

**ANALISIS SEGMENTASI BANGUNAN
PERKOTAAN MENGGUNAKAN CNN
KONVENSIIONAL, U-NET BERBASIS VGG16, DAN
DEEPLABV3+ DENGAN RESNET-50 PADA CITRA
SATELIT RESOLUSI TINGGI**

SKRIPSI



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER (S1)
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA**



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSR - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSR
- Cetak dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSR - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSR
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.



**Balai Besar
Sertifikasi
Elektronik**

SKRIPSI

DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI TUGAS DAN MEMENUHI SYARAT-SYARAT UNTUK MENCAPAI GELAR SARJANA KOMPUTER

Menyetujui

Pembimbing I	Kadek Yota Ernanda Aryanto, S.Kom., M.T., Ph.D. NIP.197803242005011001
Pembimbing II	Dr. Luh Joni Erawati Dewi, S.T., M.Pd. NIP.197606252001122001

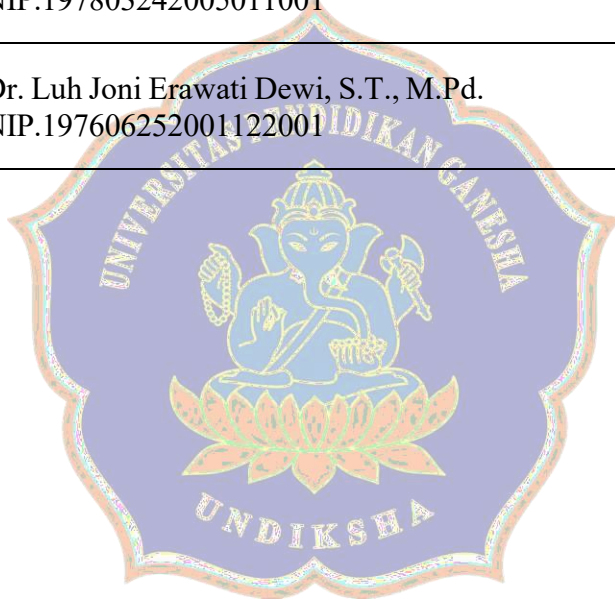


- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSR - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSR
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

Skripsi oleh Putu Haryaka Seta Dewa ini
telah dipertahankan di depan dewan penguji
Pada tanggal 12 Desember 2025

Dewan Penguji

Ketua	Ni Putu Novita Puspa Dewi, S.Kom., M.Cs., MIM. NIP.199410032020122015
Anggota	Dr. Putu Hendra Suputra, S.Kom., M.Cs. NIP.198212222006041001
Anggota	Kadek Yota Ernanda Aryanto, S.Kom., M.T., Ph.D. NIP.197803242005011001
Anggota	Dr. Luh Joni Erawati Dewi, S.T., M.Pd. NIP.197606252001122001



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

Diterima oleh Panitia Ujian Fakultas Teknik dan Kejuruan
Universitas Pendidikan Ganesha
guna memenuhi syarat-syarat untuk mencapai gelar Sarjana Komputer

Menyetujui

Ketua Ujian	Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D. NIP.198211112008121001
Sekretaris Ujian	I Nyoman Saputra Wahyu Wijaya, S.Kom., M.Cs. NIP.198910262019031004



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSR - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSR
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.



MOTTO

“Kalau bisa ditunda sebentar, pastikan ditunda dengan rencana”

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis yang berjudul “Analisis Segmentasi Bangunan Perkotaan Menggunakan CNN Konvensional, U-Net Berbasis VGG16, dan DeepLabV3+ dengan ResNet-50 pada Citra Satelit Resolusi Tinggi” beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan dan pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya saya ini atau ada klaim terhadap keaslian karya saya ini.



Singaraja, 12 Desember 2025
Yang membuat Pernyataan,



Putu Haryaka Seta Dewa
NIM 2215101033

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Segmentasi Bangunan Perkotaan Menggunakan CNN Konvensional, U-Net Berbasis VGG16, dan DeepLabV3+ dengan ResNet-50 pada Citra Satelit Resolusi Tinggi”. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Program Sarjana pada Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Pendidikan Ganesha.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa penyelesaian karya ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, arahan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. I Wayan Lasmawan, M.Pd., selaku Rektor Universitas Pendidikan Ganesha, yang telah menyediakan fasilitas pendidikan bagi penulis selama menempuh studi di lingkungan universitas.
2. Prof. Dr. Kadek Rihendra Dantes, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Kejuruan Universitas Pendidikan Ganesha yang telah memberikan dukungan dan fasilitas dalam menunjang penyelesaian studi.
3. Dr. Putu Hendra Suputra, S.Kom., M.Cs., selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika, yang telah memberikan motivasi serta fasilitas kepada penulis di lingkungan jurusan.
4. I Nyoman Saputra Wahyu Wijaya, S.Kom., M.Cs., selaku Koordinator Program Studi Ilmu Komputer, yang telah memberikan motivasi dan fasilitas kepada penulis di lingkungan program studi.
5. Kadek Yota Ernanda Aryanto, S.Kom., M.T., Ph.D. selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, serta motivasi kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
6. Dr. Luh Joni Erawati Dewi, S.T., M.Pd. selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, koreksi, saran, serta dukungan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

