MENDETEKSI OBJEK DENGAN ALGORITMA *NAIVE BAYES* MENGGUNAKAN PERANGKAT *BLUETOOTH LOW ENERGY*

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu persyaratan mencapai derajat Sarjana S1



DISUSUN OLEH :

RIFKY MUKTI RAMADHONI

13524051

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2018

LEMBAR PENGESAHAN

MENDETEKSI OBJEK DENGAN ALGORITMA *NAIVE BAYES* MENGGUNAKAN PERANGKAT *BLUETOOTH LOW ENERGY*

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Disusun oleh:

RIFKY MUKTI RAMADHONI
13524051

Yogyakarta, 30 Agustus 2018

Menyetujui,

Pembimbing

Dzata Farahiyah S.T, M.Sc.
155220509

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

MENDETEKSI OBJEK DENGAN ALGORITMA *NAIVE BAYES* MENGGUNAKAN PERANGKAT *BLUETOOTH LOW ENERGY*

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Rifky Mukti Ramadhoni

13524051

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Pada tanggal: 23 Oktober 2018

Susunan dewan penguji

Ketua Penguji : Dzata Farahiyah S.T, M.Sc.

Anggota Penguji 1: Tito Yuwono, ST, M.Sc.

Anggota Penguji 2: Alvin Sahroni, ST, M.Eng, Ph.D.

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Yusuf Aziz Amrulloh S.T, M.Sc., Ph.D,

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta, 30 Agustus 2018



Rifky Mukti Ramadhoni

PRAKATA

Segala puji bagi Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, shalawat beserta salam semoga senantiasa terlimpah curahkan kepada Nabi Muhammad SAW, kepada keluarganya, para sahabatnya, hingga kepada umatnya hingga akhir zaman. Penyusunan laporan tugas akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri. Judul yang diajukan adalah "Mendeteksi Objek dengan Algoritma *Naive Bayes* Menggunakan Perangkat *Bluetooth Low Energy.*

Penulisan laporan skripsi ini tidak mungkin terjadi tanpa adanya bimbingan, bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. **Allah Subhanahu wa Ta'ala,** atas semua karunia dan nikmat yang tak henti-hentinya selalu membimbing langkah saya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan ini.
2. **Kedua Orang Tua dan Keluarga,** terima kasih atas doa, motivasi, dan dukungan untuk saya, baik moral maupun finansial yang selalu diberikan.
3. **Bapak Yusuf Aziz Amrulloh S.T, M.Sc., Ph.D,** selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. **Bapak Medilla Kusriyanto S.T, M.Eng.,** selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
5. **Ibu Dzata Farahiyah S.T, M.Sc.,** selaku Dosen Pembimbing skripsi yang telah membimbing dan membantu dengan sabar, serta memberikan berbagai masukan dalam penulisan laporan ini.
6. **Seluruh dosen dilingkup jurusan Teknik Elektro ,** yang telah memberikan bimbingan dan ilmunya kepada penulis selama kuliah.
7. **Gina Audeta Rahmah, S.Stat**, yang selalu memberikan dukungan dan semangat yang tidak ada habisnya sehingga penulis dapat menjalankan serta menyelesaikan Skripsi dengan baik.
8. **Teman kontrakan Mochammad Alif Fathurahman S.T dan Ricky Kurniawan**, yang selalu berada disamping saya memberikan dukungan semangat dari awal kuliah hingga penulisan skripsi ini selesai.
9. **Didon Adiwardhana**, yang selalu mendukung proses skripsi saya sampai selesai.
10. **Swampy Wana Ardi S.Kom**, yang selalu menemani saya dalam proses skripsi.
11. **Berlian Fiko Putra S.I.Kom**, yang selalu memberikan nasihat dan pengalamannya selama proses skripsi.

12. **Seluruh mahasiswa Teknik Elektro UII 2013**, yang telah membantu proses skripsi.
13. **Semua pihak** yang telah membantu dan membimbing selama proses skripsi.
14. **Miona**, motor yang selalu setia menemani saya kemana saja tidak peduli terik panas ataupun hujan badai selama proses skripsi.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat ganda kepada semuanya. Dalam penulisan laporan ini tak luput dari kesalahan, sekiranya penulis memohon maaf dan ampun.

ARTI SINGKATAN

Singkatan	*Arti Singkatan*
BLE	*Bluetooth Low Energy*
GPS	*Global Positioning System Sight*
WLAN	*Wireless Local Area Network*
Wi-fi	*Wireless fidelity*
AP	*Access Point*
RSSI	*Receive Signal Strength Indicator*
GHz	*Gigahertz*
Mbit	*Megabit*
s	*second*
SSID	*Service Set Identifier*
m	*meter*
dBm	*Decibel miliWatt*

ABSTRAK

Pada saat ini teknologi berkembang sangat pesat, adapun contohnya yaitu, *bluetooth* mengembangkan dan mengeluarkan produk terbaru yaitu *bluetooth low energy* (*BLE*). *BLE* memiliki banyak kelebihan, namun kali ini yang akan di kerjakan terfokus pada kelebihan *bluetooth* dalam menentukan suatu posisi pengguna. Pengguna dapat mengatur jarak alat itu sendiri sehingga tidak ada kekeliruan dalam menentukan posisi. Pada penelitian ini akan dilakukan penentuan estimasi posisi objek pada ruangan *LG Corner* FTI UII dengan metode algoritma *Naïve Bayes*, dikarenakan metode ini merupakan metode yang baik jika digunakan dalam mesin pembelajaran berdasarkan data *training*. Penentuan estimasi posisi objek berdasarkan besarnya peluang objek pada setiap *cluster*. Berdasarkan pengujian didapatkan algoritma *Naïve Bayes* mampu menentukan estimasi posisi objek pada *cluster* yang benar, namun tidak dapat menentukan akurasi titik koordinat dari objek.

Kata Kunci: *RSSI, BLE, Naïve Bayes*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ..... **Error! Bookmark not defined.**
LEMBAR PENGESAHAN ..... **Error! Bookmark not defined.**
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ..... **Error! Bookmark not defined.**
ARTI SINGKATAN vi
ABSTRAK vii
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR TABEL x
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Landasan Teori 5
2.1.1 *Bluetooth Low Energy* 5
2.1.2 *Indoor Localization* 6
2.1.3 Algoritma *Naive Bayes* 6
2.1.4 RSSI 7
BAB III PERANCANGAN SISTEM 8
3.1 Perancangan Lokasi Penentuan 9
3.2 Pengambilan Data *Training* 10
3.3 Pengambilan Data Pengujian 10
3.4 Aplikasi Algoritma *Naive Bayes* 10
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 12
4.1 Hasil Pengambilan Data *Training* 12
4.2 Hasil Pengujian 12
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 19
5.1 Kesimpulan 19
5.2 Saran 19
DAFTAR PUSTAKA 20

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1……...8

Gambar 3.2……...9

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1……13
Tabel 4.2……14
Tabel 4.3……14
Tabel 4.4……17

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi berkembang sangat pesat pada era globalisasi yang mana memberikan banyak manfaat dalam kehidupan sosial. Manusia menggunakan teknologi untuk membantu menyelesaikan pekerjaan dalam kehidupan. Sebagai pengguna teknologi manusia harus dapat memanfaatkan teknologi yang berkembang saat ini. Adapun teknologi informasi dan komunikasi yang berkembang pesat pada saat ini merupakan awal dari kehidupan manusia untuk menuju hal yang lebih baik lagi. Terdapat poin penting dari berkembangnya teknologi komunikasi dan informasi yaitu penggunaan jaringan nirkabel untuk menyalurkan transmisi data.

