

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN TUGAS .....	iv
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN .....	xv
INTISARI.....	xvii
ABSTRACT .....	xviii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Perumusan Masalah .....	6
I.3 Batasan Masalah .....	6
I.4 Tujuan Penelitian .....	7
I.5 Manfaat Penelitian .....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
II.1 Teknik <i>Fingerprint</i> pada IPS dengan Menggunakan BLE.....	10
II.2 Penggunaan <i>Kalman Filter</i> pada IPS .....	12
II.3 Kontribusi Penelitian dalam Bidang <i>Indoor Positioning System</i> .....	13
BAB III DASAR TEORI .....	18
III.1 <i>Bluetooth Low Energy</i> .....	18
III.2 <i>Received Signal Strength Indicator</i> (RSSI).....	20
III.3 <i>K-Nearest Neighbor</i> .....	22
III.4 <i>Data Filtering</i> .....	26
III.5 <i>Kalman Filter</i> .....	29
III.5.1 Proses Estimasi .....	29
III.5.2 Komputasi Origin dari <i>Filter</i> .....	30
III.5.3 Algoritma <i>Kalman Filter</i> Diskrit .....	32

III.5.4 Parameter dan <i>Tuning Filter</i> .....	33
BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN .....	34
IV.1 Alat dan Bahan Penelitian.....	34
IV.2 Tata Laksana Penelitian .....	35
IV.2.1 Studi Literatur .....	36
IV.2.2 Perumusan Masalah .....	36
IV.2.3 Pembangunan Sistem .....	37
IV.2.4 Skema Pengambilan Data .....	40
IV.2.5 Mengolah Data Latih dan Data Uji .....	45
IV.2.5.1 Penerapan <i>Kalman Filter</i> pada Nilai RSSI .....	45
IV.2.5.2 Pembagian Data Latih dan Data Uji .....	47
IV.2.5.3 Skema Pengolahan Data dengan Teknik <i>Fingerprint</i> .....	48
IV.2.6 <i>Tuning</i> Algoritma KNN .....	49
IV.2.7 Menggunakan Algoritma KNN .....	50
IV.2.7.1 Algoritma KNN .....	50
IV.2.7.2 Parameter Kinerja Algoritma.....	51
IV.3 Rencana Analisis Hasil Penelitian .....	52
IV.3.1 Analisis Data Pengukuran Setiap <i>Channel</i> .....	52
IV.3.2 Analisis Performa IPS .....	53
IV.3.3 Analisis Pengaruh <i>Kalman Filter</i> terhadap Performa IPS .....	53
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	54
V.1 Analisis Nilai RSSI .....	54
V.2 Analisis Performa <i>Indoor Positioning System</i> .....	55
V.2.1 Performa IPS pada Kondisi <i>Line of Sight Indoor</i> (LOS) .....	55
V.2.2 Perbandingan Performa IPS pada Kondisi LOS dan NLOS .....	60
V.2.3 Perbandingan Performa LOS <i>Indoor</i> dengan LOS <i>Outdoor</i> .....	62
V.3 Analisis Pengaruh <i>Kalman Filter</i> .....	63
V.3.1 Penerapan <i>Kalman Filter</i> terhadap Nilai RSSI .....	63
V.3.2 Pengaruh <i>Kalman Filter</i> terhadap Performa IPS pada Kondisi LOS..	65
V.3.3 Pengaruh <i>Kalman Filter</i> terhadap Performa IPS pada Kondisi Lingkungan <i>Indoor</i> NLOS .....	68
V.3.4 Pengaruh <i>Kalman Filter</i> terhadap Performa IPS pada Lingkungan <i>Outdoor</i> LOS.....	69

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....	53
VI.1 Kesimpulan .....	53
VI.2 Saran .....	53
DAFTAR PUSTAKA .....	71
LAMPIRAN.....	71
LAMPIRAN A KODE SUMBER .....	76
A.1 Kode Sumber Pengambilan Data Uji Coba <i>Beacon</i> .....	76
A.2 Kode Sumber Pengambilan Data .....	77
A.3 Kode Sumber Konfigurasi BLE Menjadi <i>Beacon</i> .....	79
A.4 Kode Sumber <i>Kalman Filter</i> .....	84
A.5 Kode Sumber KNN .....	85
LAMPIRAN B DATA UJI COBA <i>BEACON</i> .....	89
LAMPIRAN C DATA RSSI UNTUK IPS .....	90
LAMPIRAN D HASIL PREDIKSI POSISI.....	91

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1</b> Perkembangan Teknologi <i>Bluetooth</i> .....	18
<b>Tabel 3.2</b> Nilai Parameter “ <i>Advertising Channel Map</i> ” .....	20
<b>Tabel 3.3</b> <i>Confusion Matrix</i> .....	25
<b>Tabel 4.1</b> Daftar Alat dan Bahan yang Digunakan dalam Penelitian.....	34
<b>Tabel 4.2</b> Struktur Data yang Diterima <i>Scanner</i> .....	45
<b>Tabel 5.1</b> Perbandingan Kinerja <i>Channel BLE</i> .....	55
<b>Tabel 5.2</b> Perbandingan Kondisi LOS dan NLOS.....	61
<b>Tabel 5.3</b> Perbandingan Kondisi LOS <i>Indoor</i> dan LOS <i>Outdoor</i> .....	62
<b>Tabel 5.4</b> Perbandingan Parameter Data <i>Kalman Filter</i> .....	64
<b>Tabel 5.5</b> Perbandingan Kinerja <i>Channel BLE</i> Menggunakan <i>Kalman Filter</i> ....	65
<b>Tabel 5.6</b> Perbandingan Performa IPS pada <i>Indoor</i> NLOS dengan Menggunakan <i>Kalman Filter</i> .....	68
<b>Tabel 5.7</b> Perbandingan Performa Sistem pada Lingkungan <i>Outdoor</i> LOS dengan Menggunakan <i>Kalman Filter</i> .....	69