7. Ni Putu Novita Puspa Dewi, S.Kom., M.Cs., MIM selaku Ketua Dewan Penguji yang telah memberikan penilaian, saran, dan masukan untuk penyempurnaan skripsi ini.
8. Dr. Putu Hendra Suputra, S.Kom., M.Cs selaku Anggota Dewan Penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun bagi perbaikan skripsi ini.
9. Seluruh dosen Program Studi Ilmu Komputer/Jurusan Teknik Informatika Universitas Pendidikan Ganesha yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman selama penulis menempuh perkuliahan.
10. Orang tua penulis, Gede Edy Widnyana dan Luh Putu Sukreni, dan saudara penulis, Kadek Cesia Kirana dan Komang Divyanisa, yang senantiasa memberikan doa, dukungan, semangat, serta motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
11. Seluruh teman-teman Program Studi Ilmu Komputer angkatan 2022, yang telah memberikan berbagai pengalaman serta kebersamaan selama penulis menempuh masa perkuliahan.
12. Teman-teman seperjuangan serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dan memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan kemampuan dan pengalaman yang dimiliki. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang pengolahan citra dan deep learning.

DAFTAR ISI

PRAKATA	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah	4
1.3. Rumusan Masalah	5
1.4. Batasan Masalah.....	6
1.5. Tujuan Penelitian.....	7
1.6. Manfaat Penelitian.....	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA	10
2.1. Kajian Teori.....	10
2.1.1. Pengembangan produk dalam RnD	10
2.1.2. Pengolahan Citra dalam Pemetaan Bangunan	10
2.1.3. <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN) dalam Pemrosesan Citra...	11
2.1.4. Arsitektur U-Net dalam Segmentasi Citra.....	12
2.1.5. VGG Sebagai <i>Backbone</i> dalam U-Net	13
2.1.6. Arsitektur DeepLabV3+ dalam Segmentasi Citra.....	14
2.1.7. ResNet-50 Sebagai <i>Backbone</i> dalam DeepLabV3+	15
2.1.8. Evaluasi Model dalam Segmentasi Citra.....	16
2.2. Kajian Hasil Penelitian yang Relevan	18
2.3. Kerangka Berpikir	20
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1. Wilayah Penelitian.....	22

3.2.	Tahapan Penelitian	23
3.3.	Pengumpulan Data.....	27
3.4.	Labeling Data	28
3.5.	Augmentasi.....	29
3.6.	Data Preprocessing.....	30
3.6.1.	Konversi Format JSON	30
3.6.2.	Resize Gambar	31
3.6.3.	Normalisasi.....	32
3.7.	Perancangan Model	32
3.7.1.	CNN Konvensional.....	32
3.7.2.	VGG16	34
3.7.3.	UNET	35
3.7.4.	ResNet-50	36
3.7.5.	DeepLabV3+	37
3.7.6.	Penetapan Alias Model	39
3.8.	Evaluasi Model.....	39
3.9	Spesifikasi Perangkat Keras	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		41
4.1	Deskripsi Dataset.....	41
4.1.1	Spesifikasi Citra Satelit	41
4.1.2	Pembagian Data Latih, Validasi, dan Uji	42
4.1.3	Contoh Visualisasi Dataset.....	43
4.1.4	Perbandingan Karakteristik Wilayah.....	45
4.2	Desain dan Implementasi Model.....	50
4.2.1	CNN Konvensional (<i>CNN-K</i>).....	50
4.2.2	U-Net Berbasis VGG16 (<i>U-VGG</i>).....	52

4.2.3	DeepLabV3+ dengan ResNet-50 (<i>DL-ResNet</i>)	54
4.3	Hasil	57
4.3.1	Hasil Visual Segmentasi Wilayah Padat	57
4.3.2	Hasil Visual Segmentasi Wilayah Berbangunan Minim	60
4.3.3	Hasil Visual Segmentasi Wilayah Mayoritas Vegetasi	64
4.3.3.1	Tabel dan Interpretasi Hasil Evaluasi.....	67
4.3.4	Interpretasi Metrik Evaluasi Segmentasi.....	70
4.3.5	Grafik Training, Evaluasi, dan Testing	73
4.3.6	Evaluasi Generalisasi pada Wilayah Lain	76
4.3.7	Analisis Kelebihan dan Kekurangan Arsitektur	85
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		90
5.1	Kesimpulan.....	90
5.2	Saran.....	93
DAFTAR PUSTAKA.....		94
LAMPIRAN		97
RIWAYAT HIDUP.....		103



