

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iii
BUKTI BEBAS PLAGIASI	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
CATATAN REVISI DOKUMEN.....	xi
INTISARI	xii
RINGKASAN EKSEKUTIF	xiii
BAB 1 PENGANTAR.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	1
1.4 Struktur Dokumen	2
BAB 2 DASAR TEORI PENDUKUNG.....	3
2.1 <i>Proximity System</i> dan <i>Positioning System</i>	3
2.2 <i>BLE Beacons</i>	3
2.3 <i>Wi-Fi Access Points (AP)</i>	3
2.4 Atenuasi Sinyal	4
2.5 <i>Fast-Fading</i> Sinyal.....	4
2.6 <i>Received Signal Strength (RSS)</i> dan <i>RSS Indicator (RSSI)</i>	4
2.7 Kategori Metode-Metode <i>Indoor Localization</i> Berbasis Frekuensi Radio.....	5
2.7.1 <i>Fingerprinting</i>	5
2.7.2 Multilaterasi	6
2.8 <i>Positioning</i> Berbasis Teori Probabilitas	6
2.9 <i>Maximum a Posteriori (MAP) Estimation</i>	7
2.10 Jarak Minkowski	7
2.11 <i>Autoencoder (AE)</i>	7
2.12 <i>Principal Component Analysis (PCA)</i>	8
2.13 Koefisien Korelasi Pearson.....	8
2.14 Timeit	9
2.15 Android.....	9



BAB 3	ANALISIS STUDI PUSTAKA KUNCI DAN PEMILIHAN METODE	10
3.1	Sinyal yang Digunakan Pada Indoor Localization System (ILS)	10
3.1.1	<i>Bluetooth Low Energy (BLE)</i>	10
3.1.2	Wi-Fi	11
3.2	Distribusi Kekuatan Transmisi <i>BLE Beacons</i>	11
3.2.1	Distribusi Simetris	11
3.2.2	Distribusi Asimetris	11
3.3	Metode Perkiraan Lokasi <i>Tracked Device (TD)</i>	11
3.3.1	<i>Bayesian Estimator</i>	12
3.3.2	<i>Fingerprint Feature Extraction (FPFE)</i>	13
3.3.3	Perbandingan Antara Metode <i>Bayesian Estimator</i> dan FPFE	15
3.4	Pemilihan Metode	15
3.4.1	Pemilihan BLE sebagai Sinyal yang Digunakan Alih-Alih Wi-Fi	15
3.4.2	Pemilihan Distribusi Kekuatan Transmisi <i>BLE Beacons</i>	17
3.4.3	Pemilihan Metode Perkiraan Lokasi TD	17
BAB 4	DETAIL IMPLEMENTASI	18
4.1	Luaran yang Dijanjikan	18
4.2	Spesifikasi Luaran	18
4.3	Batasan Permasalahan	18
4.4	Detail Rancangan	19
4.4.1	Pengujian dan Penyesuaian Aplikasi Penangkap RSSI Tersedia	20
4.4.2	Pemasangan <i>BLE Beacons</i> dan Penentuan <i>Reference Points (RPs)</i>	20
4.4.3	Implementasi ILS	21
4.4.4	Perbandingan Performa <i>Bayesian Estimator</i> dan FPFE	24
4.4.5	Penanaman Algoritme Terpilih ke Android	24
BAB 5	PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN	25
5.1	Pengujian Awal dan Analisisnya	25
5.2	Pengujian Akurasi dan Analisisnya	31
5.2.1	Pengujian Akurasi <i>Bayesian Estimator</i>	31
5.2.2	Analisis Akurasi <i>Bayesian Estimator</i>	36
5.2.3	Pengujian Akurasi <i>Fingerprint Feature Extraction (FPFE)</i>	38
5.2.4	Analisis Akurasi <i>Fingerprint Feature Extraction (FPFE)</i>	43
5.3	Pengaruh Distribusi Daya Transmisi Asimetris Terhadap Akurasi	45
5.4	Pengujian Lama Prediksi dan Analisisnya	46



5.5	Perbandingan <i>Bayesian Estimator</i> dan FPFE	47
5.6	Penanaman Algoritme <i>Bayesian Estimator</i> ke Aplikasi Android.....	48