Jaringan nirkabel merupakan suatu jaringan yang tidak menggunakan kabel dalam mengirim ataupun menerima data. Terdapat pengembangan jaringan nirkabel, salah satunya adalah *bluetooth*. *Bluetooth* adalah sebuah perangkat teknologi *wireless* yang bekerja dalam frekuensi 2,4 GHz dan dapat mengirimkan komunikasi data ataupun suara dengan jarak jangkauan yang terbatas. *Bluetooth* dapat berupa *card* yang berbentuk dan berfungsi sama seperti yang digunakan pada *wireless local area network* (*WLAN*). Namun, *bluetooth* memiliki jangkauan jarak yang lebih pendek dan pengiriman data yang lebih kecil.

Pada saat ini teknologi berkembang sangat pesat, adapun contohnya yaitu, *bluetooth* mengembangkan dan mengeluarkan produk terbaru yaitu *bluetooth low energy* (*BLE*). Terdapat perbedaan diantara *bluetooth* yang sebelumnya dan *BLE* yaitu menggunakan daya yang kecil, *transmisi* data yang cepat hingga 1 Mbit/s, penggunaan yang lebih lama, dan dapat mengetahui suatu lokasi. Pada saat ini terdapat teknologi yang dapat melakukan *tracking system* adalah *Global Positioning Sytem (GPS)*. *GPS* bekerja dengan menentukan jarak dengan satelit-satelit dan diketahui dari sinyal-sinyal dari beberapa satelit pada satu tempat yang dituju secara bersamaan. *GPS* menggunakan jaringan *GSM* untuk mengirimkan data kepada pengguna dari servernya masing-masing. Namun, *GPS* masih menggunakan *longitude* dan *latitude* untuk menentukan suatu posisi sehingga tidak dapat mengetahui letak horizontal, contohnya jika berada didalam ruangan gedung.

BLE memiliki banyak kelebihan, namun kali ini yang akan di kerjakan terfokus pada kelebihan *bluetooth* dalam menentukan suatu posisi pengguna. Pengguna dapat mengatur jarak alat itu sendiri sehingga tidak ada kekeliruan dalam menentukan posisi.

Salah satu alat yang yang menggunakan *BLE* adalah *beacon. Beacon* berfungsi sebagai penentu posisi dalam suatu ruangan. Alat b*eacon* yang akan digunakan kali ini merupakan produk

anak bangsa Indonesia sendiri, yaitu *Cubeacon*. Dari berbagai kegunaan *beacon* yang akan dilakukan terfokus pada penentuan lokasi pengguna pada suatu ruangan di gedung dengan menggunakan *Cubeacon*.

Dalam penentuan lokasi objek (*smartphone*), terdapat beberapa macam metode algoritma yang dapat digunakan, sebagai contohnya:

1. Algoritma *Triletaration*, yang memerlukan tiga atau lebih *base station* yang mana masing-masing telah diketahui titik koordinatnya. Jika jarak dari *access point* ke *smartphone* dapat dihitung, maka dapat diketahui lingkaran yang berjari-jari. Kemudian lingkaran akan membentuk suatu titik potong yang mengetahui posisi *smartphone*.
2. Lokalisasi *Fingerprint*, terbagi menjadi dua tahap yaitu *training* dan *positioning*. Tahap *training* berguna untuk membuat *database* untuk *fingerprint*. Kemudian pada tahap *positioning*, *smartphone* memperoleh nilai *RSSI* pada suatu titik di mana posisi yang akan dicari. Nilai *RSSI* tersebut dibandingkan dengan data pada *database*, hasilnya diperoleh lokasi *smartphone* yang paling mirip.
3. Algoritma *K Nearest Neighbor* (kNN), sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data *training* yang memiliki jarak paling dekat dengan objek tersebut.
4. Algoritma *Naïve Bayes*, yang mana merupakan metode perhitungan prediksi yang berdasarkan probabilitas dari pola klasifikasi data.

Pada penelitian ini menggunakan metode algoritma *Naïve Bayes*, dikarenakan metode ini merupakan metode yang baik jika digunakan dalam mesin pembelajaran berdasarkan data *training*. Namun, metode ini hanya dapat digunakan sebagai persoalan klasifikasi dengan data-data yang telah di kategorikan.

Untuk melakukan penelitian ini dibutuhkan *access point* untuk mengetahui pemetaan suatu ruangan karena keterbatasan sinyal yang berada pada ruangan tertutup seperti koridor gedung. *Access Point* berbasis *bluetooth* memiliki kekuatan sinyal yang kuat. Kuat sinyal yang diterima tergantung terhadapt arah sinyal, besar kecilnya suatu sinyal yang dipancarkan berdasarkan pada lokasi pemancar karena suatu sinyal dapat dipantulkan apabila melewati penghalang seperti kaca, dan diserap apabila melewati penghalang seperti dinding. Semakin banyak penghalang mengakitbakan nilai *RSSI* yang didapatkan semakin kecil. Hal tersebut membuat peneliti ingin melakukan penelitian mendeteksi suatu pengguna menggunakan *Bluetooth Low Energy* berdasasrkan perangkat smartphone. Penggunaan *BLE* dan smartphone diharapkan mampu mendeteksi suatu posisi pengguna dengan cukup baik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dari itu dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

Bagaimana menentukan posisi objek (*smartphone*) pada suatu ruangan dengan perangkat *Bluetooth Low Energy* menggunakan algoritma *Naive Bayes*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

Mengetahui lokasi suatu objek di dalam ruangan dengan perangkat *Bluetooth Low Energy* menggunakan algoritma *Naive Bayes*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

Memberikan solusi kepada masyarakat atau pengguna untuk mengetahui posisi pengguna berdasarkan perangkat *smartphone* yang digunakan oleh pengguna.

1.5 Batasan Masalah

Terdapat batasan masalah dari penelitian ini:

1. Area lokasi yang digunakan adalah ruangan *LG Corner* Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Metode yang digunakan adalah algoritma *Naive Bayes.*
3. Simulasi dilakukan untuk mendeteksi objek (*smartphone*) di dalam ruangan menggunakan *Bluetooth Low Energy* (*Cubeacon*) dalam *grid* 1x1 meter.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Penulisan skripsi ini menggunakan beberapa penelitian terdahulu sebagai panduan untuk dapat mengetahui keterkaitan penlitian yang akan dilakukan agar terhindar dari duplikasi yang dilakukan oleh penulis. Terdapat juga beberapa ulasan tentang penilitian-penilitan sebelumnya yang telah dilakukan menurut data dan metode yang digunakan yaitu sebagai berikut.

Penelitian yang sudah ada dilakukan oleh Ariffa, Ginardi, dan Shidiqqi (2013) dengan judul "Implementasi *Indoor Localization* Menggunakan Sinyal Wi-Fi dan *Decision Tree* untuk Pelacakan Seseorang di Kampus Teknik Informatika ITS" yang membahas tentang sistem dengan konsep *3D Indoor Localization* yang mana sistem ini memberikan pendapat untuk mengetahui lokasi di dalam ruangan atau gedung. Terdapat kelebihan dari pemanfaatan konsep ini yaitu dapat digunakan pada gedung yang memiliki lebih dari satu lantai. Data yang didapatkan dari berbagai percobaan di Kampus Informatika ITS dengan proses *sampling* terhadap kekuatan dan *Basic Service Set Identifier* (BSSID) yang ditangkap oleh *device smartphone* dibuat model *decision tree* yang kemudian diubah menjadi variabel-variabel. Variabel itulah yang digunakan sebagai acuan untuk mengetahui lokasi yang ditentukan[1].

