

LAPORAN TUGAS AKHIR / *CAPSTONE DESIGN*

PIPS-Blu : *Passive Indoor Positioning System* dengan Menggunakan *Bluetooth*



Penyusun:

Tedy Akbar Nugraha (18524093)

Aisyah Zidni Zaida Tafidah (18524098)

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2022

HALAMAN PENGESAHAN

PIPS-Blu : *Passive Indoor Positioning System* dengan Menggunakan *Bluetooth*

Penyusun:

Tedy Akbar Nugraha (18524093)

Aisyah Zidni Zaida Tafidah (18524098)

Yogyakarta, 25 Juli 2022

Dosen Pembimbing 1



Firdaus, S.T., M.T., Ph.D.

105240101

Dosen Pembimbing 2



Dr. Hasbi Nur Prasetyo Wisudawan, S.T., M.T.

195240101

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2022

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PIPS-Blu : *Passive Indoor Positioning System* dengan Menggunakan *Bluetooth*



Disusun oleh:

Tedy Akbar Nugraha 18524093

Aisyah Zidni Zaida Tafidah 18524098

Telah dipertahankan di depan dewan penguji
pada tanggal: 04 Agustus 2022

Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji

: Firdaus, S.T., M.T., Ph.D.

Anggota Penguji 1

: Husein Mubarak, S.T., M.Eng.

Anggota Penguji 2

: Alim Safari, S.T.

Tugas akhir ini telah disahkan sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal: 16 Agustus 2022

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Amrullah, S.T., M.Eng., Ph.D.

045240101

PERNYATAAN

Dengan ini kami menyatakan bahwa:

1. Tugas Akhir ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjaan di suatu perguruan tinggi lainnya, dan sepanjang pengetahuan kami 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 Tugas Akhir yang terkait hak milik, hak intelektual, paten merupakan milik bersama antaraa tiga pihak, yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal ini, penggunaan informasi dan materi Tugas Akhir terkait paten maka akan didiskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut di atas.

Yogyakarta, 11 Agustus 2022



Tedy Akbar Nugraha (18524093)



Aisyah Zidni Zaida Tafidah (18524098)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	2
DAFTAR ISI	5
RINGKASAN TUGAS AKHIR	6
BAB 1 : Definisi Permasalahan	7
BAB 2 : Observasi	9
BAB 3 : Usulan Perancangan Sistem	11
3.1 Usulan Rancangan Sistem	11
3.2 Metode Uji Coba dan Pengujian Usulan Rancangan Sistem	14
BAB 4 : Hasil Perancangan Sistem	17
4.1 Kesesuaian Usulan dan Hasil Perancangan Sistem	17
4.2 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya	17
4.3 Analisis dan Pembahasan Kesesuaian antara Perencanaan dan Realisasi	18
BAB 5 : Implementasi Sistem dan Analisis	19
5.1 Hasil dan Analisis Implementasi	19
5.1.1 Pengambilan Nilai RSSI	19
5.1.2 Pengujian dengan Algoritma k-NN untuk Ruang Tidak Bersekat	24
5.1.3 Pengujian dengan Algoritma k-NN untuk Ruang Bersekat	37
5.2 Pengalaman Pengguna	42
5.3 Dampak Implementasi Sistem	42
5.3.1 Teknologi/Inovasi	42
5.3.2 Sosial	43
5.3.3 Ekonomi	43
BAB 6 : Kesimpulan dan Saran	44
6.1 Kesimpulan	44
6.2 Saran	45
Daftar Pustaka	46
LAMPIRAN – LAMPIRAN	48

RINGKASAN TUGAS AKHIR

GPS (*Global Positioning System*) merupakan sistem penentuan lokasi berbasis satelit yang memberikan waktu dan posisi akurat. Namun GPS kurang baik dalam menentukan posisi dalam ruangan. Sinyal GPS akan terganggu dengan struktur bangunan sehingga menyebabkan pelemahan koneksi dan berdampak pada pengurangan akurasi posisi. Untuk itu sistem penentuan lokasi dalam ruangan dibutuhkan. Seiring berkembangnya zaman, semakin banyak tempat, terutama area publik yang memerlukan sistem penentuan atau monitoring lokasi di dalam ruangan, seperti di Bandara, Mall, dan juga Rumah Sakit. Penentuan lokasi pada Rumah Sakit yang utama yakni pengawasan untuk pasien di Rumah Sakit Jiwa.

Oleh karena itu, dapat dirumuskan masalah bahwa dibutuhkan alat untuk memantau posisi pasien di RSJ. Teknologi yang dibuat harus dapat memonitor dimana pasien berada agar tidak kehilangan kontrol untuk menghindari hal-hal tidak diinginkan tersebut. IPS (*Indoor Positioning System*) ini dibangun dalam bentuk perangkat yang dipasang atau dibawa oleh pasien dengan menggunakan *Bluetooth* untuk memperkirakan posisi pasien yang datanya akan disimpan dalam basis data guna menunjang fungsionalitas lainnya.