5.7	Perubahan dari Rancangan.....	49
BAB 6	ANALISIS MENGENAI PENGARUH SOLUSI <i>ENGINEERING DESIGN</i>	50
BAB 7	KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
7.1	Kesimpulan	52
7.2	Saran	53
REFERENSI	54
APPENDIX A	Kode Pembacaan RSSI dari CSV (Python)	56
APPENDIX B	Kode Bayesian Estimator (Python).....	56
APPENDIX C	Kode <i>Fingerprint Feature Extraction</i> (Python)	57
APPENDIX D	Kode Penanaman Bayesian Estimator ke Android (Kotlin)	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Visualisasi <i>BLE Fingerprint</i>	5
Gambar 2.2 <i>Indoor Localization</i> Metode Trilaterasi.....	6
Gambar 2.3 Contoh Beberapa Persebaran Beserta Koefisien Korelasi Pearson-nya.....	9
Gambar 3.1 40 Kanal BLE dan Tiga Kanal Wi-Fi yang Paling Sering Digunakan.....	10
Gambar 3.2 Arsitektur AE Pengembangan ILS Subakti dkk.	14
Gambar 4.1 Langkah-Langkah Capstone Penulis	19
Gambar 4.2 <i>Floor Plan</i> N201 DTETI FT UGM.....	20
Gambar 4.3 Alur <i>Bayesian Estimator</i> Dalam Memprediksi Koordinat (Pusatan RSSI Max).....	22
Gambar 4.4 Alur FPFE dengan AE Dalam Memprediksi Koordinat.....	23
Gambar 5.1 Skenario Pengujian Awal Ruang Tertutup (N201)	25
Gambar 5.2 Pengumpulan Data Dalam Ruangan (N201) untuk Pengujian Awal (1).....	26
Gambar 5.3 Pengumpulan Data Dalam Ruangan (N201) untuk Pengujian Awal (2).....	26
Gambar 5.4 Pengumpulan Data Ruangan Terbuka (LG) untuk Pengujian Awal (1).....	27
Gambar 5.5 Pengumpulan Data Ruangan Terbuka (LG) untuk Pengujian Awal (2).....	27
Gambar 5.6 Max RSSI Pengujian Awal dengan <i>BLE Beacon</i> “Candy Once”	28
Gambar 5.7 Max RSSI Pengujian Awal dengan <i>BLE Beacon</i> “Beetroot Once”	28
Gambar 5.8 Max RSSI Pengujian Awal dengan <i>BLE Beacon</i> “Lemon Twice”	28
Gambar 5.9 Max RSSI Pengujian Awal dengan <i>BLE Beacon</i> “Candy Thrice”	29
Gambar 5.10 Max RSSI Pengujian Awal dengan <i>BLE Beacon</i> “Beetroot Thrice”	29
Gambar 5.11 Max RSSI Pengujian Awal dengan <i>BLE Beacon</i> “Lemon Thrice”	29
Gambar 5.12 Max RSSI Pengujian Awal dari Seluruh <i>BLE Beacons</i>	30
Gambar 5.13 Galat <i>Bayesian Estimator</i> (Max) Lebar Jendela 4 RSSI dengan Kasus Uji Lintas Perangkat	37
Gambar 5.14 Galat <i>Bayesian Estimator</i> (Max) Lebar Jendela 8 RSSI dengan Kasus Uji Lintas Perangkat	37
Gambar 5.15 Galat <i>Bayesian Estimator</i> (Max) dengan <i>Fingerprint</i> Gabungan Terhadap Lebar Jendela	38
Gambar 5.16 Galat FPFE Lebar Jendela 120 RSSI dengan Kasus Uji Lintas Perangkat	44
Gambar 5.17 Galat FPFE Lebar Jendela 150 RSSI dengan Kasus Uji Lintas Perangkat	44
Gambar 5.18 Galat FPFE dengan <i>Fingerprint</i> Gabungan Terhadap Lebar Jendela	45
Gambar 5.19 Galat Berdasarkan Distribusi Daya Transmisi pada <i>Fingerprint</i> Gabungan.....	45