Penelitian yang dilakukan oleh Manalu (2015) dengan judul "Sistem Estimasi Posisi dengan Metode *Active Beacon* Menggunkan Pemancar Zigbee" mengkaji tentang pengukuran pada posisi wahana gerak mandiri menggunakan metode *active beacon* dan odometri. Pada metode *active beacon* dapat digunakan pemancar zigbee sebagai tanda aktif sedangkan untuk metode odometri menggunakan *rotary encoder* dengan resolusi 360 lubang/putaran. Dilakukan simulasi dengan parameter-parameter dari hasil pengukuran pemancar zigbee dan spesifikasi wahana gerak mandiri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengukuran posisi menggunakan nilai RSSI zigbee tidak dapat memperoleh hasil yang baik karena rentang nilai RSSI zigbee yang kecil yaitu dari -23dB sampai -92dB dibandingkan dengan rentang jarak jangkauan pemancar yang dapat mencapai 100m[2].

Penelitian yang dilakukan oleh Mayasari, Rahmat, dan Swara (2016) dengan judul "Perencanaan dan Implementasi Sistem *Indoor Localization* Berbasis *Wireless Sensor Network* dengan Perangkat Zigbee" membahas tentang sistem *Indoor Localization* yang dapat mengatasi penentuan lokasi seperti pada ruangan-ruangan, gedung bertingkat. Hasil percobaan *Indoor Localization* dalam penelitian ini, nilai *error* lokalisasi paling besar adalah 0,0929 pada pengujian

10 meter. *Error* koordinat lokalisasi paling besar bernilai 1,3144 meter. Nilai *error localization* terbesar pada ruangan yang berbeda sebesar 0,1078 sedangkan *error* yang terkecil sebesar 0,0708[3].

Penelitian yand dilakukan oleh Lukito dan Chrismanto (2015) dengan judul "Perbandingan Metode-Metode Klasifikasi Untuk *Indoor Positioning System*" membahas tentang metode *Naïve Bayes* berdasarkan pada pendekatan teorema *Bayes*, yang mana setiap variabel bersifat saling bebas, tidak ada ketergantungan terhadap satu sama lain, dan menghitung probabilitas suatu pekerjaan dari kondisi tertentu[4].

$$P(A|B) = \frac{P(A)P(B|A)}{P(B)}$$

Dapat dilihat pada persamaan diatas P(A|B) merupakan peluang pada A jika diketahui B, P(A) merupakan peluang A, P(B) merupakan peluang B dan P(B|A) adalah peluang B jika diketahui A[4].

2.1 Landasan Teori

2.1.1 *Bluetooth Low Energy*

Bluetooth Low Energy mampu untuk mengirimkan atau menerima data. Adapun fungsi *Bluetooth Low Energy*, yaitu :

1. Pengaturan waktu. Pada saat perangkat menerima sinyal *BLE* dari suatu *access point* maka perangkat akan merubah waktu sesuai dengan *access point* sehingga terjadi proses sinkronisasi setiap waktu untuk proses deteksi dan bisa dilakukan tanpa terjadi kesalahan.
2. Informasi pada *Service Set Identifier* (SSID). Pusat stasiun akan melihat pada perangkat *BLE* untuk mengetahui SSID dari jaringan mana saja yang akan terhubung/terkoneksi. Kemudian stasiun akan mencari tahu letak posisi, dimana *BLE* mengirimkan perintah untuk meminta kepada *access point* dan dapat diakses lalu terdeteksi dengan *access point* tersebut.
3. Mengetahui kecepatan *Access Point*. Pada perangkat *BLE* terdapat juga informasi yang berisikan beberapa kecepatan yang ada pada *access point*[5].

Terdapat juga fitur dari *bluetooth low energy,* sebagai berikut :

1. Mengirim data dengan *Bluetooth* 4.0
2. Radius sinyal 100 meter
3. Parameter dapat di konfigurasikan
4. Konsumsi daya yang rendah
5. Baterai bertahan 2 tahun

2.1.2 *Indoor Localization*

Lokalisasi yaitu perkiraan melalui komunikasi antara node local dan *unlocalized node* untuk menentukan geometris penempatan atau posisi mereka. Lokasi ditentukan dengan jarak dan sudut antar *node.* Ada banyak konsep-konsep yang digunakan dalam lokalisasi, antara lain:

1. *Lateration* terjadi ketika jarak antara *node* diukur untuk memperkirakan lokasi.
2. *Angulation* terjadi ketika sudut antara *node* diukur untuk memperkirakan lokasi.
3. *Trilateration.* Lokasi *node* diperkirakan melalui pengukuran jarak dari tiga *node.* Dalam konsep ini, persimpangan tiga lingkaran dihitung, yang memberikan satu titik yaitu posisi *node unlocalized.*
4. Triangulasi. Dalam Mekanisme ini, setidaknya dua sudut *node unlocalized* dari dua *node* local diukur untuk memperkirakan posisinya. Hukum trigonometri, hokum sinus dan cosinus digunakan untuk memperkirakan posisi *node*[4].

2.1.3 Algoritma *Naive Bayes*

Naive Bayes Classifier merupakan algoritma klasifikasi yang berdasarkan pada teorema bayes. Algoritma posisi *fingerprint* menggunakan pendekatan probabilistik yang mana perangkat *smartphone* akan menerima sebuah nilai RSSI dari *access point*. Dasar penentuan *localization* adalah mencari probabilitas tertinggi pada setiap pengelompokan dimana RSSI yang diukur sebagai masukan data, titik acuan probabilitas tertinggi berarti kekuatan sinyal dari *access point* adalah yang paling mirip dengan sinyal yang dihitung dengan teorema *Naïve Bayes.* Terdapat persamaan *Naïve Bayes* :

$$P(S_n \cap C_u) = \arg \max_{C\epsilon} P(C_u) \prod_i P(S_n|C_u) \qquad (2.1)$$

Keterangan :

- $P(S_n \cap C_u)$merupakan probabilitas objek (smartphone) berada pada lokasi tertentu
- S_n adalah jumlah RSSI yang muncul pada cluster, yang mana n nya adalah {1,2,3,4}
- C_u adalah jumlah data pada cluster, u nya adalah {A,B,C,…,J}
- $P(C_u)$ adalah persentase besarnya cluster
- $P(S_n|C_u)$ merupakan persentase berapa kali nilai RSSI tersebut muncul pada masing-masing cluster