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	18
Tabel 3.1 Spesifikasi Perangkat	40
Tabel 4.1 Hyperparameter <i>CNN-K</i>	52
Tabel 4.2 Hyperparameter <i>U-VGG</i>	54
Tabel 4.3 Hyperparameter <i>DL-ResNet</i>	57
Tabel 4.4 Performa Model.....	67



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur CNN.....	11
Gambar 2.2 Arsitektur U-NET	13
Gambar 2.3 Arsitektur VGG16	14
Gambar 2.4 Arsitektur DeepLabV3+	15
Gambar 2.5 Arsitektur ResNet-50	16
Gambar 2.6 Kerangka Berpikir	21
Gambar 3.1 Area Pengambilan Dataset.....	22
Gambar 3.2 Tahapan Penelitian.....	26
Gambar 3. 3 Arsitektur Model	27
Gambar 3. 4 Citra Asli dan Binary Mask	29
Gambar 4.1 Visualisasi Dataset (Citra Asli, Labeling, <i>Binary Mask</i>).....	45
Gambar 4.2 Visualisasi Dataset Wilayah Bali Selatan.....	45
Gambar 4.3 Visualisasi Dataset Wilayah Bali Utara, Singaraja.....	46
Gambar 4.4 Visualisasi Dataset Wilayah Jakarta (Gedung Tinggi).....	47
Gambar 4.5 Visualisasi Dataset Wilayah Pemukiman Jakarta.....	48
Gambar 4.6 Visualisasi Dataset Wilayah Bangkok.....	48
Gambar 4.7 Visualisasi Dataset Wilayah Manila.....	49
Gambar 4.8 Hasil Visualisasi Wilayah Padat <i>CNN-K</i>	58
Gambar 4.9 Hasil Visualisasi Wilayah Padat <i>U-VGG</i>	58
Gambar 4.10 Hasil Visualisasi Wilayah Padat <i>DL-ResNet</i>	58
Gambar 4.11 Hasil Visualisasi Berbangunan Minim <i>CNN-K</i>	61
Gambar 4.12 Hasil Visualisasi Berbangunan Minim <i>U-VGG</i>	61
Gambar 4.13 Hasil Visualisasi Berbangunan Minim <i>DL-ResNet</i>	61

Gambar 4.14 Hasil Visualisasi Berbangunan Minim <i>CNN-K</i>	64
Gambar 4.15 Hasil Visualisasi Berbangunan Minim <i>U-VGG</i>	65
Gambar 4.16 Hasil Visualisasi Berbangunan Minim <i>DL-ResNet</i>	65
Gambar 4.17 Grafik <i>CNN-K</i>	74
Gambar 4.18 Grafik <i>U-VGG</i>	74
Gambar 4.19 Grafik <i>DL-ResNet</i>	75
Gambar 4.20 Hasil Visualisasi Bali Utara <i>CNN-K</i>	76
Gambar 4.21 Hasil Visualisasi Bali Utara <i>U-VGG</i>	77
Gambar 4.22 Hasil Visualisasi Bali Utara <i>DL-ResNet</i>	77
Gambar 4.23 Hasil Visualisasi Jakarta (Gedung Tinggi) <i>CNN-K</i>	78
Gambar 4.24 Hasil Visualisasi Jakarta (Gedung Tinggi) <i>U-VGG</i>	78
Gambar 4.25 Hasil Visualisasi Jakarta (Gedung Tinggi) <i>DL-ResNet</i>	78
Gambar 4.26 Hasil Visualisasi Pemukiman Jakarta <i>CNN-K</i>	79
Gambar 4.27 Hasil Visualisasi Pemukiman Jakarta <i>U-VGG</i>	80
Gambar 4.28 Hasil Visualisasi Pemukiman Jakarta <i>DL-ResNet</i>	80
Gambar 4.29 Hasil Visualisasi Bangkok <i>CNN-K</i>	81
Gambar 4.30 Hasil Visualisasi Bangkok <i>U-VGG</i>	81
Gambar 4.31 Hasil Visualisasi Bangkok <i>DL-ResNet</i>	81
Gambar 4.32 Hasil Visualisasi Manila <i>CNN-K</i>	83
Gambar 4.33 Hasil Visualisasi Manila <i>U-VGG</i>	83
Gambar 4.34 Hasil Visualisasi Manila <i>DL-ResNet</i>	83

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kode Arsitektur <i>CNN-K</i>	98
Lampiran 2. Kode Arsitektur <i>U-VGG</i>	100
Lampiran 3. Kode Arsitektur <i>DL-ResNet</i>	100
Lampiran 4. Riwayat Hidup	103

