen Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang sudah membantu proses pembelajaran selama di perkuliahan.
5. Kedua orang tua penulis, Ayahanda Ferry Zulfikar, S.T, M.T. dan ibunda Dewi Mutia, S.T, M.T. atas seluruh dukungan, doa, motivasi, yang menjadi sumber semangat kepada penulis.
6. Mentor saya pada Evolve Machine Learners, Wira Dharma Kencana Putra, yang telah memberikan saya banyak ilmu dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Teman-teman seperjuangan, mahasiswa S-1 Teknik Informatika FMIPA Unpad angkatan 2016, yang telah membuat kehidupan perkuliahan menjadi lebih berwarna.
8. Sahabat – sahabat saya khususnya, Intan Pratiwi, Dzakia Rayhana, Ibnu Ahsani, Tasya Amanda Adinegara, Fauzi Faruq Nabbani, dan Fajar Adiansyah Rahiq yang selalu mendukung dan memotivasi saya.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, yang telah banyak memberikan motivasi dan bantuan kepada penulis.

Akhir kata, penulis berharap semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan khususnya ilmu komputer di Indonesia .

Jatinangor, Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II	7
2.1 Aksara Sunda	7
2.1.1 Aksara Swara	7

2.1.2 Aksara Ngalagena	8
2.1.3 Aksara Khusus	9
2.1.4 Tanda Vokalisasi	10
2.1.5 Aksara Pasangan	11
2.1.6 Angka	12
2.2 <i>Image Classification</i>	13
2.3 VGG-16.....	14
2.4 <i>Object Detection</i>	15
2.5 R-CNN	16
2.6 Fast R-CNN.....	18
2.7 Faster R-CNN	19
2.7.1 <i>Region Proposal Networks</i>	20
2.7.2 <i>Anchors</i>	21
2.7.3 <i>Intersection over Union</i>	22
2.7.4 <i>Mean Average Precision</i>	22
2.8 Keras	23
2.9 Flask	24
BAB III	25
3.1 Penyiapan Data.....	25
3.2 Pembangunan Model.....	27

3.2.1 <i>Region Proposal Networks</i>	28
3.2.2 Fast R-CNN.....	32
3.2.3 <i>Sharing Features</i> untuk RPN dan Fast R-CNN	32
3.3 Pengujian Model	33
3.4 Analisis Kebutuhan	34
3.4.1 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras.....	34
3.4.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak.....	35
BAB IV	36
4.1 Hasil Penyiapan Data	36
4.2 Implementasi dan Hasil Pembangunan Model.....	37
4.2.1 <i>Region Proposal Networks</i>	41
4.2.2 Fast R-CNN.....	48
4.3 Implementasi dan Hasil Pengujian Model	57
4.4 Implementasi Aplikasi	62
4.4.1 Halaman Utama.....	62
4.4.2 Halaman Hasil.....	64
BAB V.....	70
5.1 Kesimpulan	70
5.2 Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA	73

LAMPIRAN.....	76
RIWAYAT HIDUP.....	97

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tanda Vokalisasi.....	10
Tabel 2.2 Pasangan Umum	11
Tabel 2.3 Pasangan Khusus	12
Tabel 3.1 Tabel <i>anchors</i>	30
Tabel 4.1 Aksara yang Diuji	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Aksara Swara (Baidillah et al., 2008)	8
Gambar 2.2 Aksara Ngalagena (Baidillah et al., 2008)	9
Gambar 2.3 Aksara Khusus (Baidillah et al., 2008)	9
Gambar 2.4 Angka (Baidillah et al., 2008)	13
Gambar 2.5 VGG-16 (https://towardsdatascience.com/)	15
Gambar 2.6 <i>Object Detection</i> (https://www.geeksforgeeks.org/)	16
Gambar 2.7 <i>Sliding Windows</i> (https://mc.ai/)	17
Gambar 2.8 R-CNN (Girshick et al., 2014)	17
Gambar 2.9 Cara Kerja Fast R-CNN dalam Mendeteksi Objek (Girshick, 2015)	19
Gambar 2.10 Faster R-CNN (Ren et al., 2017)	20
Gambar 2.11 <i>Anchors</i>	21
Gambar 2.12 <i>Intersection over Union (IoU)</i>	22
Gambar 3.1 Lontar Asli	25
Gambar 3.2 Lontar yang Sudah Ditulis Ulang	25
Gambar 3.3 Tahapan Pengolahan Data Anotasi	27
Gambar 3.4 Tahapan Pembangunan Model	28
Gambar 3.5 Tahapan <i>Training Region Proposal Networks</i>	28
Gambar 3.6 Contoh Gambar dengan Titik-Titik <i>Anchors</i>	29
Gambar 4.1 Hasil Binerisasi Data Gambar	36
Gambar 4.2 Persebaran Data	37
Gambar 4.3 Nilai Loss dari <i>Region Proposal Networks</i>	52

