

**MONITORING PERTUMBUHAN BANGUNAN BERBASIS CITRA  
SATELIT MENGGUNAKAN METODE K-MEANS CLUSTERING DAN  
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK**

**TUGAS AKHIR**

Oleh:

**SUWANTO (NIM. 151110741)**

**FELIX ANGIO (NIM. 151111755)**

**MUNARSO (NIM. 151113187)**



**UNIVERSITAS  
MIKROSKIL**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA DAN KOMPUTER  
MIKROSKIL  
MEDAN  
2019**

**BUILDING GROWTH MONITORING BASED ON  
SATELLITE IMAGERY USING K-MEANS CLUSTERING AND  
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK METHOD**

**FINAL RESEARCH**

By :

**SUWANTO (NIM. 151110741)**

**FELIX ANGIO NO (NIM. 151111755)**

**MUNARSO (NIM. 151113187)**



**STUDY PROGRAM OF INFORMATICS ENGINEERING  
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA DAN KOMPUTER**

**MIKROSKIL**

**MEDAN**

**2019**

**LEMBARAN PENGESAHAN**

**MONITORING PERTUMBUHAN BANGUNAN BERBASIS CITRA  
SATELIT MENGGUNAKAN METODE K-MEANS CLUSTERING DAN  
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Melengkapi Persyaratan Guna  
Mendapatkan Gelar Sarjana Strata Satu  
Program Studi Teknik Informatika

Oleh :

**SUWANTO** (NIM. 151110741)  
**FELIX ANGIO** (NIM. 151111755)  
**MUNARSO** (NIM. 151113187)

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

  
Dr. Pahala Sirait, S.T., M.Kom.

  
Irpan Adiputra Pardosi, S.Kom., M.TI

Medan, 26 Agustus 2019  
Diketahui dan Disahkan Oleh:

Ketua Program Studi  
Teknik Informatika,

  
  
Sunario Megaswan, S.Kom., M.Kom.

## LEMBARAN PERNYATAAN

Saya yang membuat pernyataan ini adalah mahasiswa Jurusan/Program Studi S-1 Teknik Informatika STMIK Mikroskil Medan dengan identitas mahasiswa sebagai berikut:

Nama : SUWANTO  
Nim : 151110741  
Peminatan : KOMPUTASI ILMIAH (*Scientific Computing*)

Saya telah melaksanakan penelitian dan penulisan Tugas Akhir dengan judul “MONITORING PERTUMBUHAN BANGUNAN BERBASIS CITRA SATELIT MENGGUNAKAN METODE K-MEANS CLUSTERING DAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK”, dengan ini saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa penelitian dan penulisan Tugas Akhir tersebut merupakan hasil karya sendiri (tidak menyuruh orang lain yang mengerjakan) dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar. Bila dikemudian hari ternyata terbukti bahwa bukan saya yang mengerjakannya (membuatnya), maka saya bersedia dikenakan sanksi yang telah ditetapkan oleh STMIK Mikroskil Medan, yaitu pencabutan ijazah yang telah saya terima dan ijazah tersebut dinyatakan tidak sah.

Selain itu, demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada STMIK Mikroskil Medan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right) atas Tugas Akhir saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, STMIK Mikroskil Medan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan Tugas Akhir saya, secara keseluruhan atau hanya sebagian atau hanya ringkasan saja dalam bentuk format tercetak dan/atau elektronik, selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Menyatakan juga bahwa saya akan mempertahankan hak eksklusif saya untuk menggunakan seluruh atau sebagian isi Tugas Akhir saya guna pengembangan karya di masa depan, misalnya dalam bentuk artikel, buku ataupun perangkat lunak.

Demikian pernyataan ini saya perbuat dengan sungguh-sungguh, dalam keadaan sadar dan tanpa ada tekanan dari pihak manapun.

