

**ESTIMASI POSISI BERDASARKAN SINYAL MULTIPATH DI LONG
TERM EVOLUTION (LTE) UNTUK PEJALAN KAKI**

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



OLEH :

**INDAH SARI
09011181320011**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2019

LEMBAR PENGESAHAN

ESTIMASI POSISI BERDASARKAN SINYAL MULTIPATH DI LONG TERM EVOLUTION (LTE) UNTUK PEJALAN KAKI

TUGAS AKHIR

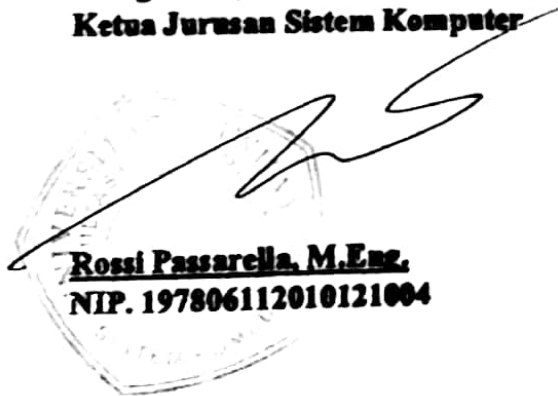
Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

OLEH :

INDAH SARI
09011181320011

Palembang, Agustus 2019

Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer



Rossi Passarella, M.Eng.
NIP. 197806112010121004

Pembimbing



Dr. Reza Firsandaya Malik, M.T.
NIP. 197604252010121001

HALAMAN PERSETUJUAN


Telah diuji dan lulus pada :
Hari : Jumat
Tanggal : 26 Juli 2019

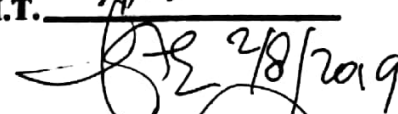
Tim Penguji :


1. Ketua : Aditya Putra Perdana P, S.KOM., M.T.

2. Anggota I : Ir. Bambang Tutuko, M.T.

3. Anggota II : Huda Ubaya, M.T.







Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer



Rossi Passarella, M.Eng.
NIP. 197806112010121004

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Indah Sari
NIM : 09011181320011
Program Studi : Sistem Komputer
Judul Skripsi : Estimasi Posisi Berdasarkan Sinyal Multipath di Long
Term Evolution (LTE) untuk Pejalan Kaki

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 4%

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan / plagiat dari penelitian orang lain. Apabila ditemukan unsur penjiplakan / plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik yang diberikan oleh Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.



Palembang, Agustus 2019

Yang menyatakan,



Indah Sari
NIM. 09011181320011

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah serta ijin-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir dengan judul **“Estimasi Posisi Berdasarkan Sinyal Multipath di Long Term Evolution (LTE) untuk Pejalan Kaki”**. Penulisan tugas ahir ini dibuat dalam rangka memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan di Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya untuk memperoleh gelar strata 1.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak untuk setiap bimbingan, semangat dan doa yang diberikan kepada penulis sehingga terselesaikannya tugas akhir ini. Ucapan terima kasih, penulis sampaikan kepada:

1. Allah SWT, yang telah memberikan segalanya kepada penulis berupa kesehatan, orang tua, pembimbing, teman, dll sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Orang-orang tercinta, Ayah, Ibu, Kakak, Adik, dan semua keluarga ku tersayang, yang selalu ada dan tidak pernah lelah dalam mendidik serta memberikan dukungan baik secara moril maupun materil kepada penulis demi lancarnya penulisan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Reza Firsandaya Malik, M.T. selaku Dosen Pembimbing tugas akhir, yang telah memberikan bimbingan dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
4. Bapak Ir. Bambang Tutuko, M.T. dan Huda Ubaya, M.T selaku dosen penguji sidang tugas akhir yang telah memberikan kritik dan saran serta ilmu yang bermanfaat sehingga tulisan ini menjadi lebih baik.
5. Bapak Firdaus, M.Kom selaku Pembimbing Akademik, yang telah membimbing penulis dari semester satu hingga terselesainnya tugas ahir ini dengan baik.
6. Bapak Rossi Passarella, M.Eng selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