Gambar 4.4 Nilai <i>Loss</i> dari <i>Classifier</i>	53
Gambar 4.5 Nilai <i>Loss</i> Total	55
Gambar 4.6 Perbandingan Total <i>Loss</i>	55
Gambar 4.7 <i>Output</i> dari Pengujian Model	59
Gambar 4.8 Perbandingan Nilai mAP.....	62
Gambar 4.9 Tampilan Halaman Utama	63
Gambar 4.10 Tampilan Halaman Hasil.....	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Potongan Kode untuk <i>training Region Proposal Networks</i>	76
Lampiran 2 Potongan Kode untuk <i>Non-Maximum Suppression</i>	80
Lampiran 3 Nilai Loss untuk Masing-Masing Epoch.....	85
Lampiran 4 Potongan Kode untuk Pengujian Model.....	91
Lampiran 5 Potongan Kode untuk Menghitung <i>mean Average Precission</i>	94

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

1.1 Latar Belakang

Banyak naskah kuno yang menggunakan daun lontar sebagai media tulis. Naskah lontar mengandung banyak sekali ilmu pengetahuan seperti mantra, agama, astronomi, pengobatan tradisional, kidung, kisah, dan juga sejarah. Sayangnya, tulisan yang ditulis pada media daun lontar tidak begitu awet dibandingkan dengan prasasti yang ditulis pada batu ataupun lempengan kuningan. Oleh karena itu, penting bagi generasi saat ini untuk melestarikan naskah lontar yang masih tersisa karena lontar merupakan salah satu aset besar bangsa Indonesia yang wajib dijaga kelestariannya.

Salah satu cara agar kelestarian naskah lontar tetap terjaga adalah dengan mendigitalisasi naskah lontar itu sendiri. Tidak hanya didigitalisasi, naskah yang telah didigitalisasi harus dilengkapi dan dikembangkan dengan alat yang dapat menganalisis, mengindeks, dan mengakses isi naskah secara lebih cepat dan efisien. Tujuan utamanya adalah agar naskah lebih mudah diakses, dibaca, dan dimengerti oleh semua orang. Terlebih lagi, tidak banyak orang yang dapat membaca dan menafsirkan langsung isi dari naskah tersebut dikarenakan naskah biasanya ditulis

dengan aksara kuno. Akibatnya, informasi dan ilmu pengetahuan di dalamnya tidak dapat tersampaikan dengan baik.

Untuk bisa memahaminya maka diperlukan pengetahuan mengenai aksara tersebut, dalam kasus ini, aksara Sunda kuno. Adapun kemampuan ini dapat dipelajari oleh komputer melalui *deep learning* sehingga dapat mengotomatisasi pengenalan aksara Sunda. Sebelumnya terdapat penelitian mengenai pengenalan aksara Sunda dengan menggunakan *Convolutional Neural Network* (Damayanti, Hadi, Paulus , 2015), dalam penelitian tersebut dibangun dua buah model CNN dengan tujuh buah *optimizer* dan dievaluasi dengan metode *k-fold cross validation*. Penelitian tersebut mendapatkan hasil dengan akurasi sebesar 79.45%. Dari 18 kelas karakter, model mampu mengenali 17 karakter dengan benar.