Medan, 24 Agustus 2019

Saya yang membuat pernyataan,



Suwanto

## LEMBARAN PERNYATAAN

Saya yang membuat pernyataan ini adalah mahasiswa Jurusan/Program Studi S-1 Teknik Informatika STMIK Mikroskil Medan dengan identitas mahasiswa sebagai berikut:

Nama : FELIX ANGIO  
Nim : 151111755  
Peminatan : KOMPUTASI ILMIAH (*Scientific Computing*)

Saya telah melaksanakan penelitian dan penulisan Tugas Akhir dengan judul “MONITORING PERTUMBUHAN BANGUNAN BERBASIS CITRA SATELIT MENGGUNAKAN METODE K-MEANS CLUSTERING DAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK”, dengan ini saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa penelitian dan penulisan Tugas Akhir tersebut merupakan hasil karya sendiri (tidak menyuruh orang lain yang mengerjakan) dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar. Bila dikemudian hari ternyata terbukti bahwa bukan saya yang mengerjakannya (membuatnya), maka saya bersedia dikenakan sanksi yang telah ditetapkan oleh STMIK Mikroskil Medan, yaitu pencabutan ijazah yang telah saya terima dan ijazah tersebut dinyatakan tidak sah.

Selain itu, demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada STMIK Mikroskil Medan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right) atas Tugas Akhir saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, STMIK Mikroskil Medan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan Tugas Akhir saya, secara keseluruhan atau hanya sebagian atau hanya ringkasan saja dalam bentuk format tercetak dan/atau elektronik, selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Menyatakan juga bahwa saya akan mempertahankan hak eksklusif saya untuk menggunakan seluruh atau sebagian isi Tugas Akhir saya guna pengembangan karya di masa depan, misalnya dalam bentuk artikel, buku ataupun perangkat lunak.

Demikian pernyataan ini saya perbuat dengan sungguh-sungguh, dalam keadaan sadar dan tanpa ada tekanan dari pihak manapun.

Medan, 24 Agustus 2019

Saya yang membuat pernyataan,



Felix Angiono

## LEMBARAN PERNYATAAN

Saya yang membuat pernyataan ini adalah mahasiswa Jurusan/Program Studi S-1 Teknik Informatika STMIK Mikroskil Medan dengan identitas mahasiswa sebagai berikut:

Nama : MUNARSO  
Nim : 151113187  
Peminatan : KOMPUTASI ILMIAH (*Scientific Computing*)

Saya telah melaksanakan penelitian dan penulisan Tugas Akhir dengan judul “MONITORING PERTUMBUHAN BANGUNAN BERBASIS CITRA SATELIT MENGGUNAKAN METODE K-MEANS CLUSTERING DAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK”, dengan ini saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa penelitian dan penulisan Tugas Akhir tersebut merupakan hasil karya sendiri (tidak menyuruh orang lain yang mengerjakan) dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar. Bila dikemudian hari ternyata terbukti bahwa bukan saya yang mengerjakannya (membuatnya), maka saya bersedia dikenakan sanksi yang telah ditetapkan oleh STMIK Mikroskil Medan, yaitu pencabutan ijazah yang telah saya terima dan ijazah tersebut dinyatakan tidak sah.

Selain itu, demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada STMIK Mikroskil Medan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right) atas Tugas Akhir saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, STMIK Mikroskil Medan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan Tugas Akhir saya, secara keseluruhan atau hanya sebagian atau hanya ringkasan saja dalam bentuk format tercetak dan/atau elektronik, selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Menyatakan juga bahwa saya akan mempertahankan hak eksklusif saya untuk menggunakan seluruh atau sebagian isi Tugas Akhir saya guna pengembangan karya di masa depan, misalnya dalam bentuk artikel, buku ataupun perangkat lunak.

Demikian pernyataan ini saya perbuat dengan sungguh-sungguh, dalam keadaan sadar dan tanpa ada tekanan dari pihak manapun.