7. Seluruh Dosen Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya.
8. Staff di jurusan Sistem Komputer, khususnya Mbak Winda yang telah membantu penyelesaian proses administrasi.
9. Staff di Fakultas Ilmu Komputer, bagian akademik, kemahasiswaan, tata usaha, perlengkapan, dan keuangan, yang telah membantu penyelesaian proses administrasi.
10. Seluruh petinggi atau pimpinan yang ada dilingkungan Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya, yang telah membantu proses administrasi selama masa kampus.
11. Teruntuk teman-teman satu angkatan, khususnya Sistem Komputer kelas A, Eko Pratama, S.Kom (ketua kelas), Andhika Riski Perdana, S.Kom, Erick Okvanty Haris, S.Kom, Tri Atmoko Malik Kurniawan, Imam Mustofa, S.Kom, Ahmad Kuswandi, S.Kom, Yoppy Prayudha, Ryan Fitrah Perdana, S.Kom, Dwi Kurnia Putra, S.Kom, Dede Tri Septiawan, S.Kom, Faris Abdul Aziz, S.Kom, Sandi Sarfani, Agus Juliansyah, Fahrul Rozi, S.Kom, M F Ilham Saputra, Yayang Paryoga, Kholil Anggara, Rio Astani, Adi Suryan, Sri Suryani, S.Kom, Fepiliana, S.Kom, Leny Novita Sari, S.Kom, Meilinda Eka Suryani, S.Kom, Ulan Purnamasari, S.Kom, Umi Yanti, S.Kom, Riki Andika, S.Kom, Nova Dyati Pradista, S.Kom, Lisa Mardaleta, S.Kom, Nur Rahma Dela, S.Kom, Saros Sakiana, Kusuma Dwi Indriani, Elfa Purnamasari, S.Kom, Suci Anggraini, S.Kom. Semoga lekas sidang juga, sukses untuk kita semua.
12. Serta semua pihak yang telah membatu baik moril maupun materil yang tidak dapat disebutkan satu persatu dalam penyelesaian tugas ahir ini. Terima kasih semuanya.

Semoga dengan terselesainya tugas ahir ini dapat bermanfaat untuk menambah wawasan dan pengetahuan bagi kita semua dalam mempelajari tentang Estimasi Posisi Berdasarkan Sinyal Multipath di Long Term Evolution (LTE) untuk Pejalan Kaki.

Dalam Penulisan laporan ini penulis juga sangat menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan ketidak sempurnaan, oleh karena itu penulis mohon saran dan kritik yang membangun untuk Perbaikan Laporan Tugas Akhir ini, agar menjadi lebih baik dimasa yang akan datang.

Palembang, Agustus 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGHANTAR	vi
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xx

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat	3
1.2.1 Tujuan	3
1.2.2 Manfaat	3
1.3 Rumusan dan Batasan Masalah	3
1.3.1 Rumusan Masalah	3
1.3.2 Batasan Masalah	4
1.4 Metodologi Penelitian	4
1.5 Sistematika Penulisan	6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Pendahuluan	8
2.2	Diagram Konsep Penelitian	10
2.3	Estimasi Posisi	10
2.4	Teknik Fingerprint	11
2.5	Drive Test	12
2.6	Global Positioning System (GPS)	12
2.7	Long Term Evolution (LTE)	13
2.7.1	Spesifikasi Jaringan Long Term Evolution (LTE)	13
2.7.2	Arsitektur Jaringan Long Term Evolution	14
2.7.2.1	E-Node B (Evolved Node B)	15
2.7.2.2	User Equipment (UE)	15
2.7.2.3	Evolved Packet Core Network (EPC)	15
2.7.3	Parameter Pengukuran Jaringan Long Term Evolution (LTE)	17
2.7.3.1	RSRP (Referense Signal Received Power)	17
2.8	Propagasi Multipath	18
2.9	Fading	19
2.10	Recursive Bayesian Estimation	19

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Pendahuluan	21
3.2	Kerangka Kerja Penelitian	21
3.3	Perancangan Sistem	23
3.3.1	Perancangan Sistem Estimasi Posisi Beserta Flowchart	23
3.3.2	Penentuan Lokasi	25
3.3.3	Penentuan Parameter	26
3.3.3.1	Kebutuhan Perangkat Keras (Hardware)	26
3.3.3.2	Kebutuhan Perangkat Lunak (Software)	27
3.3.4	Gambaran Skenario Penelitian	29
3.4	Pengujian Sistem Secara Matematis	30
3.4.1	Pengujian Tahap Offline	30

3.4.2	Pengujian Tahap Online	31
3.5	Desain Sistem Estimasi Posisi	34
3.5.1	Desain Menu Welcome	34
3.5.2	Desain Menu Profil	34
3.5.3	Desain Menu Perbandingan Data Offline dan Online	35
3.5.4	Desain Menu Euclidean Distance	36
3.5.5	Desain Menu Prediksi Posisi	36
3.6	Hasil dan Analisis Sistem	37
3.7	Kesimpulan dan Saran	37

BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1	Pendahuluan	38
4.2	Pengolahan Radio Map (Database)	38
4.3	Pengujian Tahap Offline	38
4.4	Pengujian Tahap Online	39
4.5	Pengujian Sistem Secara Real-Time	64
4.6	Analisa	74