Penelitian terus berkembang, penelitian selanjutnya berhasil melakukan *word spotting* dengan menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur *Pyramidal Histogram of Characters Network* (Romadhon, 2019). Arsitektur *PHOCNet* dinilai paling unggul karena kemampuannya yang dapat menerima *input* gambar dengan ukuran yang berbeda-beda. Dari hasil penelitian tersebut, didapatkan akurasi sebesar 85.88%.

Dari hasil penelitian terakhir, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini hanya terbatas sampai proses klasifikasi, yaitu mengenali sebuah silabis di dalam lontar yang sudah dipotong-potong. Oleh karena itu, untuk menjawab permasalahan di atas dan guna menemukan metode yang lebih baik, akan dilakukan penelitian

menggunakan arsitektur **CNN** untuk pencarian atau pendeteksian silabis. Dalam kasus ini, naskah lontar tidak perlu dipotong-potong lagi untuk bisa dikenali.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dipaparkan di atas, terdapat beberapa pokok permasalahan yang ingin dikaji pada penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana menentukan *pre-processing* yang tepat agar data dapat diterima dan siap diolah oleh model?
2. Bagaimana Faster R-CNN digunakan dalam pendeteksian silabis pada citra naskah Sunda kuno?
3. Seberapa besar tingkat keakurasian yang dapat dihasilkan dari model yang dibangun?

1.3 Batasan Masalah

Dari pokok permasalahan ini, dilakukan pembatasan ruang lingkup penelitian yang diajukan, diantaranya:

1. Data yang digunakan merupakan data yang didapat dari tim AMADI berupa data gambar dan data anotasi.
2. Penulis hanya menggunakan enam *class* untuk *training* dan *testing*, yaitu “ta”, “da”, “na”, “pa”, “ba”, dan “ma”. Hal ini dikarenakan jika seluruh *class* diikutsertakan akan terjadi *imbalanced data*. Sedangkan pada penelitian ini, penulis tidak melakukan perlakuan khusus untuk data yang *imbalance*.

3. Sistem yang dirancang berbasis *website* dan menggunakan bahasa pemrograman Python.

1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini ialah, untuk mengembangkan model yang dapat mendeteksi silabis Sunda kuno pada citra naskah lontar dengan menggunakan Faster R-CNN

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini yaitu:

1. Diperolehnya metode *pre-processing* yang tepat sehingga **dataset** Sunda kuno siap digunakan dan diproses oleh model Faster R-CNN.
2. Terbentuknya model yang dapat mendeteksi aksara Sunda kuno yang menggunakan Faster R-CNN sebagai metode pendeteksiannya.
3. Diperolehnya akurasi yang tinggi dari pembangunan model yang dapat mendeteksi aksara Sunda kuno.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Sistem diharapkan dapat memudahkan penggunaanya dalam menemukan silabis yang diinginkan, sehingga nantinya semua orang dapat memanfaatkan sistem ini untuk membaca dan mengambil informasi dari citra naskah lontar Sunda kuno dengan mudah.

2. Sistem diharapkan dapat memudahkan penggunanya dalam melaksanakan penelitian pada citra naskah Sunda kuno lebih lanjut agar proses penelitian citra naskah Sunda kuno untuk pelestarian budaya ini bisa terus berlanjut.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan menjelaskan tentang latar belakang, identifikasi masalah, batasan masalah, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi cakupan teori dan penelitian terkait seperti Fast R-CNN, Faster R-CNN, RPN, dan *anchors* yang menjadi dasar penelitian ini seperti metode yang digunakan, dan tahap yang umum dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini diuraikan secara rinci mengenai metode penelitian, desain penelitian, alat dan bahan, serta prosedur implementasi yang dilakukan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil dari penelitian yang dilakukan dan analisa terhadap hasil implementasi tersebut.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi simpulan dari penelitian yang dilakukan dan saran untuk melanjutkan penelitian.