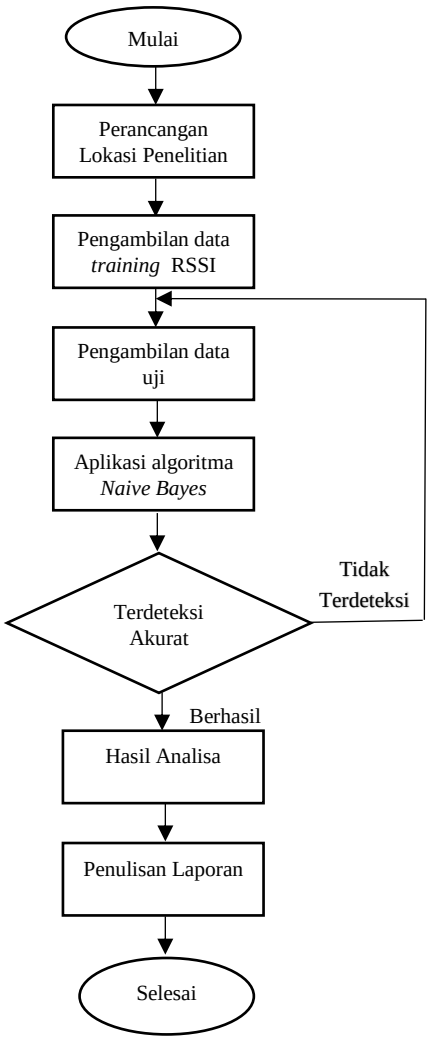
2.1.4 RSSI

Receive Signal Strength Indicator (RSSI) adalah sebuah ukuran untuk mengetahui kuat sinyal yang dipancarkan oleh suatu pemancar *bluetooth low energy* dan diterima oleh objek (*smartphone*) dalam satuan dBm[6]. dBm merupakan satuan tingkat yang digunakan untuk menunjukan bahwa rasio daya dinyatakan dalam decibel dengan mengacu pada satu miliWatt. Nilai RSSI yang dikirimkan memiliki keterbatasan, karena kekuatan sinyal rentan terhadap penghalang seperti tembok, lemari dan lain-lain yang terdapat pada ruangan.

BAB III

PERANCANGAN SISTEM

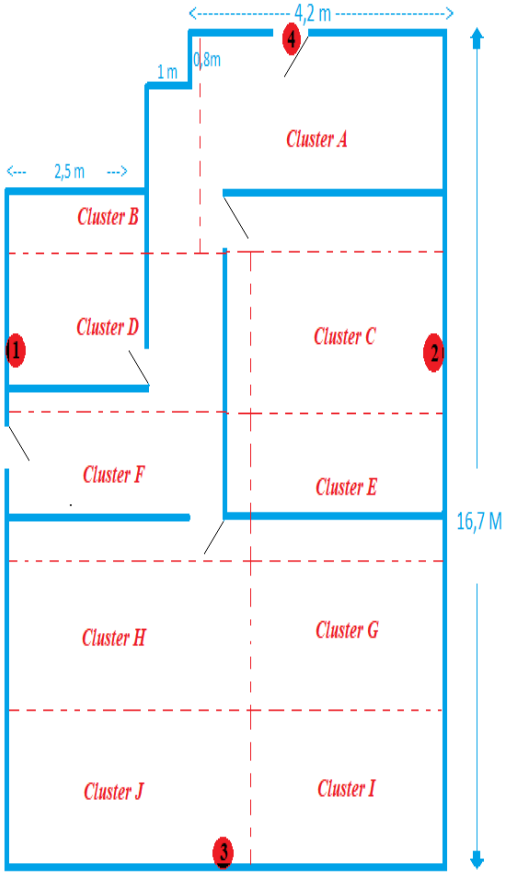
Dalam penelitian ini, terdapat diagram alur perancangan yang dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan

3.1 Perancangan Lokasi Penentuan

Pada gambar di bawah ini merupakan penentuan *access point* yang ditentukan:



Gambar 3.2 Penentuan *access point*

Penentuan *access point* sangat diperlukan untuk melakukan penelitian ini, agar sistem navigasi dari *beacon* dapat memancarkan sinyal yang cukup kuat dan dapat terdeteksi dengan baik oleh *smartphone*. Pada penelitian ini menggunakan *access point* sebanyak 4 buah, karena ruangan yang digunakan cukup luas. *Access point* yang digunakan telah dicoba terlebih dahulu agar tidak terjadi selisih nilai sinyal yang terlalu jauh. Pada Gambar 3.2 diatas, merupakan lokasi untuk melakukan penelitian yaitu *LG Corner* FTI UII yang berada di Gedung FIAI UII.

Ruangan tersebut dibagi menjadi 10 *cluster*. Pembagian *cluster* diperoleh berdasarkan ukuran ruangan *LG Corner*. Setiap *cluster* hampir memilliki jumlah data yang sama, pembagian *cluster* ada yang menjadi *grid* 3x3 meter, adapula yang menjadi 3x4 meter. Pembagian data tersebut berbeda dikarenakan panjang x adalah 7,7 meter. Pembagian *cluster* ini digunakan sebagai penentu lokasi objek (*smartphone*). Terdapat alat dan bahan yang digunakan sebagai berikut :

- 4 buah perangkat *bluetooth low energy* (Cubeacon 224 = AP1, Cubeacon 225 = AP2, Cubeacon 226 = AP3, Cubeacon 228 = AP4)
- *Smartphone* sebagai objek
- *Roll Meter* sebagai alat ukur untuk mengetahui panjang dan lebar ruangan

3.2 Pengambilan Data *Training*

Untuk mendapatkan estimasi lokasi suatu objek (*smartphone*) berdasarkan pengolahan data, hal yang terbaik yang dilakukan adalah membagi *grid* 1x1 meter di setiap ruangan. Untuk mengukur data *training* dilakukan pengukuran nilai RSSI disetiap *access point* pada grid 1x1 m diseluruh ruangan. Agar memperoleh hasil pengukuran yang spesifik, pengukuran dilakukan secara berulang-ulang. Hal tersebut dapat teratasi dengan menambah ketinggian lokasi objek (*smartphone*). Hasil yang diperoleh dari pengukuran tiap *grid* 1x1 meter digunakan sebagai acuan data simulasi untuk menentukan estimasi lokasi objek (*smartphone*). Pengukuran jarak *Bluetooth Low Energy* terhadap objek (*smartphone*) tiap meternya menggunakan *meterline* agar pengukuran lebih presisi.

3.3 Pengambilan Data Pengujian

Proses pengambilan data uji penelitian ini dilakukan dengan menentukan suatu titik koordinat. Pada proses ini data diperoleh dari 5 titik lokasi berbeda yang diambil secara acak, namun titik koordinat yang diambil harus berada pada *grid* 1x1 meter posisi x dan y. Dikarenakan sifat sinyal yang fluktuatif, pengambilan data uji sebaiknya dilakukan secara berulang kali untuk menghindari perbedaan nilai RSSI yang terlalu jauh dari data *training*. Kemudian data yang diperoleh dibuatkan nilai rata-ratanya, nilai rata-rata tersebut yang diambil sebagai data pengujian.