BAB V KESIMPULAN

5.1.	Kesimpulan	76
------	------------------	----

DAFTAR PUSTAKA	78
-----------------------------	----

LAMPIRAN A NILAI RSRP DATA TRAINIING	A-1
---	-----

LAMPIRAN B DOKUMENTASI PENELITIAN	B-1
--	-----

DAFTAR TABEL

	Halaman
Table 1.1. Standar Nilai Signal Strength RSRP	18
Tabel 3.1. Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	26
Tabel 3.2. Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	28
Tabel 3.3. Lokasi dan Titik Koordinatnya	29
Tabel 4.1. Titik Referensi pada Lokasi (Reference Location)	39
Tabel 4.2. Probabilitas $P(x_k)$ Data Training	39
Tabel 4.3. Probabilitas $P(z_{1:k-1} x_k)$ Data Training	40
Tabel 4.4. Probabilitas $P(z_{1:k-1} x_k) \cdot P(x_k)$ Data Training	41
Tabel 4.5. Probabilitas $\sum_{k=1}^n P(z x_k) \cdot P(x_k) + \dots + P(z x_n) \cdot P(x_n)$ Data Training	42
Tabel 4.6. Probabilitas $P(x_k z_{1:k-1})$ Data Training	44
Tabel 4.7. Data Testing	46
Tabel 4.8. Probabilitas $P(z_k x_k)$	47
Tabel 4.9. Probabilitas $P(z_k x_k)P(x_k z_{1:k-1})$ Data Testing 1	48
Tabel 4.10. Probabilitas $P(z_k x_k)P(x_k z_{1:k-1})$ Data Testing 2	48
Tabel 4.11. Probabilitas $P(z_k x_k)P(x_k z_{1:k-1})$ Data Testing 3	49
Tabel 4.12. Probabilitas $P(z_k x_k)P(x_k z_{1:k-1})$ Data Testing 4	49
Tabel 4.13. Probabilitas $P(z_k x_k)P(x_k z_{1:k-1})$ Data Testing 5	49
Tabel 4.14. Probabilitas $P(z_k x_k)P(x_k z_{1:k-1})$ Data Testing 6	49
Tabel 4.15. Probabilitas $P(z_k x_k)P(x_k z_{1:k-1})$ Data Testing 7	49
Tabel 4.16. Probabilitas $P(z_k x_k)P(x_k z_{1:k-1})$ Data Testing 8	50

Tabel 4.17. Probabilitas $P(z_k z_{1:k-1})$ Data Testing 1	50
Tabel 4.18. Probabilitas $P(z_k z_{1:k-1})$ Data Testing 2	50
Tabel 4.19. Probabilitas $P(z_k z_{1:k-1})$ Data Testing 3	51
Tabel 4.20. Probabilitas $P(z_k z_{1:k-1})$ Data Testing 4	51
Tabel 4.21. Probabilitas $P(z_k z_{1:k-1})$ Data Testing 5	51
Tabel 4.22. Probabilitas $P(z_k z_{1:k-1})$ Data Testing 6	51
Tabel 4.23. Probabilitas $P(z_k z_{1:k-1})$ Data Testing 7	51
Tabel 4.24. Probabilitas $P(z_k z_{1:k-1})$ Data Testing 8	52
Tabel 4.25. Probabilitas $P(x_k z_k, z_{1:k-1})$ Data Testing 1	52
Tabel 4.26. Probabilitas $P(x_k z_k, z_{1:k-1})$ Data Testing 2	53
Tabel 4.27. Probabilitas $P(x_k z_k, z_{1:k-1})$ Data Testing 3	53
Tabel 4.28. Probabilitas $P(x_k z_k, z_{1:k-1})$ Data Testing 4	53
Tabel 4.29. Probabilitas $P(x_k z_k, z_{1:k-1})$ Data Testing 5	53
Tabel 4.30. Probabilitas $P(x_k z_k, z_{1:k-1})$ Data Testing 6	53
Tabel 4.31. Probabilitas $P(x_k z_k, z_{1:k-1})$ Data Testing 7	54
Tabel 4.32. Probabilitas $P(x_k z_k, z_{1:k-1})$ Data Testing 8	54
Tabel 4.33. Perhitungan <i>Euclidean Distance</i> Data Testing 1	59
Tabel 4.34. Perhitungan <i>Euclidean Distance</i> Data Testing 2	59
Tabel 4.35. Perhitungan <i>Euclidean Distance</i> Data Testing 3	60
Tabel 4.36. Perhitungan <i>Euclidean Distance</i> Data Testing 4	60
Tabel 4.37. Perhitungan <i>Euclidean Distance</i> Data Testing 5	60
Tabel 4.38. Perhitungan <i>Euclidean Distance</i> Data Testing 6	61
Tabel 4.39. Perhitungan <i>Euclidean Distance</i> Data Testing 7	61

