

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN TIM PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI .....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
PRAKATA.....	v
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN .....	xiii
ABSTRAK .....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Batasan Penelitian.....	5
1.5 Kontribusi dan Keaslian Penelitian.....	6
1.6 Manfaat Penelitian .....	10
1.6.1 Manfaat Teoretis .....	10
1.6.2 Manfaat Praktis.....	10
1.7 Sistematika Penulisan .....	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	12
2.1 Tinjauan Pustaka.....	12
2.2 Keamanan pada <i>Vehicular Ad-hoc Network</i> (VANET).....	12
2.2.1 Karakteristik dan Kerentanan VANET.....	12
2.2.2 Klasifikasi Ancaman dan Serangan pada VANET .....	13
2.2.3 Metode Keamanan di VANET .....	14
2.2.3.1 Pendekatan Berbasis Infrastruktur Terpusat.....	14
2.2.3.2 Pendekatan Berbasis Sistem Deteksi Intrusi (IDS).....	15
2.2.3.3 Pendekatan Lanjutan dengan Metode Spesifik .....	15
2.2.3.4 Deteksi dan Pencegahan Serangan Menggunakan Pembelajaran Mesin .....	16
2.2.3.5 Keamanan pada Protokol Routing.....	16
2.2.3.6 Keamanan Berbasis Kriptografi.....	17
2.2.3.7 Pendekatan Berbasis Mekanisme Reputasi dan Penyaringan.....	17
2.2.3.8 Model Keamanan Berbasis Kepercayaan .....	18

2.3	Landasan Teori .....	24
2.3.1	<i>Smart City</i> .....	24
2.3.2	Sistem Transportasi Cerdas .....	25
2.3.2.1	Komponen Utama ITS .....	25
2.3.2.2	Teknologi Penunjang ITS .....	26
2.3.3	<i>Vehicular Ad-hoc Network</i> (VANET) .....	27
2.3.3.1	<i>Vehicle-to-Vehicle</i> (V2V) .....	27
2.3.3.2	<i>Vehicle-to-Infrastructure</i> (V2I) .....	27
2.3.3.3	Teknologi Komunikasi pada VANET .....	27
2.3.3.4	Arsitektur Sistem VANET .....	28
2.3.4	Model Kepercayaan dalam VANET .....	29
2.3.4.1	Definisi Kepercayaan ( <i>Trust</i> ) .....	29
2.3.4.2	Karakteristik Kepercayaan .....	30
2.3.4.3	Klasifikasi Mekanisme Kepercayaan .....	30
2.3.5	Logika Fuzzy .....	31
2.3.5.1	<i>Fuzzy Set</i> .....	32
2.3.5.2	<i>Fuzzy Inference System</i> .....	32
2.3.5.3	Logika Fuzzy untuk Manajemen Kepercayaan .....	33
2.3.6	<i>Clustering</i> .....	35
2.3.6.1	Klasifikasi Metode <i>Clustering</i> .....	36
2.3.7	Algoritma K-means .....	39
2.3.8	Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) .....	40
2.3.9	Weighted Sum Model (WSM) .....	41
2.3.10	<i>OpenStreetMap</i> (OSM) .....	42
2.3.11	<i>Simulation of Urban MObility</i> (SUMO) .....	43
2.3.12	MATLAB untuk Simulasi VANET .....	44
2.3.12.1	MATLAB sebagai Lingkungan Pengembangan dan Analisis .....	44
2.3.12.2	Integrasi MATLAB dengan Simulator Mobilitas (Co-simulasi) .....	45
2.3.12.3	Kerangka Kerja Berbasis MATLAB: SimEvents .....	46
2.4	Pertanyaan Penelitian .....	46
2.5	Hipotesis .....	46
BAB III	METODE PENELITIAN .....	48
3.1	Alat dan Bahan Penelitian .....	48
3.1.1	Alat .....	48
3.1.2	Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ) .....	48
3.1.3	Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) .....	48
3.1.4	Bahan Penelitian ( <i>Research Materials</i> ) .....	48
3.1.4.1	Sumber Data Geografis: <i>OpenStreetMap</i> (OSM) .....	49
3.1.4.2	Dataset Utama: <i>Floating Car Data</i> (FCD) .....	49
3.1.4.3	Model Konseptual .....	50