3.4 Aplikasi Algoritma *Naive Bayes*

Metode perhitungan *Naïve Bayes* dapat menentukan estimasi posisi objek berdasarkan perhitungan probabilitas. Contohnya membandingkan besar probabilitas nilai RSSI yang diperoleh objek (*smartphone*) saat pengambilan data uji dengan data *training*. Penentuan estimasi lokasi objek (*smartphone*) dapat ditentukan menggunakan persamaan (3.1).

$$P(S_n \cap C_u) = \arg \max_{C\epsilon} P(C_u) \prod_i P(S_n|C_u) \qquad (3.1)$$

Keterangan :

- $P(S_n \cap C_u)$ = Probabilitas objek (smartphone) berada pada lokasi tertentu
- S_n = Jumlah RSSI yang muncul pada cluster, yang mana n nya adalah {1,2,3,4}
- C_u = Jumlah data pada cluster, u nya adalah {A,B,C,…,J}

- $P(C_u)$ = Persentase besarnya cluster
- $P(S_n|C_u)$ = Persentase berapa kali nilai RSSI tersebut muncul pada masing-masing cluster

Untuk mencari nilai $P(S_n \cap C_u)$, pertama yang dilakukan adalah mencari nilai probabilitas *cluster* atau $P(C_u)$, nilai tersebut dapat ditentukan dengan rumus:

$$P(C_u) = \frac{Jumlah\ data\ cluster\ u}{Jumlah\ semua\ data} \quad (3.2)$$

Keterangan :

- Jumlah data yang ada di masing cluster dibagi dengan jumlah semua data yang ada di ruangan penelitian.

Setelah mendapatkan nilai $P(C_u)$, yang harus dicari selanjutnya adalah probabilitas nilai RSSI *access point* terhadap *cluster*. Untuk $P(S_n|C_u)$ dapat dicari dengan rumus:

$$P(S_n|C_u) = \frac{(Jumlah\ RSSI|C_n)}{Jumlah\ data\ cluster} \quad (3.3)$$

Keterangan :

- S_n = jumlah RSSI yang muncul pada cluster, yang mana n nya adalah {1,2,3,4}
- C_u = tempat *cluster*
- $(Jumlah\ RSSI|C_n)$ = berapa kali nilai RSSI dari *access point* yang muncul di dalam *cluster* tersebut

Untuk mendapatkan hasil $P(S_n \cap C_u)$ yang valid dan tidak ada hasil yang 0, maka jumlah RSSI yang muncul pada *cluster* harus ditambahkan 1.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengambilan Data *Training*

Ruangan *LG Corner* memiliki ukuran ruangan sebesar 7,7 meter x 16,7 meter, yang menghasilkan 108 *grid* 1x1 meter dan memiliki data *training* sebanyak 108 data dan data pengujian sebanyak 5 data. Bisa dikatakan objek (*smartphone*), dapat mendeteksi keluaran sinyal dari masing-masing *access point* dengan baik, namun terkadang objek (*smartphone*) tidak mendapatkan keluaran sinyal atau 0 dikarenakan terhalangnya oleh objek-objek lainnya seperti meja, tembok kayu, komputer yang terdapat di lokasi penelitian. Jika nilai RSSI 0, pengukuran dilakukan pengulangan sampai nilai RSSI sebenarnya muncul. Semakin jauh jarak BLE terhadap objek (*smartphone*) maka nilai RSSI yang didapatkan akan semakin kecil, dan sebaliknya jika jarak BLE dan objek (*smartphone*) dekat maka nilai RSSI yang diperoleh akan semakin besar. Tabel (4.1) merupakan beberapa contoh data *training* yang mana satu koordinat mewakili masing-masing *cluster*, keseluruhan data *training* dapat dilihat di lampiran. Adapun contoh beberapa data *training* yang di dapatkan :

Tabel 4.1 Data *Training*

Cluster	Koordinat x	Koordinat y	Data RSSI (dBm)			
			AP1	AP2	AP3	AP4
A	1	1	-83	-85	-96	-63
B	4	1	-80	-89	-85	-67
C	1	5	-78	-72	-90	-79
D	4	5	-74	-78	-83	-77
E	1	8	-81	-72	-84	-83
F	4	8	-76	-78	-80	-80
G	1	11	-87	-78	-84	-88
H	4	11	-84	-81	-80	-83
I	1	14	-91	-83	-78	-88
J	4	14	-88	-87	-74	-87

4.2 Hasil Pengujian

Untuk menentukan lokasi estimasi objek (*smartphone*), harus dilakukan perhitungan menggunakan metode *Naïve Bayes*. Nilai RSSI data pengujian setiap *access point* akan

dibandingkan dengan keseluruhan data *training* pada semua *cluster* untuk mencari probabilitas *cluster* terbesar.

Terdapat 10 data pengujian yang diperoleh dari 5 titik koordinat yang berbeda, datanya sebagai berikut:

Tabel 4.2 Data Pengujian

Pengujian	Titik Koordinat		Data RSSI (dBm)			
	x	y	AP1	AP2	AP3	AP4
1	1	8	-83	-73	-88	-83
	1	8	-80	-71	-86	-83
2	7	3	-75	-89	-90	-83
	7	3	-73	-87	-94	-85
3	6	5	-72	-91	-87	-88
	6	5	-75	-88	-89	-86
4	2	10	-80	-84	-82	-95
	2	10	-84	-82	-84	-92
5	7	16	-87	-88	-65	-94
	7	16	-85	-90	-61	-94

Dari data uji yang terdapat di tabel 4.2, buatkan rata-ratanya di setiap titik koordinat dengan cara menambahkan hasil yang didapatkan kemudian dibagi berdasarkan berapa kali pengambilan data. Hasil rata-rata adalah:

Tabel 4.3 Rata-Rata Data Pengujian

Pengujian	Titik Koordinat		Data RSSI (dBm)			
	x	y	AP1	AP2	AP3	AP4
1	1	8	-81	-72	-86	-83
2	7	9	-74	-88	-92	-84
3	6	5	-73	-89	-88	-87
4	6	12	-82	-83	-83	-93
5	3	16	-86	-89	-63	-94

Disini akan dicontohkan cara perhitungan pada pengujian 1 untuk mencari peluang semua *cluster* :

- Koordinat asli (*cluster* E)
- Besaran RSSI pengujian (AP1 = -81 dBm, AP2 = -72 dBm, AP3 = -86 dBm, AP4 = -87 dBm)

Peluang objek berada di *Cluster* A

$$P(S_1 \cap C_A) = P(C_A) \cdot P(S_1|C_A) \cdot P(S_2|C_A) \cdot P(S_3|C_A) \cdot P(S_4|C_A) = \left(\frac{12}{108}\right)\left(\frac{3}{12}\right)\left(\frac{2}{12}\right)\left(\frac{4}{12}\right)\left(\frac{1}{12}\right) = 0.00012 \quad (4.1)$$

Peluang objek berada di *Cluster* B

$$P(S_1 \cap C_B) = P(C_B) \cdot P(S_1|C_B) \cdot P(S_2|C_B) \cdot P(S_3|C_B) \cdot P(S_4|C_B) = \left(\frac{12}{108}\right)\left(\frac{1}{12}\right)\left(\frac{1}{12}\right)\left(\frac{3}{12}\right)\left(\frac{1}{12}\right) = 0.000016 \quad (4.2)$$

Peluang objek berada di *Cluster* C

$$P(S_1 \cap C_C) = P(C_c) \cdot P(S_1|C_c) \cdot P(S_2|C_c) \cdot P(S_3|C_c) \cdot P(S_4|C_c) = \left(\frac{9}{108}\right)\left(\frac{1}{9}\right)\left(\frac{2}{9}\right)\left(\frac{3}{9}\right)\left(\frac{2}{9}\right) = 0.00015 \quad (4.3)$$