Medan, 24 Agustus 2019

Saya yang membuat pernyataan,



Munarso

## ABSTRAK

Pertumbuhan bangunan yang tidak terpantau berakibat semakin menyempitnya lahan kosong serta berkurangnya penghijauan. Hal tersebut menyebabkan pemukiman bertambah padat dan bangunan pada suatu wilayah menjadi tidak tertata dengan baik. Dengan ini, pemanfaatan penginderaan jauh (*remote sensing*) dapat mengatasi permasalahan tersebut.

Pada penelitian ini, algoritma *K-Means Clustering* dan *Convolutional Neural Network* (CNN) merupakan solusi pemecahan masalah *remote sensing images* (RSI) dalam memonitoring pertumbuhan bangunan menggunakan 2 buah citra temporal satelit. *Convolutional Neural Network* (CNN) sendiri banyak diimplementasikan untuk mendeteksi objek, pengenalan pola hingga proses ekstraksi data pada citra. Pengusulan metode CNN dalam mendeteksi daerah RSI diklasifikasikan dapat menghasilkan segmentasi yang lebih baik..

Hasil dari penelitian ini adalah diperoleh luas bangunan pada setiap temporal serta total perluasan bangunan yang terjadi dalam kurun waktu tertentu. Dengan adanya proses *Image Enhancement*, nilai perluasan menunjukkan perbedaan meski tidak terlalu signifikan, yakni persentase perbedaan terendah adalah 1,02% dan persentase perbedaan tertinggi adalah 59,44%. Informasi perluasan diperoleh dengan menghitung selisih dari total nilai piksel *cluster* bangunan pada kedua citra temporal yang dikalikan dengan resolusi spasial sebesar 15m<sup>2</sup>.

Kata kunci : *K-Means Clustering*, *Convolutional Neural Network* (CNN), *monitoring*, *remote sensing*, *machine learning*.

# UNIVERSITAS MIKROSKIL

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “*Monitoring Pertumbuhan Bangunan Berbasis Citra Satelit Menggunakan Metode K – Means Clustering dan Convolutional Neural Network*”.

Tujuan tugas akhir ini dilakukan agar pertumbuhan bangunan dapat dipantau secara berkala sehingga dibutuhkan penggabungan dua buah metode yaitu algoritma *K-Means Clustering* dan *Convolutional Neural Network (CNN)*.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Pahala Sirait, S.T., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing penulis selama mengerjakan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Irpan Adiputra Pardosi, S.Kom, M.TI, selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing penulis selama mengerjakan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Pahala Sirait, S.T., M.Kom., selaku Ketua STMIK Mikroskil Medan.
4. Bapak Djoni, S.Kom., M.T.I., selaku Wakil Ketua I STMIK Mikroskil Medan.
5. Bapak Sunario Megawan, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika STMIK Mikroskil Medan.
6. Bapak dan Ibu Dosen yang telah mendidik dan membimbing penulis selama menjalani perkuliahan di STMIK Mikroskil Medan.
7. Kepada orang tua yang telah memberikan motivasi dan dukungan dalam doa serta material kepada penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
8. Kepada teman dan sahabat yang juga selalu memberikan dukungan, motivasi dan semangat dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
9. Semua pihak yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas akhir ini dibuat untuk melengkapi persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Teknik Informatika, STMIK Mikroskil Medan. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat banyak kekurangan dan masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu setiap kritik dan saran-saran yang bersifat membangun akan diterima penulis dengan hati terbuka.