Tabel 4.40. Perhitungan <i>Euclidean Distance</i> Data Testing 8	61
Tabel 4.41. Posisi Mobile Terminal Berdasarkan Perhitungan <i>Recursive Bayesian Estimation</i> dan Akurasi	62
Tabel 4.42. Perhitungan Standar deviasi	64
Tabel 4.43. Posisi Mobile Terminal Berdasarkan Hasil Pengujian Sistem Secara Real-Time	73

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Skema Metodologi Penelitian	4
Gambar 2.1. Diagram Konsep Penelitian	10
Gambar 2.2. Tahap Perancangan Sistem Berdasarkan Teknik Fingerprint	11
Gambar 2.3. Arsitektur Jaringan Long Term Evolution (LTE)	14
Gambar 2.4. Evolved Packet Core (EPC) Pada Jaringan LTE	16
Gambar 2.5. Propogasi Multipath	19
Gambar 3.1. Susunan Kerangka Kerja Penelitian	22
Gambar 3.2. Tahap Perancangan Sistem Berdasarkan Teknik Fingerprint	23
Gambar 3.3. Flowchart Tahap Offline	24
Gambar 3.4. Flowchart Tahap Online	25
Gambar 3.5. Lokasi Pengambilan Data Training	26
Gambar 3.6. Skenario Penelitian	29
Gambar 3.7. Desain Menu Welcome	34
Gambar 3.8. Desain Menu Profil	35
Gambar 3.9. Desain Menu Perbandingan Data Offline dan Online	35
Gambar 3.10. Desain Menu Perhitungan Euclidean Distance	36
Gambar 3.11. Desain Menu Prediksi Posisi	37
Gambar 4.1 Reference Location (RL) Data Testing Berdasarkan Perhitungan Matematis	45
Gambar 4.2. Grafik Perbandingan $P(x_k z_{1:k-1})$ dan $P(x_k z_k, z_{1:k-1})$ Data Testing 1A	55

Gambar 4.3. Grafik Perbandingan $P(x_k z_{1:k-1})$ dan $P(x_k z_k, z_{1:k-1})$ Data Testing 1B	55
Gambar 4.4. Grafik Perbandingan $P(x_k z_{1:k-1})$ dan $P(x_k z_k, z_{1:k-1})$ Data Testing 2A	56
Gambar 4.5. Grafik Perbandingan $P(x_k z_{1:k-1})$ dan $P(x_k z_k, z_{1:k-1})$ Data Testing 2B	56
Gambar 4.6. Grafik Perbandingan $P(x_k z_{1:k-1})$ dan $P(x_k z_k, z_{1:k-1})$ Data Testing 3A	57
Gambar 4.7. Grafik Perbandingan $P(x_k z_{1:k-1})$ dan $P(x_k z_k, z_{1:k-1})$ Data Testing 3B	57
Gambar 4.8. Grafik Perbandingan $P(x_k z_{1:k-1})$ dan $P(x_k z_k, z_{1:k-1})$ Data Testing 3C	58
Gambar 4.9. Grafik Perbandingan $P(x_k z_{1:k-1})$ dan $P(x_k z_k, z_{1:k-1})$ Data Testing 3D	58
Gambar 4.10. Reference Location (RL) Data Testing Pengujian Sistem Secara Real-Time	65
Gambar 4.11. Hasil Pengujian Sistem Secara Real-Time Data Testing 1	65
Gambar 4.12. Hasil Pengujian Sistem Secara Real-Time Data Testing 2	66
Gambar 4.13. Hasil Pengujian Sistem Secara Real-Time Data Testing 3	66
Gambar 4.14. Hasil Pengujian Sistem Secara Real-Time Data Testing 4	67
Gambar 4.15. Hasil Pengujian Sistem Secara Real-Time Data Testing 5	67
Gambar 4.16. Hasil Pengujian Sistem Secara Real-Time Data Testing 6	68
Gambar 4.17. Hasil Pengujian Sistem Secara Real-Time Data Testing 7	68
Gambar 4.18. Hasil Pengujian Sistem Secara Real-Time Data Testing 8	69
Gambar 4.19. Hasil Pengujian Sistem Secara Real-Time Data Testing 9	69
Gambar 4.20. Hasil Pengujian Sistem Secara Real-Time Data Testing 10	70

Gambar 4.21. Hasil Pengujian Sistem Secara Real-Time Data Testing 11	70
Gambar 4.22. Hasil Pengujian Sistem Secara Real-Time Data Testing 12	71
Gambar 4.23. Hasil Pengujian Sistem Secara Real-Time Data Testing 13	71
Gambar 4.24. Hasil Pengujian Sistem Secara Real-Time Data Testing 14	72
Gambar 4.25. Hasil Pengujian Sistem Secara Real-Time Data Testing 15	72