Peluang objek berada di *Cluster* D

$$P(S_1 \cap C_D) = P(C_D) \cdot P(S_1|C_D) \cdot P(S_2|C_D) \cdot P(S_3|C_D) \cdot P(S_4|C_D) = \left(\frac{12}{108}\right)\left(\frac{1}{12}\right)\left(\frac{2}{12}\right)\left(\frac{2}{12}\right)\left(\frac{3}{12}\right) = 0.000064 \quad (4.4)$$

Peluang objek berada di *Cluster* E

$$P(S_1 \cap C_E) = P(C_E) \cdot P(S_1|C_E) \cdot P(S_2|C_E) \cdot P(S_3|C_E) \cdot P(S_4|C_E) = \left(\frac{9}{108}\right)\left(\frac{3}{9}\right)\left(\frac{2}{9}\right)\left(\frac{2}{9}\right)\left(\frac{2}{9}\right) = 0.000304 \quad (4.5)$$

Peluang objek berada di *Cluster* F

$$P(S_1 \cap C_F) = P(C_F) \cdot P(S_1|C_F) \cdot P(S_2|C_F) \cdot P(S_3|C_F) \cdot P(S_4|C_F) = \left(\frac{12}{108}\right)\left(\frac{2}{12}\right)\left(\frac{1}{12}\right)\left(\frac{3}{12}\right)\left(\frac{3}{12}\right) = 0.000096 \quad (4.6)$$

Peluang objek berada di *Cluster* G

$$P(S_1 \cap C_G) = P(C_G) \cdot P(S_1|C_G) \cdot P(S_2|C_G) \cdot P(S_3|C_G) \cdot P(S_4|C_G) = \left(\frac{9}{108}\right)\left(\frac{1}{9}\right)\left(\frac{1}{9}\right)\left(\frac{1}{9}\right)\left(\frac{1}{9}\right) = 0.000012 \quad (4.7)$$

Peluang objek berada di *Cluster* H

$$P(S_1 \cap C_H) = P(C_H) \cdot P(S_1|C_H) \cdot P(S_2|C_H) \cdot P(S_3|C_H) \cdot P(S_4|C_H) \quad (4.8)$$
$$= \left(\frac{12}{108}\right)\left(\frac{2}{12}\right)\left(\frac{1}{12}\right)\left(\frac{1}{12}\right)\left(\frac{2}{12}\right) = 0.000021$$

Peluang objek berada di *Cluster* I

$$P(S_1 \cap C_I) = P(C_I) \cdot P(S_1|C_I) \cdot P(S_2|C_I) \cdot P(S_3|C_I) \cdot P(S_4|C_I) \quad (4.9)$$
$$= \left(\frac{9}{108}\right)\left(\frac{1}{9}\right)\left(\frac{1}{9}\right)\left(\frac{1}{9}\right)\left(\frac{1}{9}\right) = 0.000012$$

Peluang objek berada di *Cluster* J

$$P(S_1 \cap C_J) = P(C_J) \cdot P(S_1|C_J) \cdot P(S_2|C_J) \cdot P(S_3|C_J) \cdot P(S_4|C_J) \quad (4.10)$$
$$= \left(\frac{12}{108}\right)\left(\frac{1}{12}\right)\left(\frac{1}{12}\right)\left(\frac{1}{12}\right)\left(\frac{1}{12}\right) = 0.0000053$$

Perhitungan diatas merupakan perbandingan probabilitas di semua *cluster* untuk pengujian 1. Dapat dilihat untuk pengujian di koordinat (1,8), *cluster E* memiliki tingkat probabilitas 0.000304, yang mana nilai peluangnya lebih besar dibandingkan *cluster* lainnya. Dapat dikatakan untuk pengujian pertama objek (*smartphone*) berada pada *cluster* E. Hasil pengujian 2 sampai 5, selengkapnya dirangkum dalam tabel. Untuk keseluruhan perhitungan $(AP_n|C_n)$ dapat dilihat di lampiran.

Tabel 4.4 Perhitungan Peluang Objek pada *Cluster*

Uji	Titik Koordinat		Posisi Cluster Asli	Nilai $P(S_n \cap C_u)$										Peluang *Cluster* Terbesar
	X	y		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	1	8	E	0.0001	0.000016	0.000152	0.000064	0.000304	0.000096	0.000012	0.000021	0.000012	0.0000053	E
2	7	3	F	0.00003	0.000010	0.0000127	0.000032	0.000012	0.000042	0.00005	0.00001	0.000038	0.0000053	F
3	6	5	D	0.000005	0.000021	0.00005	0.000042	0.000038	0.000021	0.000025	0.000032	0.000033	0.000024	D
4	2	10	H	0.000016	0.000032	0.000012	0.000021	0.00005	0.000032	0.000038	0.000064	0.0000254	0.00001	H
5	7	16	I	0.0000053	0.00001	0.000012	0.0000053	0.000025	0.000053	0.000025	0.000032	0,00015	0.000021	I

Berdasarkan pengujian yang sudah dilakukan oleh peneliti, diketahui bahwa algoritma *Naive Bayes* dengan grid 1x1 m memberikan estimasi posisi suatu objek *(smartphone)* dengan tingkat akurasi yang cukup baik. Dapat dilihat dari Tabel 4.4 bahwa probabilitas masing-masing data uji memiliki nilai yang berbeda-beda. Untuk data uji koordinat (1,8) nilai probabilitas tertinggi berada di *cluster* E sebesar 0.000304, yang mana sesuai dengan posisi koordinat yang berada di *cluster* E saat pengambilan data uji. Untuk koordinat (7,3) memiliki besar probabilitas 0.000042 pada *cluster* F, yang mana merupakan probabilitas terbesar diantara semua *cluster*. Estimasi tersebut sesuai dengan posisi koordinat saat pengambilan uji simulasi. Posisi koordinat (6,5) pada *cluster* D merupakan nilai probabilitas yang terbesar dnegan nilai 0.000042, hal tersebut sesuai dengan posisi objek saat pengambilan data uji simulasi. Estimasi posisi objek pada koordinat (2,10) akurat terhadap posisi objek pada saat pengambilan data uji simulasi, nilai probabilitas terbesar terdapat di *cluster* H yaitu 0.000064. Pada data uji terakhir koordinat (7,16) pengambilan data uji berada di dekat *access point* 238. Hasil perhitungan probabilitas akurat dengan posisi objek sebenernya, berada di *cluster* I dengan nilai probabilitas terbesar yaitu 0.000152

Dari seluruh pengujian yang sudah dilakukan diketahui bahwa perhitungan menggunakan algoritma *Naïve Bayes* mampu mengestimasi posisi dengan benar bahwa objek *(smartphone)* berada di dalam *cluster* ruangan *LG Corner*. Namun, pada penelitian ini algoritma *Naïve Bayes* hanya mampu menentukan estimasi posisi objek (*smartphone*) dan tidak dapat menentukan akurasi titik koordinat objek (*smartphone*).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pada penelitian kali ini terdapat beberapa kesimpulan :

1. Penentuan estimasi lokasi objek (*smartphone*) pada ruangan *LG Corner* menggunakan *Bluetooth Low Energy* dapat menggunakan algoritma *Naïve Bayes* dengan mengklasifikasikan nilai RSSI data pengujian dengan nilai RSSI *grid* 1x1 m data *training*.
2. Dari seluruh pengujian yang dilakukan, dapat diketahui bahwa perhitungan menggunakan algoritma *Naïve Bayes* mampu menentukan estimasi posisi objek (*smartphone*) dengan benar.
3. Pada penelitian ini algoritma *Naïve Bayes* hanya mampu menentukan estimasi posisi dari objek (*smartphone*) dan tidak dapat menentukan akurasi titik koordinat dari objek (*smartphone*).