Akhir kata penulis mengharapkan hasil dari Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak yang berkepentingan. Terima Kasih

Medan,

Penulis



## DAFTAR ISI

|  |     |
|--|-----|
| ABSTRAK.....   | i   |
| KATA PENGANTAR .....   | ii  |
| DAFTAR ISI.....  | iv  |
| DAFTAR GAMBAR.....   | vii |
| DAFTAR TABEL.....  | x   |
| DAFTAR LAMPIRAN.....   | xii |
| BAB I PENDAHULUAN.....   | 1   |
| 1.1 Latar Belakang.....  | 1   |
| 1.2 Rumusan Masalah.....   | 2   |
| 1.3 Tujuan.....  | 2   |
| 1.4 Manfaat.....   | 2   |
| 1.5 Batasan Masalah.....   | 3   |
| 1.6 Metodologi Penelitian / Metodologi Pengembangan Sistem ..... | 3   |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....                                     | 5   |
| 2.1 Citra.....   | 5   |
| 2.1.1 Citra Analog.....  | 5   |
| 2.1.2 Citra Digital.....   | 6   |
| 2.2 Representasi Citra Digital.....                              | 6   |
| 2.2.1 Citra Warna ( <i>Truecolor</i> ) .....                     | 6   |
| 2.2.2 Citra <i>Grayscale</i> .....                               | 7   |
| 2.2.3 Citra Biner.....   | 7   |
| 2.2.4 Citra <i>Indexed</i> .....                                 | 8   |
| 2.3 <i>Format File</i> Citra.....                                | 8   |
| 2.3.1 Citra <i>Bitmap</i> dan Citra Vektor .....                 | 8   |

|  |   |    |
|--|---|----|
| 2.3.2                                  | Ukuran <i>File</i> Citra .....                              | 9  |
| 2.4                                    | Resolusi Citra .....  | 10 |
| 2.4.1                                  | Pengertian Resolusi Citra.....                              | 10 |
| 2.4.2                                  | Resolusi Citra Satelit.....                                 | 10 |
| 2.5                                    | Penginderaan Jauh ( <i>Remote Sensing</i> ) .....           | 12 |
| 2.5.1                                  | <i>Data Remote Sensing</i> .....                            | 15 |
| 2.5.2                                  | Sistem Penginderaan Jauh.....                               | 16 |
| 2.5.3                                  | Koreksi Geometrik pada <i>Remote Sensing</i> .....          | 16 |
| 2.6                                    | Pengolahan Citra <i>Digital (Image Processing)</i> .....    | 18 |
| 2.6.1                                  | Perbaikan Kualitas Citra ( <i>Image Enhancement</i> ) ..... | 19 |
| 2.6.2                                  | Restorasi Citra ( <i>Image Restoration</i> ).....           | 19 |
| 2.6.3                                  | Pemampatan Citra ( <i>Image Compression</i> ) .....         | 19 |
| 2.6.4                                  | Pemugaran Citra ( <i>Image Restoration</i> ) .....          | 20 |
| 2.6.5                                  | Analisis Citra ( <i>Image Analysis</i> ) .....              | 20 |
| 2.6.6                                  | Transformasi Citra Warna Menjadi Citra Grayscale.....       | 20 |
| 2.6.7                                  | Klasifikasi Citra ( <i>Image Classification</i> ) .....     | 20 |
| 2.6.8                                  | <i>Segmentation Region</i> .....                            | 24 |
| 2.6.9                                  | Deteksi Tepi .....  | 26 |
| 2.7                                    | Pengenalan Pola ( <i>Pattern Recognition</i> ).....         | 28 |
| 2.7.1                                  | Jaringan Saraf Tiruan (JST) .....                           | 28 |
| 2.7.2                                  | <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i> .....             | 31 |
| BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN ..... |   | 38 |
| 3.1                                    | Analisis .....  | 38 |
| 3.1.1                                  | Analisis Proses .....                                       | 38 |
| 3.1.2                                  | Analisis Kebutuhan .....                                    | 83 |
| 3.2                                    | Perancangan.....  | 89 |
| 3.2.1                                  | Form Awal .....   | 89 |