Gambar 5.20 Implementasi <i>Bayesian Estimator</i> pada Android.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Contoh Kumpulan Data <i>Fingerprint</i> pada RP	13
Tabel 3.2 Perbandingan Metode <i>Bayesian Estimator</i> dan Metode FPFE	15
Tabel 3.3 Perbandingan Biaya <i>BLE Beacons</i> dan Wi-Fi APs	17
Tabel 3.4 Perbandingan Kekuatan Transmisi <i>BLE Beacons</i> Simetris dan Asimetris	17
Tabel 4.1 Luaran yang Dijanjikan.....	18
Tabel 4.2 Spesifikasi Luaran.....	18
Tabel 4.3 Contoh Perhitungan Jarak Euclidean antara Max RSSI TD dan Max RSSI <i>Fingerprint</i>	22
Tabel 5.1 Rerata RSSI dan Koefisien Korelasi Pengujian Awal	30
Tabel 5.2 12 Distribusi Daya Terbaik Bayesian Estimator dengan <i>Fingerprint</i> Realme C20 dan Kasus Uji Perangkat Sama.....	32
Tabel 5.3 12 Distribusi Daya Terbaik Bayesian Estimator dengan <i>Fingerprint</i> Realme C20 dan Kasus Uji Lintas Perangkat.....	32
Tabel 5.4 12 Distribusi Daya Terbaik Bayesian Estimator dengan <i>Fingerprint</i> Samsung Galaxy A32 dan Kasus Uji Perangkat Sama.....	33
Tabel 5.5 12 Distribusi Daya Terbaik Bayesian Estimator dengan <i>Fingerprint</i> Samsung Galaxy A32 dan Kasus Uji Lintas Perangkat.....	33
Tabel 5.6 12 Distribusi Daya Terbaik Bayesian Estimator dengan <i>Fingerprint</i> Realme 5 Pro dan Kasus Uji Perangkat Sama.....	34
Tabel 5.7 12 Distribusi Daya Terbaik Bayesian Estimator dengan <i>Fingerprint</i> Realme 5 Pro dan Kasus Uji Lintas Perangkat.....	35
Tabel 5.8 12 Distribusi Daya Terbaik Bayesian Estimator dengan <i>Fingerprint</i> dan Kasus Uji Gabungan	35
Tabel 5.9 12 Distribusi Daya Terbaik FPFE dengan Data <i>Training</i> dari Realme C20 dan Kasus Uji Perangkat Sama	39
Tabel 5.10 12 Distribusi Daya Terbaik FPFE dengan Data <i>Training</i> dari Realme C20 dan Kasus Uji Lintas Perangkat	39
Tabel 5.11 12 Distribusi Daya Terbaik FPFE dengan Data <i>Training</i> dari Samsung Galaxy A32 dan Kasus Uji Perangkat Sama.....	40
Tabel 5.12 12 Distribusi Daya Terbaik FPFE dengan Data <i>Training</i> dari Samsung Galaxy A32 dan Kasus Uji Lintas Perangkat.....	40



Tabel 5.13 12 Distribusi Daya Terbaik FPFE dengan Data <i>Training</i> dari Realme 5 Pro dan Kasus Uji Perangkat Sama	41
Tabel 5.14 12 Distribusi Daya Terbaik FPFE dengan Data <i>Training</i> dari Realme 5 Pro dan Kasus Uji Lintas Perangkat	42
Tabel 5.15 12 Distribusi Daya Terbaik FPFE dengan Data <i>Training</i> dan Kasus Uji Gabungan..	42
Tabel 5.16 Peningkatan Akurasi oleh Distribusi Daya Transmisi Asimetris Terbaik pada Bayesian Estimator Berlebar Jendela 8 RSSI	46
Tabel 5.17 Peningkatan Akurasi oleh Distribusi Daya Transmisi Asimetris Terbaik pada FPFE Berlebar Jendela 120 RSSI	46
Tabel 5.18 Spesifikasi CPU Pengujian Lama Prediksi.....	47
Tabel 5.19 Hasil Pengujian Lama Prediksi.....	47
Tabel 5.20 Perbandingan <i>Bayesian Estimator</i> dan FPFE dalam ILS yang Dikembangkan Penulis	48