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan adalah:

1. Selalu memperhatikan alat *Bluetooth Low Energy* jika hendak digunakan, apakah nilai *RSSI* yang didapatkan tidak berselisih jauh dengan alat lainnya.
2. Peletakkan titik *access point* agar tidak sejajar dengan tanah, supaya nilai *RSSI* dapat terbaca oleh objek (*smartphone*).

DAFTAR PUSTAKA

[1] Arrifa, N.Y., R.V. Hari Ginardi, & Ary M. Shiddiqi. 2013. *Implementasi Indoor Localization Menggunakan Sinyal Wi-Fi dan Decision Tree untuk Pelacakan Seseorang di Kampus Teknik Informatika ITS.* Jurnal Teknik Pomits Vol.2, No. 1, ISSN 2337-3539.

[2] Manalu, Ferry Rippun Gideon. 2015. *Sistem Estimasi Posisi dengan Metode Active Beacon Menggunakan Pemancar Zigbee.* Jurnal Elektro, Vol. 8, No. 2, Oktober 2015: 123-128.

[3] Mayasari, R., Basuki Rahmat, & Wildan Yoga Swara. 2016. *Perencanaan dan Implementasi Sistem Indoor Localization Berbasis Wireless Sensor Network dengan Perangkat Zigbee.* e-Proceeding of Engineering: Vol.3, No.3 ISSN: 2355-9365.

[4] Lukito, Yuan dan Anotinus R. Chrismanto. 2015. *Perbandingan Metode Metode Klasifikasi untuk Positioning System.* Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi Volume 1 Nomor 2 Agustus 2015 e-ISSN: 2443 2229.

[5] Udlhiya, Ida. 2013. *WLAN Beacon Problem.* *https://www.kompasiana.com/idaudlhiya/wlan-beacon problem_552b70276ea834034e8b4589*. Diakses pada 2 Oktober 2017.

[6] T. I. N. Ahmad Deny Andika, Poltak Sihombing, "Perancangan Sistem Pengukur Jarak Antara 2 Titik Wireless Xbee Pro Berdasarkan Nilai RSSI," *Univ. Sumatera Utara, Sumatera*, vol. 66, no. 4, pp. 1–6, 2011.

Lampiran

1. Data *Training*

X	Y	Beacon			
		AP1	AP2	AP3	AP4
1	1	-83	-85	-96	-63
2	1	-82	-87	-94	-62
3	1	-81	-88	-92	-61
4	1	-80	-89	-85	-67
5	1	-78	-90	-84	-73
1	2	-80	-73	-92	-73
2	2	-79	-75	-91	-71
3	2	-78	-77	-90	-70
4	2	-77	-79	-86	-72
5	2	-75	-80	-83	-74
1	3	-85	-75	-86	-76
2	3	-83	-76	-84	-74
3	3	-80	-78	-82	-75
4	3	-79	-79	-80	-76
5	3	-77	-81	-81	-77
6	3	-74	-82	-84	-78
7	3	-72	-83	-86	-80
1	4	-82	-72	-86	-77
2	4	-81	-74	-86	-75
3	4	-79	-75	-85	-73
4	4	-76	-78	-83	-75
5	4	-75	-80	-81	-76
6	4	-73	-81	-85	-79
7	4	-72	-84	-87	-81
1	5	-78	-72	-90	-79
2	5	-76	-74	-89	-78
3	5	-75	-76	-87	-78
4	5	-74	-78	-83	-77
5	5	-72	-80	-85	-78
6	5	-71	-82	-87	-80
7	5	-69	-83	-88	-81
1	6	-73	-63	-88	-82

2	6	-71	-65	-87	-81
3	6	-70	-67	-86	-79
4	6	-69	-69	-84	-80
5	6	-67	-70	-85	-81
6	6	-63	-72	-87	-83
7	6	-62	-74	-88	-84
1	7	-79	-74	-87	-83
2	7	-77	-75	-86	-82
3	7	-75	-77	-84	-80
4	7	-73	-79	-85	-79
5	7	-71	-80	-86	-81
6	7	-70	-81	-87	-83
7	7	-68	-82	-88	-84
1	8	-81	-72	-84	-83
2	8	-80	-73	-83	-81
3	8	-79	-76	-82	-79
4	8	-76	-78	-80	-80
5	8	-75	-80	-81	-82
6	8	-73	-81	-84	-83
7	8	-72	-82	-86	-84
1	9	-85	-74	-85	-88
2	9	-83	-76	-83	-87
3	9	-81	-78	-84	-86
4	9	-80	-79	-82	-83
5	9	-78	-81	-81	-84
6	9	-76	-83	-83	-86
7	9	-74	-84	-85	-87
1	10	-86	-77	-86	-88
2	10	-85	-78	-84	-87
3	10	-84	-79	-83	-86
4	10	-83	-82	-80	-84
5	10	-81	-83	-82	-86
6	10	-80	-85	-84	-88
7	10	-79	-86	-86	-89
1	11	-87	-78	-84	-88
2	11	-86	-79	-83	-86
3	11	-85	-80	-82	-84

4	11	-84	-81	-80	-83
5	11	-83	-82	-81	-85
6	11	-81	-84	-82	-86
7	11	-80	-85	-83	-87
1	12	-87	-80	-83	-88
2	12	-88	-81	-82	-86
3	12	-87	-82	-81	-84
4	12	-86	-83	-79	-85
5	12	-85	-84	-80	-89
6	12	-83	-86	-82	-91
7	12	-82	-87	-83	-90
1	13	-90	-80	-79	-87
2	13	-89	-81	-77	-85
3	13	-88	-84	-76	-84
4	13	-87	-86	-73	-82
5	13	-86	-87	-74	-85
6	13	-85	-88	-77	-87
7	13	-84	-89	-80	-88
1	14	-91	-83	-78	-88
2	14	-90	-84	-76	-89
3	14	-89	-86	-75	-86
4	14	-88	-87	-74	-87
5	14	-87	-89	-76	-88
6	14	-86	-90	-78	-89
7	14	-85	-91	-79	-90
1	15	-94	-86	-70	-94
2	15	-93	-87	-70	-96
3	15	-92	-88	-69	-97
4	15	-90	-89	-71	-95
5	15	-89	-90	-72	-93
6	15	-88	-91	-73	-94
7	15	-87	-92	-74	-95
1	16	-94	-87	-69	-97
2	16	-93	-88	-68	-97
3	16	-92	-89	-63	-96
4	16	-91	-90	-62	-93
5	16	-90	-91	-66	-95

6	16	-89	-92	-68	-96
7	16	-88	-93	-70	-97

2. Data Pengelompokan *Cluster*

Cluster A					
x	y	AP1	AP2	AP3	AP4
1	1	-83	-85	-96	-63
2	1	-82	-87	-94	-62
3	1	-81	-88	-92	-61
1	2	-80	-73	-92	-73
2	2	-79	-75	-91	-71
3	2	-78	-77	-90	-70
1	3	-85	-75	-86	-76
2	3	-83	-76	-84	-74
3	3	-80	-78	-82	-75
1	4	-82	-72	-86	-77
2	4	-81	-74	-86	-75
3	4	-79	-75	-85	-73