|   |            |
|---|------------|
| 3.2.2 Form <i>Database</i> Bangunan.....  | 90         |
| 3.2.3 Form Proses Citra.....  | 91         |
| 3.2.4 Form <i>Image Enhancement</i> .....   | 93         |
| 3.2.5 Form Hasil Deteksi Bangunan .....   | 94         |
| 3.2.6 Form Tabel Pengujian .....  | 95         |
| 3.2.7 Perancangan Basis Data .....  | 96         |
| <b>BAB IV HASIL DAN PENGUJIAN.....</b>  | <b>97</b>  |
| 4.1 Hasil.....  | 97         |
| 4.1.1 Form Awal .....   | 97         |
| 4.1.2 Form <i>Database</i> Bangunan.....  | 98         |
| 4.1.3 Form <i>Image Enhancement</i> .....   | 102        |
| 4.1.4 Form Proses Citra.....  | 104        |
| 4.1.5 Form Tentang.....   | 141        |
| 4.2 Pengujian .....   | 142        |
| 4.2.1 Pengujian Convolutional Neural Network Citra Original.....  | 142        |
| 4.2.2 Pengujian Convolutional Neural Network Citra <i>Image Enhancement</i> ...   | 145        |
| 4.2.3 Perbandingan Luas Bangunan Citra Satelit <i>Original</i> dengan Citra Satelit<br>Sesudah <i>Image Enhancement</i> ..... | 150        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>   | <b>153</b> |
| 5.1 Kesimpulan.....   | 153        |
| 5.2 Saran .....   | 153        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>   | <b>154</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.1 Contoh citra berwarna (RGB) (Iriyanto, 2013).....  | 6  |
| Gambar 2.2 Citra <i>grayscale</i> (Iriyanto, 2013).....   | 7  |
| Gambar 2.3 Contoh citra <i>binary</i> / biner (Iriyanto, 2013).....   | 8  |
| Gambar 2.4 Contoh citra <i>indexed</i> (Iriyanto, 2013).....  | 8  |
| Gambar 2.5 Citra <i>bitmap</i> & vektor (Haris, 2017).....  | 9  |
| Gambar 2.6 Skema Penginderaan Jauh (Setiawan, 2012).....  | 13 |
| Gambar 2.7 Komponen - komponen sistem penginderaan jauh (Dewi llandayani U.N,<br>S.Kom & Agung Setiyadi, 2003)..... | 16 |
| Gambar 2.8 Contoh hasil <i>remote sensing</i> tahun 2000.....   | 17 |
| Gambar 2.9 Contoh hasil <i>remote sensing</i> tahun 2001.....   | 18 |
| Gambar 2.10 Diagram kotak sederhana proses pengolahan citra (Munir, 2004).....                                      | 19 |
| Gambar 2.11 Citra warna yang diubah menjadi citra grayscale (Djudjic, 2016).....                                    | 20 |
| Gambar 2.12 Hirarki algoritma <i>clustering</i> berdasarkan jenis data (Kesuma, 2017)....                           | 22 |
| Gambar 2.13 Ilustrasi <i>image clustering</i> (Kesuma, 2017).....   | 22 |
| Gambar 2.14 Tepian <i>Step</i> (Putra, 2010).....   | 27 |
| Gambar 2.15 Tepian <i>Ramp</i> (Putra, 2010).....   | 27 |
| Gambar 2.16 Tepian <i>Line</i> (Putra, 2010).....   | 27 |
| Gambar 2.17 Tepian <i>Step-Line</i> (Putra, 2010).....  | 28 |
| Gambar 2.18 Diagram kotak sederhana proses pengenalan pola (Dika, 2016).....  | 28 |
| Gambar 2.19 Jaringan Saraf Tiruan Multilapis (Puspitaningrum, 2006).....  | 29 |
| Gambar 2.20 Taksonomi jaringan saraf tiruan (JST) (Puspitaningrum, 2006).....                                       | 30 |
| Gambar 2.21 Jaringan saraf tiruan menurut arsitekturnya (Puspitaningrum, 2006)....                                  | 31 |
| Gambar 2.22 Contoh Arsitektur CNN (Widyastuti, 2017).....   | 32 |
| Gambar 2.23 Arsitektur <i>Convolutional Neural Network</i> (Abhirawan et al., 2017).....                            | 33 |
| Gambar 2.24 Contoh Proses <i>Pooling Layer</i> (Abhirawan et al., 2017).....  | 34 |
| Gambar 2.25 <i>Fully Connected Layer</i> (Nurfita et al., 2004).....  | 34 |
| Gambar 3.1 Flowchart Monitoring Pertumbuhan Bangunan.....   | 38 |
| Gambar 3.2 Citra Temporal A (Sebelum) dan Temporal B (Sesudah).....   | 39 |
| Gambar 3.3 Flowchart Algoritma K-Means Clustering.....  | 46 |
| Gambar 3.4 Flowchart dari Metode CNN.....   | 72 |
| Gambar 3.5 Total piksel Cluster 1 (Bangunan) Citra Temporal A.....  | 82 |