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Nilai RSRP Data Training Pada Lokasi

Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian

Lampiran 3. Berkas Tugas Akhir

***Estimation Position Based Signals Multipath in Long Term
Evolution (LTE) for Pedestrians***

Indah Sari (09011181320011)

*Departement of Computer Engineering, Faculty of Computer Science
Sriwijaya University*

Email: ndahindahsari11@gmail.com

Abstract

This thesis is explain about estimation positioning system designed and build with use 4G LTE network on android based mobile devices outdoors. Data testing of system used based on fingerprint technique, recursive bayesian estimation approach for position prediction and eucliden distance calculation for position accuracy. Location of activity to taking and testing data well mathematical or real-time do from faculty of teacher training and education science building (FKIP), faculy of computer science (FASILKOM), up to faculty of economy (FE) sriwijaya university of indralaya, with 2 e-NodeB which emit signal around that location, that is; Node 125318 CID 21 and Node 125278 CID 31. Testing result system for predict position the user 100% successfully done, but for accury result test in real-time not better or low accuracy if compared with accuracy test result in mathematical.

Keywords: *Estimation Positioning, Long Term Evolution (LTE), Fingerprint Technique, Recursive Bayesian Estimation*

Estimasi Posisi Berdasarkan Sinyal Multipath di Long Term Evolution (LTE) untuk Pejalan Kaki

Indah Sari (09011181320011)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Sriwijaya

Email: ndahindahsari11@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini menjelaskan tentang sistem estimasi posisi yang dirancang dan dibangun dengan memanfaatkan jaringan 4G LTE pada perangkat mobile berbasis android diluar ruangan. Pengujian data pada sistem dilakukan berdasarkan teknik *fingerprint*, pendekatan *recursive bayesian estimation* untuk prediksi posisi, dan perhitungan *euclidean distance* untuk akurasi posisi. Lokasi kegiatan pengambilan dan pengujian data baik secara matematis maupun *real-time* dilakukan dari gedung Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP), Fakultas Ilmu Komputer (FASILKOM), sampai ke Fakultas Ekonomi (FE) Universitas Sriwijaya Indralaya, dengan 2 e-NodeB yang memancarkan sinyal disekitar lokasi tersebut, yaitu; Node 125318 CID 21 dan Node 125278 CID 31. Hasil pengujian sistem untuk memprediksi posisi pengguna 100% berhasil dilakukan, tetapi untuk hasil akurasi pengujian secara real-time tidak lebih baik atau tingkat keakurasiannya rendah jika dibandingkan dengan hasil akurasi pengujian secara matematis.

Kata Kunci : *Estimasi Posisi, Long Term Evolution (LTE), Teknik Fingerprint, Recursive Bayesian Estimation*

BAB I

PENDAHULUAN

1.6 Latar Belakang

Estimasi posisi (*localization*) adalah kegiatan mendeteksi dan memprediksi posisi dari perangkat mobile berbasis android, dilakukan berdasarkan nilai – nilai data yang telah terukur dan dikumpulkan dalam sebuah vektor yang diterima oleh perangkat mobile tersebut. Posisi dapat diwakili oleh koordinat (x, y) untuk bentuk dua dimensi, dimana (x, y) ialah koresponden dari masing-masing nilai koordinat x dan y [1]. Penentuan estimasi posisi pengguna pada suatu lokasi adalah penelitian yang umum dilakukan, dimana dari beberapa penelitian tersebut berhubungan dengan layanan berbasis lokasi (*location based service*). LBS disebut sebagai *location service*, *mobile location based service*, dan *wireless location service*. Layanan ini adalah layanan yang membuat dan memberikan informasi berdasarkan posisi geografis pengguna [2].

Pada *outdoor location service*, penggunaan teknologi yang tepat adalah menggunakan *global positioning system* (GPS), karena GPS adalah sistem penentuan posisi melalui satelit. Konsep utama dari GPS menggunakan 24 satelit yang mengorbit disekitar bumi, untuk memancarkan sinyal satelit frekuensi radio dan mengirimkan sinyal yang mengandung lokasi serta informasi waktu yang akurat [2][3][4]. GPS sering digunakan diluar ruangan (*outdoor*) karena GPS membutuhkan kondisi lingkungan yang bebas akan halangan (LOS (*line of sight*)), GPS juga memberikan akurasi *outdoor* yang sangat baik, yaitu tingkat keakuratan pemosisian antara 5 meter – 40 meter [3][4].

LTE (*long term evolution*) adalah jaringan 4G yang dimanfaatkan penulis untuk melakukan estimasi posisi diluar ruangan. Kerangka struktur dari jaringan LTE didefinisikan oleh *european telecommunication standards institute* (ETSI), *european standards organization* (ESO), dan dikembangkan oleh *third generation partnership project* (3GPP) sebagai standar untuk teknologi komunikasi selular 4G.