Cluster B					
x	y	AP1	AP2	AP3	AP4
4	1	-80	-89	-85	-67
5	1	-78	-90	-84	-73
4	2	-77	-79	-86	-72
5	2	-75	-80	-83	-74
4	3	-79	-79	-80	-76
5	3	-77	-81	-81	-77
6	3	-74	-82	-84	-78
7	3	-72	-83	-86	-80
4	4	-76	-78	-83	-75
5	4	-75	-80	-81	-76
6	4	-73	-81	-85	-79
7	4	-72	-84	-87	-81

Cluster C					
x	y	AP1	AP2	AP3	AP4
1	5	-78	-72	-90	-79
2	5	-76	-74	-89	-78

3	5	-75	-76	-87	-78
1	6	-73	-63	-88	-82
2	6	-71	-65	-87	-81
3	6	-70	-67	-86	-79
1	7	-79	-74	-87	-83
2	7	-77	-75	-86	-82
3	7	-75	-77	-84	-80

Cluster D					
x	y	AP1	AP2	AP3	AP4
4	5	-74	-78	-83	-77
5	5	-72	-80	-85	-78
6	5	-71	-82	-87	-80
7	5	-69	-83	-88	-81
4	6	-69	-69	-84	-80
5	6	-67	-70	-85	-81
6	6	-63	-72	-87	-83
7	6	-62	-74	-88	-84
4	7	-73	-79	-85	-79
5	7	-71	-80	-86	-81
6	7	-70	-81	-87	-83
7	7	-68	-82	-88	-84

Cluster E					
x	y	AP1	AP2	AP3	AP4
1	8	-81	-72	-84	-83
2	8	-80	-73	-83	-81
3	8	-79	-76	-82	-79
1	9	-85	-74	-85	-88
2	9	-83	-76	-83	-87
3	9	-81	-78	-84	-86
1	10	-86	-77	-86	-88
2	10	-85	-78	-84	-87
3	10	-84	-79	-83	-86

Cluster F					
x	y	AP1	AP2	AP3	AP4
4	8	-76	-78	-80	-80
5	8	-75	-80	-81	-82
6	8	-73	-81	-84	-83
7	8	-72	-82	-86	-84
4	9	-80	-79	-82	-83
5	9	-78	-81	-81	-84
6	9	-76	-83	-83	-86
7	9	-74	-84	-85	-87
4	10	-83	-82	-80	-84
5	10	-81	-83	-82	-86
6	10	-80	-85	-84	-88
7	10	-79	-86	-86	-89

Cluster G					
x	y	AP1	AP2	AP3	AP4
1	11	-87	-78	-84	-88
2	11	-86	-79	-83	-86
3	11	-85	-80	-82	-84
1	12	-87	-80	-83	-88
2	12	-88	-81	-82	-86
3	12	-87	-82	-81	-84
1	13	-90	-80	-79	-87
2	13	-89	-81	-77	-85
3	13	-88	-84	-76	-84

Cluster H					
x	y	AP1	AP2	AP3	AP4
4	11	-84	-81	-80	-83
5	11	-83	-82	-81	-85
6	11	-81	-84	-82	-86
7	11	-80	-85	-83	-87
4	12	-86	-83	-79	-85

5	12	-85	-84	-80	-89
6	12	-83	-86	-82	-91
7	12	-82	-87	-83	-90
4	13	-87	-86	-73	-82
5	13	-86	-87	-74	-85
6	13	-85	-88	-77	-87
7	13	-84	-89	-80	-88

Cluster I					
x	y	AP1	AP2	AP3	AP4
1	14	-91	-83	-78	-88
2	14	-90	-84	-76	-89
3	14	-89	-86	-75	-86
1	15	-94	-86	-70	-94
2	15	-93	-87	-70	-96
3	15	-92	-88	-69	-97
1	16	-94	-87	-69	-97
2	16	-93	-88	-68	-97
3	16	-92	-89	-63	-96

Cluster J					
x	y	AP1	AP2	AP3	AP4
4	14	-88	-87	-74	-87
5	14	-87	-89	-76	-88
6	14	-86	-90	-78	-89
7	14	-85	-91	-79	-90
4	15	-90	-89	-71	-95
5	15	-89	-90	-72	-93
6	15	-88	-91	-73	-94
7	15	-87	-92	-74	-95

4	16	-91	-90	-62	-93
5	16	-90	-91	-66	-95
6	16	-89	-92	-68	-96
7	16	-88	-93	-70	-97

3. Data $(AP_n|C_n)$

AP1	Probabilitas $(AP_1\|C_n)$									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
-81	0,25	0,08333	0,11111	0,08333	0,33333	0,16667	0,11111	0,16667	0,11111	0,08333
-74	0,08333	0,16667	0,11111	0,16667	0,11111	0,16667	0,11111	0,08333	0,11111	0,08333
-73	0,08333	0,16667	0,22222	0,16667	0,11111	0,16667	0,11111	0,08333	0,11111	0,08333
-82	0,25	0,08333	0,11111	0,08333	0,11111	0,08333	0,11111	0,16667	0,11111	0,08333
-86	0,08333	0,08333	0,11111	0,08333	0,22222	0,08333	0,22222	0,25	0,11111	0,16667

AP2	Probabilitas $(AP_2\|C_n)$									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
-72	0,16667	0,08333	0,22222	0,16667	0,22222	0,08333	0,11111	0,08333	0,11111	0,08333
-88	0,16667	0,08333	0,11111	0,08333	0,11111	0,08333	0,11111	0,16667	0,33333	0,08333
-89	0,08333	0,16667	0,11111	0,08333	0,11111	0,08333	0,11111	0,16667	0,22222	0,25
-83	0,08333	0,16667	0,11111	0,16667	0,11111	0,25	0,11111	0,16667	0,22222	0,08333
-89	0,08333	0,16667	0,11111	0,08333	0,11111	0,08333	0,11111	0,16667	0,33333	0,08333

AP3	Probabilitas $(AP_3\|C_n)$									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
-86	0,33333	0,25	0,33333	0,16667	0,22222	0,25	0,11111	0,08333	0,11111	0,08333

-92	0,25	0,08333	0,11111	0,08333	0,11111	0,08333	0,11111	0,08333	0,11111	0,08333
-88	0,08333	0,08333	0,22222	0,33333	0,11111	0,08333	0,11111	0,08333	0,11111	0,08333
-83	0,08333	0,25	0,11111	0,16667	0,44444	0,16667	0,33333	0,25	0,11111	0,08333
-63	0,08333	0,08333	0,11111	0,08333	0,11111	0,08333	0,11111	0,08333	0,22222	0,08333

AP4	Probabilitas $(AP_4\|C_n)$									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
-83	0,08333	0,08333	0,22222	0,25	0,22222	0,25	0,11111	0,16667	0,11111	0,08333
-84	0,08333	0,08333	0,11111	0,25	0,11111	0,33333	0,44444	0,08333	0,11111	0,08333
-87	0,08333	0,08333	0,11111	0,08333	0,33333	0,16667	0,22222	0,25	0,11111	0,16667
-93	0,08333	0,08333	0,11111	0,08333	0,11111	0,08333	0,11111	0,08333	0,11111	0,16667
-94	0,08333	0,08333	0,11111	0,08333	0,11111	0,08333	0,11111	0,08333	0,22222	0,16667