UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Evaluasi Pendekatan Novel Class Discovery (NCD) untuk Segmentasi Semantik 3D pada Data SLAM LiDAR
Nur Muhammad Ikram, Prof. Dr. Ir. Harintaka, S.T., MT., IPU, ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI vi
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR TABEL xv
DAFTAR LAMPIRAN xvi
DAFTAR SINGKATAN xvii
INTISARI xix
ABSTRACT xxi
BAB I PENDAHULUAN 1
I.1 Latar Belakang 1
I.2 Rumusan Masalah 4
I.3 Tujuan Penelitian 4
I.4 Pertanyaan Penelitian 5
I.5 Ruang Lingkup Penelitian 5
I.6 Manfaat Penelitian 6
I.7 Tinjauan Pustaka 6
BAB II LANDASAN TEORI 11
II.1 Model Pembelajaran 11
II.1.1 Machine Learning 11
II.1.2 Deep Learning 12
II.1.3 Closed-set Learning 13
II.1.4 Open-set learning 15
II.2 *Point Cloud* 16
II.2.1 Karakteristik *Point cloud* 17
II.2.2 Jenis dataset representatif pada *Point cloud* 19
II.2.3 Penyaringan noise pada point cloud 23
II.2.4 Registrasi point cloud 26
II.3 *Simultaneous Localization and Mapping* (SLAM) LiDAR 28
II.3.1 Struktur Sistem SLAM LiDAR 29
II.3.2 Pose-Graph Optimization dan Map Update 31
II.4 Segmentasi Semantik 33

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Evaluasi Pendekatan Novel Class Discovery (NCD) untuk Segmentasi Semantik 3D pada Data SLAM LiDAR
Nur Muhammad Ikram, Prof. Dr. Ir. Harintaka, S.T., MT., IPU, ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

II.4.1 Pendekatan Segmentasi *Point cloud* 33
II.4.2 Arsitektur model segmentasi *point cloud* 34
II.4.3 Model Segmentasi berbasis *Deep Learning* 35
II.5 *Novel Class Discovery* (NCD) 40
II.5.1 Pendekatan Novel Point Segmentation pada Point cloud 41
II.5.2 Minkowski Engine 43
II.5.3 Arsitektur MinkUnet 45
II.6 Uji Akurasi 50
BAB III PELAKSANAAN 53
III.1 Lokasi Penelitian 53
III.2 Data dan Peralatan Penelitian 56
III.2.1 Peralatan Penelitian 56
III.2.2 Data Penelitian 61
III.3 Tahapan Penelitian 62
III.3.1 Studi Literatur 66
III.3.2 Survei Pendahuluan 66
III.3.3 Perencanaan akuisisi data 68
III.3.4 Akuisisi data SLAM LiDAR 71
III.3.5 Akuisisi data GNSS 73
III.3.6 Pra-pemrosesan data 76
III.3.7 Persiapan dataset 80
III.3.8 Pemrosesan data 82
III.3.9 Analisis dan Evaluasi 91
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 93
IV.1 Hasil akuisisi data Point cloud 93
IV.2 Hasil persiapan data *point cloud* 95
IV.2.1 Hasil transformasi *point cloud* 97
IV.2.2 Hasil registrasi *point cloud* 101
IV.2.3 Hasil penyaringan (*filtering*) *point cloud* 103
IV.2.4 Hasil Klasifikasi *point cloud* 107
IV.2.5 Hasil *subsampling point cloud* 112
IV.2.6 Hasil ekstraksi fitur geometri *point cloud* 116
IV.3 Hasil pelatihan model *base class* 120
IV.3.1 Hasil persiapan dataset 120
IV.3.2 Hasil pelatihan model 125

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Evaluasi Pendekatan Novel Class Discovery (NCD) untuk Segmentasi Semantik 3D pada Data SLAM LiDAR
Nur Muhammad Ikram, Prof. Dr. Ir. Harintaka, S.T., MT., IPU, ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

IV.4 Hasil implementasi dan pengujian performa pendekatan *novel class discovery* 127
IV.4.1 Hasil inferensi model terhadap dataset 127
IV.4.2 Hasil deteksi *unknown points* 130
IV.4.3 Hasil *clustering novel class* 136
IV.4.4 Hasil segmentasi pada *base class* 141
IV.4.5 Pengujian performa pendekatan NCD pada segmentasi *base class* 148
IV.4.6 Analisis keterbatasan implementasi pendekatan *novel class discovery* 151
IV.5 Uji konsistensi hasil segmentai semantik pada dataset baru 154
IV.5.1 Hasil deteksi *unknown points* pada data baru 154
IV.5.2 Hasil *clustering novel class* pada dataset baru 158
IV.5.3 Hasil segmentasi semantik *base class* pada dataset baru 161
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 166
V.1 Kesimpulan 166
V.2 Saran 167
DAFTAR PUSTAKA 168
LAMPIRAN 174