Pada pembuatan sistem PIPS-Blu dengan menggunakan BLE (*Bluetooth Low Energy*) *transmitter* dan BLE *receiver* yang saling terhubung melalui koneksi *Bluetooth*, sistem ini dapat mencari letak posisi *user* (pengguna) sesuai dengan data RSSI (*Receive Signal Strength Indication*) yang telah didapat dan diolah sebelumnya dengan menggunakan algoritma *k-NN* (*k-Nearest Neighbor*). Perhitungan nilai estimasi error sistem pada ruang tidak bersekat untuk nilai $k=1$ sebesar 2,88 meter, untuk nilai $k=2$ sebesar 1,73 meter, dan untuk nilai $k=3$ sebesar 1,99 meter. Sedangkan pada ruang bersekat, hasil perhitungan error estimasi sistem untuk nilai $k=1$ sebesar 4,28 meter, untuk nilai $k=2$ sebesar 2,09 meter, dan untuk $k=3$ sebesar 2,03 meter. Hal ini dikarenakan lokasi pengujian sistem yang memiliki jangkauan tidak terlalu luas namun cukup banyak titik koordinat lokasi yang ditentukan, serta terdapat beberapa gangguan seperti dinding, orang, dan barang-barang yang dapat mengganggu pancaran sinyal dari BLE *transmitter* namun tidak dapat dihindari oleh kami.

Selain itu, sistem PIPS-Blu ini sangat berdampak positif bagi aspek sosial, karena PIPS-Blu dapat memecahkan solusi untuk *Indoor Positioning System* yang masih minim dikalangan tenaga medis, walaupun sistem masih terbatas karena penginputan nilai RSSI yang masih dilakukan secara manual. Hal ini dapat membantu tenaga medis dalam pencarian posisi/lokasi dari pasien ketika berada di dalam ruangan. Kemudian, dari aspek ekonomi, dikarenakan PIPS-Blu hanya membutuhkan alat berupa BLE Cubeacon card yang memiliki harga cukup murah, sistem ini dapat berjalan dengan baik tanpa memerlukan biaya yang tinggi.

BAB 1 : Definisi Permasalahan

Dengan pesatnya perkembangan teknologi informasi saat ini, kebutuhan akan layanan penentuan lokasi atau *Location Based Service* (LBS) terus meningkat. *Global Positioning System* (GPS) telah menjadi layanan yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. GPS merupakan sistem penentuan lokasi berbasis satelit yang memberikan waktu dan posisi akurat. Namun GPS kurang baik dalam menentukan posisi dalam ruangan. Sinyal GPS akan terganggu dengan struktur bangunan sehingga menyebabkan pelemahan koneksi dan berdampak pada pengurangan akurasi posisi. Untuk itu sistem penentuan lokasi dalam ruangan dibutuhkan [1]. Seiring berkembangnya zaman, semakin banyak tempat, terutama area publik yang memerlukan sistem penentuan atau monitoring lokasi di dalam ruangan, seperti di Bandara, Mall, dan juga Rumah Sakit. Penentuan lokasi pada Rumah Sakit yang utama yakni pengawasan untuk pasien di Rumah Sakit Jiwa.