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Taksonomi <i>Indoor Positioning System</i> (IPS) .....	2
<b>Gambar 3.1</b> <i>Channel</i> pada BLE.....	19
<b>Gambar 3.2</b> Ilustrasi Data Latih dan Data Uji .....	23
<b>Gambar 3.3</b> a) Ilustrasi Perhitungan Jarak, (b) Ilustrasi Penentuan Label Data..	24
<b>Gambar 3.4</b> Siklus <i>Kalman filter</i> Diskrit.....	32
<b>Gambar 4.1</b> Diagram Alir Tata Laksana Penelitian .....	35
<b>Gambar 4.2</b> Skema Konfigurasi <i>Beacon</i> dan <i>Scanner</i> .....	37
<b>Gambar 4.3</b> Diagram Alir Konfigurasi <i>Beacon</i> dan <i>Scanner</i> .....	38
<b>Gambar 4.4</b> Diagram Alir Pengukuran Nilai RSSI .....	39
<b>Gambar 4.5</b> Ilustrasi Skema Pengujian <i>Beacon</i> .....	40
<b>Gambar 4.6</b> Uji Coba <i>Beacon</i> Pada Lingkungan <i>Outdoor</i> .....	41
<b>Gambar 4.7</b> Pengujian <i>Beacon</i> Pada Lingkungan <i>Indoor</i> .....	41
<b>Gambar 4.8</b> Skema Area Pengukuran (a) Denah Ruangan, (b) Skema Pengukuran pada Ruangan yang Digunakan.....	42
<b>Gambar 4.9</b> Pengambilan Data dengan Keberadaan Manusia dan Objek Pengganggu.....	44
<b>Gambar 4.10</b> Pengambilan Data Pada Lingkungan <i>Outdoor</i> .....	44
<b>Gambar 4.11</b> Diagram Alir Penerapan <i>Kalman Filter</i> .....	46
<b>Gambar 4.12</b> Grafik Nilai RSSI Menggunakan <i>Kalman Filter</i> .....	47
<b>Gambar 4.13</b> Skema Pengolahan Data .....	48
<b>Gambar 4.14</b> Skema Pengolahan Data dengan Menggunakan <i>Kalman Filter</i> ....	49
<b>Gambar 4.15</b> Skema Pembagian Data <i>k-fold Cross Validation</i> .....	50
<b>Gambar 4.16</b> <i>Multi-class Confusion Matrix</i> .....	51
<b>Gambar 5.1</b> Pengujian Pengukuran Nilai RSSI.....	54
<b>Gambar 5.2</b> Persebaran Rata-Rata Galat pada <i>Channel Full</i> .....	56
<b>Gambar 5.3</b> Persebaran Prediksi pada Posisi 22 <i>Channel Full</i> .....	56
<b>Gambar 5.4</b> Persebaran Rata-Rata Galat pada <i>Channel 37</i> .....	57
<b>Gambar 5.5</b> Persebaran Prediksi pada Posisi 21 <i>Channel 37</i> .....	58
<b>Gambar 5.6</b> Persebaran Rata-Rata Galat pada <i>Channel 38</i> .....	59
<b>Gambar 5.7</b> Persebaran Prediksi pada Posisi 15 <i>Channel 38</i> .....	59

<b>Gambar 5.8</b> Perbandingan Presisi, <i>Recall</i> dan <i>F1-score Channel BLE</i> .....	60
<b>Gambar 5.9</b> Persebaran Rata-Rata Galat Kondisi NLOS .....	61
<b>Gambar 5.10</b> Perbandingan Presisi, <i>Recall</i> dan <i>F1-score</i> pada Kondisi Lingkungan LOS dan NLOS.....	62
<b>Gambar 5.11</b> Perbandingan Presisi, <i>Recall</i> dan <i>F1-score LOS Indoor</i> dan <i>LOS Outdoor</i> .....	63
<b>Gambar 5.12</b> Penerapan <i>Kalman Filter</i> pada Nilai RSSI.....	64
<b>Gambar 5.13</b> Perbandingan Persebaran Galat <i>Channel Full</i> dengan <i>Kalman Filter</i> .....	66
<b>Gambar 5.14</b> Perbandingan Persebaran Galat <i>Channel 38</i> dengan <i>Kalman Filter</i> .....	67
<b>Gambar 5.15</b> Perbandingan Presisi pada Kondisi LOS dengan Menggunakan <i>Kalman Filter</i> .....	67
<b>Gambar 5.16</b> Perbandingan Performa IPS pada Kondisi NLOS dengan Menggunakan <i>Kalman Filter</i> .....	68
<b>Gambar 5.17</b> Perbandingan Performa IPS pada Lingkungan <i>Outdoor</i> dengan Menggunakan <i>Kalman Filter</i> .....	69