|  |     |
|--|-----|
| Gambar 3.6 Total piksel Cluster 1 (Bangunan) Citra Temporal B .....                | 83  |
| Gambar 3.7 Use Case System .....   | 84  |
| Gambar 3.8 Rancangan Form Menu .....   | 90  |
| Gambar 3.9 Rancangan Form Database .....   | 91  |
| Gambar 3.10 Rancangan Form Proses .....  | 92  |
| Gambar 3.11 Rancangan Form Image Enhancement .....                                 | 93  |
| Gambar 3.12 Rancangan Form Hasil .....   | 94  |
| Gambar 3.13 Rancangan Form Tabel Pengujian .....                                   | 95  |
| Gambar 3.14 Atribut pada Entitas User .....  | 96  |
| Gambar 4.1 Tampilan Awal Aplikasi .....  | 97  |
| Gambar 4.2 Form Input Database .....   | 98  |
| Gambar 4.3 Dialog Buka Citra Database Bangunan .....                               | 99  |
| Gambar 4.4 Proses Database Bangunan .....  | 99  |
| Gambar 4.5 Hasil Cluster K-Means Database Bangunan .....                           | 100 |
| Gambar 4.6 Simpan Hasil Cluster ke Database SQL Server .....                       | 100 |
| Gambar 4.7 Message Box Data Berhasil Tersimpan .....                               | 101 |
| Gambar 4.8 Database bangunan yang telah di-input .....                             | 101 |
| Gambar 4.9 Form Proses Citra Satelit Temporal .....                                | 102 |
| Gambar 4.10 Dialog Buka Citra Satelit Temporal .....                               | 102 |
| Gambar 4.11 Proses Grayscale dan K-Means Clustering .....                          | 103 |
| Gambar 4.12 Hasil Grayscale dan K-Means Clustering .....                           | 103 |
| Gambar 4.13 Form Proses Citra Satelit Temporal .....                               | 104 |
| Gambar 4.14 Dialog Buka Citra Satelit Temporal .....                               | 104 |
| Gambar 4.15 Proses Grayscale dan K-Means Clustering .....                          | 105 |
| Gambar 4.16 Hasil Grayscale dan K-Means Clustering .....                           | 105 |
| Gambar 4.17 Buka Citra Satelit Asli .....  | 106 |
| Gambar 4.18 Value Brightness = 25 & Value Contrast = 30 .....                      | 106 |
| Gambar 4.19 Perbedaan Citra Sebelum dan Citra Sesudah Enhancement .....            | 107 |
| Gambar 4.20 Form Proses Deteksi Bangunan Menggunakan CNN .....                     | 139 |
| Gambar 4.21 Hasil Deteksi Bangunan Menggunakan CNN .....                           | 139 |
| Gambar 4.22 Hasil Luas Bangunan pada Kedua Citra Temporal .....                    | 140 |
| Gambar 4.23 Tampilan Log untuk Menyimpan Informasi dari Kedua Citra Temporal ..... | 140 |
| Gambar 4.24 Dialog Simpan File Excel .....   | 141 |
| Gambar 4.25 Form Tentang Keanggotaan Tim .....                                     | 141 |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 2.1 Tabel perbedaan citra bitmap dan citra vektor (H. Priyanto, 2017).....                    | 9  |
| Tabel 3.1 Nilai RGB Citra Temporal A (Sebelum) .....  | 39 |