Hal ini didasarkan pada teknologi jaringan GSM/ EDGE dan UMTS/ HSPA, dimana kapasitas dan kecepatan data meningkat secara signifikan [5][6].

Teknik *fingerprint* juga merupakan teknik yang digunakan penulis untuk mengestimasi posisi diluar ruangan. Teknik *fingerprint* terdiri dari dua tahapan yaitu tahap offline dan tahap online, dimana tahap offline bertujuan untuk membangun *database (radio map)* dan *location fingerprint* (lokasi target) sedangkan tahap online adalah tahap memprediksi posisi mobile terminal yang belum diketahui berdasarkan pendekatan posisi, dimana pada penelitian ini untuk memprediksi posisi penulis menggunakan pendekatan *recursive bayesian estimation* [2][7][8].

Recursive bayesian estimation adalah pendekatan yang kemungkinan umum digunakan untuk mengestimasi PDF (*probability density function*), banyak aplikasi dari teori estimasi mengatasi masalah melalui pelacakan. Contoh aplikasi yang termasuk dalam kategori ini adalah sistem pelacakan target yang digunakan dalam penerbangan, sipil, militer dan angkatan laut, contoh lain dari *recursive estimation* adalah semua jenis aplikasi navigasi seperti pesawat global, navigasi kapal, dan navigasi robot otonom [9][10].

Pada penelitian sebelumnya [9], membahas tentang estimasi posisi yang dilakukan diluar ruangan (*outdoor*) dengan memanfaatkan GNSS (*global navigation satellite system*), jaringan 3GPP-LTE dan dua *base station* untuk memprediksi posisi pengguna, Posisi *mobile terminal* dan pemancar diperkirakan dengan menggunakan model *Channel-SLAM* sedangkan posisi pengguna diprediksi menggunakan pendekatan *recursive bayesian estimation*. Hasil rata-rata akurasi dari *mobile terminal* selalu dibawah 1,8 meter. Pada 90% kasus dibawah 1,25 meter. Penelitian lainnya [5], membahas tentang estimasi posisi yang dilakukan diluar ruangan (*outdoor*) dengan memanfaatkan jaringan 4G LTE dan WLAN berdasarkan teknik *fingerprint*, dan *global positioning system* (GPS) sebagai *location information* dan lokasi penempatan.

Berdasarkan rujukan penelitian diatas, pada tugas akhir ini akan dilakukan penelitian estimasi posisi diluar ruangan berdasarkan teknik *fingerprint* dan pendekatan *recursive bayesian estimation*, juga berdasarkan rujukan tersebut maka

pada penelitian ini akan merancang dan membangun sistem “**Estimasi Posisi Berdasarkan Sinyal Multipath di Long Term Evolution (LTE) untuk Pejalan Kaki**”.

1.7 Tujuan dan Manfaat

1.7.1 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem estimasi posisi diluar ruangan menggunakan jaringan 4G LTE berdasarkan teknik *fingerprint* dan pendekatan *recursive bayesian estimation*.
2. Mengimplementasikan pendekatan *recursive bayesian estimation* pada sistem estimasi posisi.

1.7.2 Manfaat

Manfaat yang didapat dari penelitian ini diantaranya adalah:

1. Mempermudah pengguna mengetahui posisi dimana dia berada.
2. Dapat diimplementasi dalam kegiatan sehari-hari di lingkungan sekitar.
3. Memanfaatkan jaringan 4G LTE sebagai masukan untuk estimasi posisi.

1.8 Rumusan dan Batasan Masalah

1.8.1 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengetahui posisi seseorang diluar ruangan dengan jaringan 4G LTE berdasarkan teknik *fingerprint* dan pendekatan *recursive bayesian estimation*.
2. Bagaimana mengelola data pengukuran sinyal RSRP yang telah didapat untuk dijadikan data training dan data testing.
3. Bagaimana perbandingan hasil dari perhitungan matematis dengan hasil pengujian sistem secara *real-time* berdasarkan pendekatan *recursive bayesian estimation*.