3.2	Tahapan Penelitian .....	51
3.2.1	Identifikasi Masalah .....	51
3.2.2	Tinjau Pustaka dan Studi Literatur.....	52
3.2.3	Penentuan Variabel Penelitian .....	52
3.2.4	Perancangan dan Implementasi Lingkungan Simulasi .....	52
3.2.5	Pengujian dan Evaluasi Kinerja .....	52
3.2.6	Analisis Hasil dan Penarikan Kesimpulan .....	52
3.3	Perancangan dan Persiapan Lingkungan Simulasi .....	53
3.3.1	Gambaran Umum .....	53
3.3.2	Pembangunan Ligkungan Simulasi dan Jaringan Jalan.....	54
3.3.2.1	Skenario dan Parameter Simulasi SUMO .....	55
3.3.2.2	Persiapan Ekstraksi Data Simulasi .....	55
3.3.3	Simulasi Model Komunikasi dan Evaluasi Kepercayaan di MATLAB .....	56
3.3.3.1	Konfigurasi Parameter Simulasi.....	56
3.3.3.2	Skenario Eksperimental.....	57
3.3.3.3	Mekanisme Komunikasi dan Pembangkitan Data Kepercayaan .....	58
3.3.3.4	Penyaringan Node Pra-Klaster .....	58
3.4	Model Evaluasi Kepercayaan <i>Fuzzy</i> .....	59
3.4.1	Gambaran Umum Model.....	60
3.4.2	Model Kepercayaan Langsung.....	61
3.4.3	Model Kepercayaan Tidak Langsung .....	62
3.4.3.1	Rekomendasi Transitivity .....	62
3.4.3.2	Rekomendasi Konsensus.....	63
3.4.4	Model Kepercayaan Global.....	64
3.4.4.1	<i>Derajat Kepuasan Lokal</i> .....	65
3.4.4.2	Pengukuran <i>Similarity</i> Antar Node.....	66
3.5	Metrik Evaluasi Kinerja.....	67
3.5.1	<i>Packet Delivery Ratio</i> (PDR).....	67
3.5.2	<i>Average Delay</i> (Waktu Tunda Rata-Rata) .....	68
3.5.3	<i>Average Energy Consumption</i> (AEC) .....	68
3.5.4	Efektivitas Deteksi.....	69
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	71
4.1	Skenario dan Persiapan Lingkungan Simulasi .....	71
4.1.1	Akuisisi dan Konversi Jaringan Jalan .....	71
4.1.2	Perancangan Skenario dan Konfigurasi Entitas .....	72
4.1.3	Eksekusi Skenario Mobilitas di SUMO .....	74
4.2	Pra-pemrosesan Data .....	75
4.2.1	Ekstraksi Floating Car Data (FCD).....	75
4.2.2	Hasil Pemrosesan Data dan Fondasi untuk Model Kepercayaan .....	75
4.3	Hasil Matriks Simulasi Evaluasi Kepercayaan .....	76

4.3.1	Visualisasi Skenario Simulasi .....	76
4.3.2	Data Forwarding Table (DFT) .....	77
4.3.3	Derajat Kepuasan Lokal ( <i>Local Satisfaction</i> ) .....	78
4.3.4	Matriks Kemiripan Rekomendasi ( <i>Similarity</i> ) .....	79
4.3.5	Nilai Kepercayaan Global ( <i>T-Global</i> ) .....	80
4.4	Analisis Kinerja Model Kepercayaan <i>Fuzzy</i> .....	80
4.4.1	Analisis <i>Packet Delivery Ratio</i> (PDR) .....	80
4.4.2	Latensi Jaringan ( <i>Average End-to-End Delay</i> ) .....	82
4.4.3	Analisis Efektivitas Deteksi <i>Selfish Node</i> .....	83
4.5	Analisis <i>Trade-off</i> dan Penentuan <i>Threshold</i> Optimal .....	85
4.5.1	Dampak Strategi <i>Trust Threshold</i> terhadap Kinerja Jaringan .....	85
4.5.2	Analisis Kuantitatif dengan <i>Weighted Sum Model</i> (WSM) .....	88
4.5.3	Analisis Signifikansi Statistik dengan Uji ANOVA .....	92
4.6	Pembahasan Hasil Penelitian .....	93
4.6.1	Validasi Implementasi Model Kepercayaan Fuzzy .....	93
4.6.2	Efektivitas Penyaringan Proaktif dalam Meningkatkan Kinerja dan Keandalan Jaringan .....	93
4.6.3	Analisis <i>Trade-off</i> dan Konfigurasi Optimal <i>Trust Threshold</i> .....	94
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN .....	96
5.1	Kesimpulan .....	96
5.2	Saran untuk Penelitian Selanjutnya .....	96
	DAFTAR PUSTAKA .....	98
	LAMPIRAN .....	L-1
	Lampiran 1: Algoritma .....	L-1
	Lampiran 2: Matriks dan Kode Fuzzy Trust Model .....	L-3
	Lampiran 3: Persamaan dan Kode Algoritma FASN .....	L-7
	Lampiran 4: Aset Digital Lingkungan Simulasi .....	L-10