UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Prediksi Semantic Dependency Graph Jawaban Pertanyaan Geospasial dengan Hybrid Graph Learning dan
Graph-Pattern Association Rule**
Irkham Huda, Prof. Dr.-Ing. Mhd. Reza M. I. Pulungan, S.Si., M.Sc.; Moh. Edi Wibowo, S.Kom., M.Kom., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

Halaman Judul ii

Halaman Pengesahan iii

Pernyataan Bebas Plagiasi iv

PRAKATA v

DAFTAR ISI vii

DAFTAR TABEL xi

DAFTAR GAMBAR xii

DAFTAR KODE PROGRAM xiii

DAFTAR ALGORITMA xiv

INTISARI xv

ABSTRACT xvii

I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 6
1.3 Batasan Masalah 7
1.4 Tujuan Penelitian 7
1.5 Manfaat Penelitian 7
1.6 Keaslian dan Kontribusi Penelitian 8

II TINJAUAN PUSTAKA 9

2.1 Geospatial Question Answering (GeoQA) 9
2.2 Graph-Pattern Association Rules 13
2.3 Semantic Dependency Parsing (SDP) 14
2.4 Graph Structure Learning 19
2.5 Graph Neural Network 21

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prediksi Semantic Dependency Graph Jawaban Pertanyaan Geospasial dengan Hybrid Graph Learning dan Graph-Pattern Association Rule
Irkham Huda, Prof. Dr.-Ing. Mhd. Reza M. I. Pulungan, S.Si., M.Sc.; Moh. Edi Wibowo, S.Kom., M.Kom., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

III LANDASAN TEORI **23**
3.1 Geospatial Question Answering 23
3.2 Framework Dynamic Graph Learning 24
3.2.1 Contextualized Representation Learning 25
3.2.2 Graph Structure Learning (GSL) 26
3.2.3 Graph Representation Learning 27
3.2.4 Dependency Relationship Learning 28
3.2.5 Pembelajaran 29
3.2.6 Metrik Evaluasi untuk model SDP 30
3.3 Differentiable Graph Structural Learning Neural Network (DGSLN) . 31
3.3.1 Adaptive Structural Learning 31
3.3.2 Differentiable Graph Sparsification 32
3.3.3 Gated Graph Integration 32
3.3.4 Fungsi Hybrid Loss 33
3.4 Graph Neural Network 34
3.4.1 Graph Attention Network Versi 2 (GATv2) 36
3.4.2 Graph Isomorphism Network (GIN) 36
3.5 Graph-Pattern Association Rules (GPAR) 37
3.5.1 Graph, Pattern, dan Isomorphism 37
3.5.2 Graph-Pattern Association Rules 38
3.5.3 GPAR Mining 39
3.5.4 Frequent Pattern Mining 40
3.5.5 GPAR Generation 43
3.5.6 Metrik Evaluasi untuk GPAR 44

IV METODE PENELITIAN **47**
4.1 Deskripsi Umum 47
4.2 Tahapan Penelitian 47
4.3 Hybrid Graph Structure Learning untuk Meningkatkan SDP dengan Robust GNN 49
4.3.1 Dataset 49
4.3.2 Hybrid Graph Learning 50
4.3.3 Contextualized Representation Learning 51
4.3.4 Hybrid graph structure learning 52
4.3.5 GIN dan GATv2 untuk Graph Representation Learning 53

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Prediksi Semantic Dependency Graph Jawaban Pertanyaan Geospasial dengan Hybrid Graph Learning dan Graph-Pattern Association Rule
Irkham Huda, Prof. Dr.-Ing. Mhd. Reza M. I. Pulungan, S.Si., M.Sc.; Moh. Edi Wibowo, S.Kom., M.Kom., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.3.6 Pembelajaran 54
4.3.7 Metode Pengujian 55
4.4 Analisis dan Prediksi Geospatial Question-Answering Berbasis Semantic Dependency Graph dengan Menggunakan GPAR 56
4.4.1 Dataset 56
4.4.2 Metode Analisis 57
4.4.3 Semantic Encoding 59
4.4.4 Semantic Dependency Parsing 62
4.4.5 Transformasi Struktur Graph 64
4.4.6 Adaptasi GPAR 67
4.4.7 Metode Pengujian 67

V IMPLEMENTASI **70**
5.1 Lingkungan Pengembangan Sistem 70
5.2 Hybrid Graph Structure Learning untuk Meningkatkan SDP dengan *Robust* GNN 70
5.2.1 Persiapan Dataset 70
5.2.2 Implementasi HGSL 71
5.2.3 Implementasi Fungsi *Hybrid Loss* 76
5.2.4 Implementasi GIN 77
5.2.5 Implementasi GATv2 78
5.2.6 Hyperparameter 80
5.3 Analisis dan Prediksi *Geospatial Question-Answering* berbasis *Semantic Dependency Graph* dengan menggunakan GPAR 80
5.3.1 Persiapan Dataset 80
5.3.2 Implementasi *Semantic Encoding* 81
5.3.3 Implementasi *Semantic Dependency Parsing* 83
5.3.4 Implementasi *Graph Structure Transformation* 86
5.3.5 Implementasi GPAR 88
5.3.6 Implementasi *FPMiner* 90
5.3.7 Implementasi *RuleGen* 91

VI HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN **96**
6.1 *Hybrid Graph Structure Learning* untuk meningkatkan SDP dengan *Robust* GNN 96
6.1.1 Pengaruh jumlah layer dan *threshold* pada *adjacency matrix* . 96

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prediksi Semantic Dependency Graph Jawaban Pertanyaan Geospasial dengan Hybrid Graph Learning dan Graph-Pattern Association Rule
Irkham Huda, Prof. Dr.-Ing. Mhd. Reza M. I. Pulungan, S.Si., M.Sc.; Moh. Edi Wibowo, S.Kom., M.Kom., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

6.1.2 Pengaruh fungsi *hybrid loss* 97
6.1.3 Pengaruh perbedaan *feature embeddings* 98
6.1.4 Hasil Utama 99
6.1.5 Performa pada panjang kalimat yang berbeda 100
6.1.6 Performa pada panjang *dependency* yang berbeda 100
6.1.7 *Ablation study* 102
6.1.8 *Running times* 102
6.1.9 Studi kasus 103
6.2 Analisis dan Prediksi *Geospatial Question-Answering* berbasis *Semantic Dependency Graph* dengan menggunakan GPAR 104
6.2.1 Performa *FPMiner* 104
6.2.2 Performa RuleGen 107
6.2.3 Akurasi *Rules* 107
6.2.4 *Rules* Terbaik 110
6.2.5 Studi kasus 113

VIIKESIMPULAN DAN SARAN **116**
7.1 Kesimpulan 116
7.2 Saran 117

DAFTAR PUSTAKA **119**