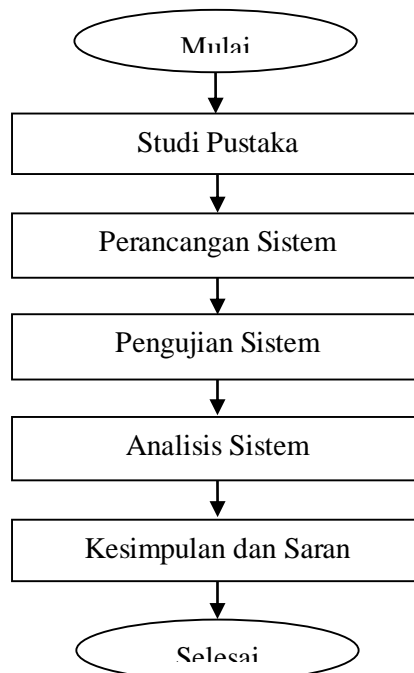
1.8.2 Batasan Masalah

Selain rumusan masalah, pada tugas akhir ini juga terdapat beberapa batasan-batasan masalah antara lain sebagai berikut:

1. Sistem ini menggunakan jaringan 4G LTE dan aplikasi G-Net Track Pro pada perangkat mobile berbasis android untuk melakukan estimasi posisi diluar ruangan.
2. Lokasi kegiatan *drive test* dan pengambilan data dilakukan dari gedung Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Fakultas Ilmu Komputer, sampai ke Fakultas Ekonomi Universitas Sriwijaya Indralaya.
3. Pengujian data pada sistem dilakukan berdasarkan pendekatan *recursive bayesian estimation* dan teknik *fingerprint* yang terdiri dari dua tahapan yaitu tahap offline dan online.

1.9 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian pada tugas akhir ini terdiri dari beberapa tahap pengerjaan, berikut adalah gambar 1.1 skema metodologi penelitian beserta penjelasannya:



Gambar 1.1 Skema Metodologi Penelitian

1. Tahap Pertama (Studi Pustaka)

Tahap ini dilakukan dengan cara mencari, memahami, dan mempelajari literature atau referensi berupa buku dan naskah ilmiah yang berkaitan tentang estimasi posisi (*localization*) baik *indoor* maupun *outdoor* sehingga referensi tersebut dapat menunjang metodologi yang akan diimplementasikan pada tugas akhir ini.

2. Tahap Kedua (Perancangan Sistem)

Tahap ini merupakan tahap perancangan sistem estimasi posisi, dimana pada sistem ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi G-Net Track Pro pada perangkat mobile berbasis android diluar ruangan. Lokasi kegiatan *drive test* dan pengambilan data dilakukan dari gedung Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Fakultas Ilmu Komputer, sampai ke Fakultas Ekonomi Universitas Sriwijaya Indralaya. Data pengukuran sinyal RSRP digunakan untuk mengestimasi posisi pengguna berdasarkan teknik *fingerprint* dan pendekatan *recursive bayesian estimation*.

3. Tahap Ketiga (Pengujian Sistem)

Pada tahapan ini, dilakukan pengujian sistem sesuai dengan batasan-batasan masalah berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Pengujian pada sistem estimasi posisi ini dilakukan berdasarkan teknik *fingerprint* yang terdiri dari dua tahapan yaitu tahap offline dan online.

4. Tahap Keempat (Analisis Sistem)

Pada tahap ini, hasil pengujian terhadap sistem dari tahap sebelumnya kemudian akan dianalisa. Bertujuan untuk dapat mengetahui kekurangan dari hasil perancangan dan faktor-faktor penyebabnya, serta dapat melakukan pengembangan pada penelitian selanjutnya.

5. Tahap Kelima (Kesimpulan dan saran)

Pada tahap terakhir ini dilakukan penarikan kesimpulan berdasarkan literature/ studi pustaka, hasil dan analisa dari perancangan sistem. Serta

beberapa saran dari penulis untuk penelitian selanjutnya agar penelitian berikutnya dapat membuat dan mengembangkan sistem yang lebih baik lagi.

1.10 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa tahapan, antara lain sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang penjabaran secara sistematis topik yang diambil, terdiri dari latar belakang masalah, tujuan dan manfaat penelitian, rumusan dan batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang teori-teori yang berkaitan pada tugas akhir, terdiri dari estimasi posisi (*localization*), propagasi multipath, jaringan 4G LTE, teknik *fingerprint* dan pendekatan *recursive bayesian estimation*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang langkah-langkah perancangan sistem estimasi posisi menggunakan perangkat mobile berbasis android diluar ruangan berdasarkan teknik *fingerprint* dan pendekatan *recursive bayesian estimation* secara bertahap dan terperinci, bertujuan untuk mencari, mengumpulkan data dan setelah itu dianalisa sesuai dengan penelitian pada tugas akhir ini.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