| Tabel 3.2 Citra Grayscale Citra Temporal A (Sebelum).....   | 42 |
| Tabel 3.3 Nilai RGB Citra Temporal B (Sesudah) .....  | 42 |
| Tabel 3.4 Citra Grayscale Citra Temporal B (Sesudah) .....  | 44 |
| Tabel 3.5 Citra Grayscale Citra Temporal A (Sebelum).....   | 46 |
| Tabel 3.6 Hasil Clustering Citra Satelit Temporal A (Sebelum) .....                                 | 70 |
| Tabel 3.7 Hasil Clustering Citra Satelit Temporal B (Sesudah) .....                                 | 71 |
| Tabel 3.8 Kernel Database Objek Bangunan .....  | 73 |
| Tabel 3.9 Kernel Database Objek Bukan Bangunan.....   | 73 |
| Tabel 3.10 Hasil Deteksi Area yang Merupakan Cluster 1 Pada Citra Temporal A ..                     | 74 |
| Tabel 3.11 Hasil Setelah Perkalian dengan Kernel Database Objek Bangunan .....                      | 77 |
| Tabel 3.12 Hasil Setelah Perkalian dengan Kernel Database Objek Bukan Bangunan<br>.....             | 80 |
| Tabel 3.13 Hasil ReLU dengan Kernel Database Objek Bangunan .....                                   | 80 |
| Tabel 3.14 Hasil ReLU dengan Kernel Database Objek Bukan Bangunan .....                             | 80 |
| Tabel 3.15 Hasil Pooling Layer dengan Kernel Database Objek Bangunan (3 x 3)....                    | 81 |
| Tabel 3.16 Hasil Pooling Layer dengan Kernel Database Objek Bukan Bangunan (3 x<br>3) .....         | 81 |
| Tabel 3.17 Tabel Klasifikasi Hasil Pooling Layer dari Kernel Database Objek<br>Bangunan .....       | 81 |
| Tabel 3.18 Tabel Klasifikasi Hasil Pooling Layer dari Kernel Database Objek Bukan<br>Bangunan ..... | 81 |
| Tabel 3.19 Hasil Deteksi Area yang Merupakan Cluster 1 Pada Citra Temporal B....                    | 82 |
| Tabel 3.20 Narasi dari Use Case Menginput Database.....   | 84 |
| Tabel 3.21 Narasi dari Use Case Melakukan Proses Monitoring Pertumbuhan<br>Bangunan .....           | 85 |
| Tabel 3.22 Narasi dari Use Case Membuka File Citra Satelit .....                                    | 86 |
| Tabel 3.23 Narasi dari Use Case Memulai proses K-Means Clustering .....                             | 87 |
| Tabel 3.24 Tabel Entitas User.....  | 96 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabel 4.1 Hasil Citra Enhancement .....  | 107 |
| Tabel 4.2 Hasil Pengujian Citra Temporal Original Menggunakan K-Means Clustering .....         | 120 |
| Tabel 4.3 Pengujian K-Means Clustering & CNN Menggunakan Citra Enhancement .....               | 130 |
| Tabel 4.4 Tabel Pengujian Convolutional Neural Network (CNN).....                              | 142 |
| Tabel 4.5 Tabel Pengujian Luas Bangunan Citra Satelit Image Enhancement.....                   | 146 |
| Tabel 4.6 Perbandingan Nilai Luas Citra Satelit Original dengan Citra Satelit Enhancement..... | 151 |



# UNIVERSITAS MIKROSKIL

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup Suwanto
- Lampiran 2. Daftar Riwayat Hidup Felix Angiono
- Lampiran 3. Daftar Riwayat Hidup Munarso



UNIVERSITAS  
MIKROSKIL