Bab ini menjelaskan tentang hasil pengujian sistem yang telah dilakukan berdasarkan teknik dan pendekatan yang akan diterapkan, data dari hasil pengujian tersebut setelah itu akan dianalisa sebagai hasil perancangan yang telah dibuat.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan yang telah diperoleh dari keseluruhan penelitian pada tugas akhir serta sebagai jawaban dari setiap tujuan yang ingin dicapai pada BAB I.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Chairani, W. Widyawan, and S. S. Kusumawardani, "Machine Learning Untuk Estimasi Posisi Objek Berbasis RSS Fingerprint Menggunakan IEEE 802.11g Pada Lantai 3 Gedung JTETI UGM," *J. INFOTEL - Inform. Telekomun. Elektron.*, vol. 7, no. 1, p. 1, 2015.
- [2] N. Chan, "Introduction to Location-Based Services," no. August, pp. 1–12, 2003.
- [3] S. C. Yeh, W. H. Hsu, M. Y. Su, C. H. Chen, and K. H. Liu, "A study on outdoor positioning technology using GPS and WiFi networks," *Proc. 2009 IEEE Int. Conf. Networking, Sens. Control. ICNSC 2009*, pp. 597–601, 2009.
- [4] L. Reyero and G. Delisle, "A pervasive indoor-outdoor positioning system," *J. Networks*, vol. 3, no. 8, pp. 70–83, 2008.
- [5] A. P. Soderini, "Outdoor Positioning Algorithms Based on LTE and Wifi Measurement," Tampere University, 2015.
- [6] M. Ulfah, "Analisa Coverage Area Jaringan 4G LTE," *J. Teknol. TERPADU*, vol. 5, no. 1, pp. 63–69, 2017.
- [7] S. S. K. Taman Ginting, widyawan, "WLAN Fingerprint untuk Prediksi Lokasi Objek dalam Gedung," vol. 5, pp. 1–6, 2012.
- [8] N. Wiranata, "Perancangan Model WLAN-Location Estimation System di Dalam Gedung Menggunakan Teknik Fingerprint," Universitas Sriwijaya, 2015.
- [9] M. Ulmschneider and C. Gentner, "Multipath assisted positioning for pedestrians using LTE signals," *Proc. IEEE/ION Position, Locat. Navig. Symp. PLANS 2016*, pp. 386–392, 2016.
- [10] N. Bergman, *Recursive Bayesian Estimation - Navigation and Tracking Applications*, vol. 579, no. 579. 1999.
- [11] W. M. Yeung and J. K. Ng, "An Enhanced Wireless LAN Positioning

- Algorithm based on the Fingerprint Approach,” vol. 2, no. 1, pp. 2–5, 2006.
- [12] R. F. Malik, E. Pratama, H. Ubaya, R. Zulfahmi, D. Stiawan, and K. Exaudi, “Object Position Estimation Using Naive Bayes Classifier Algorithm,” *2018 Int. Conf. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 17, pp. 39–44, 2018.
- [13] I. Larasati and F. Rizkiatna, “LTE Network Optimization In Cigadung Bandung Area,” *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 3, no. 3, pp. 2036–2043, 2017.
- [14] W. Setiaji, A. A. Muayyadi, and H. Wijanto, “Analysis Performance and Optimization of Long Term Evolution Network In Tol Padaleunyi,” *e-Proceeding Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 252–258, 2018.
- [15] D. Kuncoro and A. Saputro, “Analisis Perencanaan Jaringan LTE di Pita Frekuensi 3500 MHz dengan Mode TDD dan FDD,” *PT. Perusah. List. Negara (Persero). IncomTech, J. Telekomun. dan Komput.*, vol. 7, no. 1, pp. 35–60, 2016.
- [16] G. Pramulia, I.P.D.K., Sudiarta, P.K., Sukadarmika, “Analisis Pengaruh Jarak Antara User Equipment dengan eNodeB Terhadap Nilai RSRP (Reference Signal Received Power) Pada Teknologi LTE 900 MHz,” *E-Journal SPEKTRUM*, vol. 2, no. 3, pp. 24–30, 2015.
- [17] I. Haniem, “Teknik Carrier Aggregation untuk Downlink Pada LTE,” Universitas Sriwijaya, Indralaya, 2017.
- [18] M. Bayu Septiyanto, Uke Kurniawan Usman, Ir., M.T., Noviwan Wicaksono, ST, “4G LTE Evolved Packet Core Network Planning in Bandung,” *e-Proceeding Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 3152–3161, 2015.
- [19] M. T. Fauzi Hidayat, Hafidudin, AMd., S.T., M.T., Linda Meylani, S.T., “Analysis of LTE Radio Access Frequency Optimization in Bandung Area,” *e-Proceeding Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 1669–1676, 2016.
- [20] A. Genubhy, “Pengukuran Karakteristik Propagasi Kanal VHF pada Band Orbcomm,” Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- [21] M. J. Wisnu Eko P., Wahyu Adi Priyono, Ir., MT., and Dwi Fadilla K., ST.,

“Pengaruh Multipath Fading Terhadap Performansi Pada Downlink Jaringan CDMA 2000 1X EV-DO Revision A,” pp. 1–8, 2014.

[22] T. S. Rappaport, *Wireless Communications, Principles and Practice*. 1996.