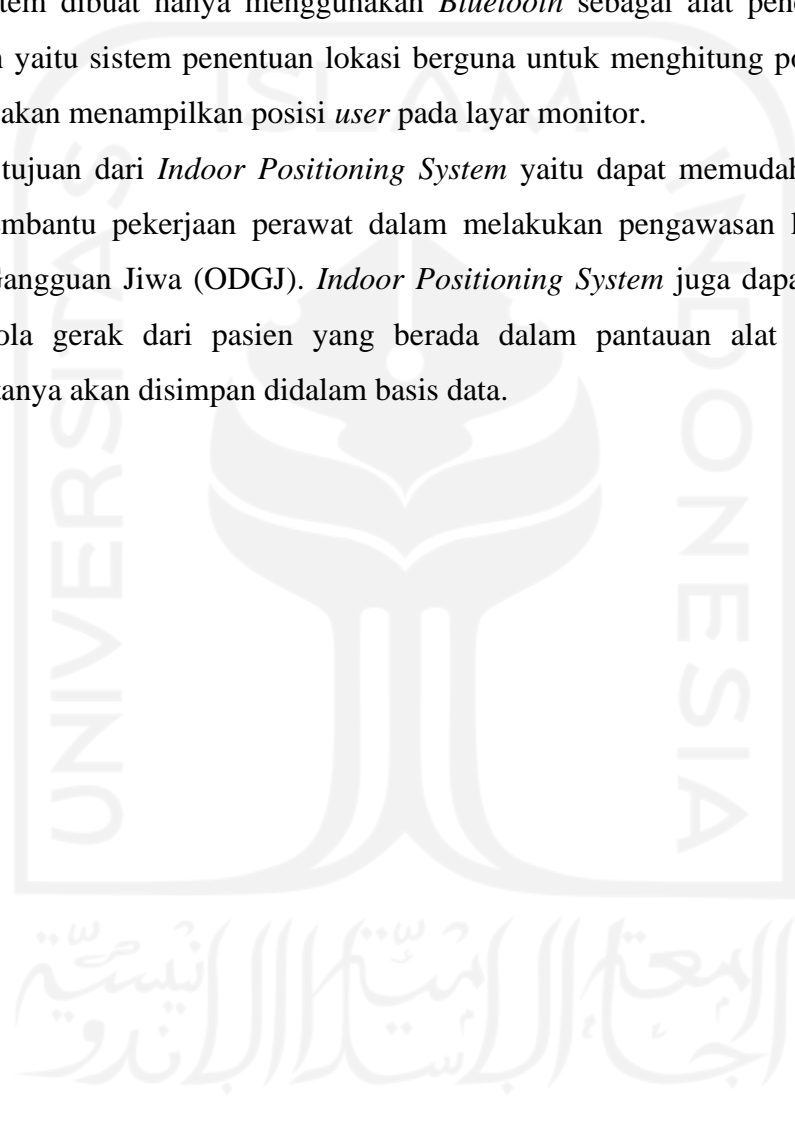
Gangguan jiwa merupakan sekelompok gejala yang ditandai dengan perubahan pikiran, perasaan dan perilaku seseorang yang menimbulkan disfungsi dalam menjalankan aktivitas sehari-hari. Orang-orang yang memiliki gangguan jiwa dengan kondisi yang berat dan sering kambuh membutuhkan rehabilitasi khusus. Proses rehabilitasi secara terpadu umumnya dilakukan di fasilitas kesehatan khusus yaitu Rumah Sakit Jiwa [2]. Terdapat dua jenis proses rehabilitasi yang ada di Rumah Sakit Jiwa (RSJ). Rehabilitasi dengan rawat jalan dan rehabilitasi dengan rawat inap. Umumnya, pasien rehabilitasi dengan rawat inap memiliki kasus gangguan kejiwaan yang cukup berat, seperti pasien menunjukkan gejala dan niat melakukan bunuh diri, gangguan halusinasi, dan sebagainya. Berdasarkan data Orang Dalam Gangguan Jiwa (ODGJ) yang diperoleh dari salah satu Rumah Sakit Jiwa di daerah Nusa Tenggara Barat, pada tahun 2018, tercatat sebanyak 1098 orang dengan gangguan jiwa yang melakukan rehabilitasi dengan rawat inap. Kemudian pada tahun 2019, terdapat peningkatan yang cukup pesat terhadap jumlah pasien rehabilitasi dengan rawat inap di RSJ tersebut, sehingga pasien rehabilitasi rawat inap mencapai 1602 orang. Dan di tahun 2020, pasien rehabilitasi dengan rawat inap di RSJ tersebut mengalami penurunan sehingga jumlah pasien menjadi 1341 orang [3].

Seiring berjalannya waktu, pasien dalam gangguan jiwa semakin bertambah berdasarkan data yang didapat. ODGJ harus dimonitoring setiap saat agar tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan yang dapat terjadi di RSJ. Oleh karena itu, dapat dirumuskan masalah bahwa dibutuhkan alat untuk memantau posisi pasien-pasien di RSJ. Teknologi yang dibuat harus dapat memonitor dimana pasien-pasien berada agar tidak kehilangan kontrol untuk menghindari hal-hal tidak diinginkan tersebut. Sistem *indoor localization* ini dibangun dalam bentuk perangkat yang dipasang atau dibawa oleh pasien dengan menggunakan *Bluetooth* untuk memperkirakan

posisi pasien yang datanya akan disimpan dalam basis data guna menunjang fungsionalitas lainnya.

Sebagai langkah awal dalam *prototyping* sistem *passive indoor positioning system* dengan menggunakan *Bluetooth* yang diterapkan pada Rumah Sakit Jiwa sebagai alat pendeteksi orang-orang dalam gangguan jiwa yang berada di dalam rumah sakit tersebut. Batasan realistis untuk sistem yang dibuat diharapkan dapat menghasilkan *output* dengan target akurasi jarak maksimal 3 meter dengan ukuran alat maksimal 6 x 9 cm sehingga mudah dipasang atau dibawa oleh pasien, sistem dibuat hanya menggunakan *Bluetooth* sebagai alat penentu lokasi. Serta batasan masalah yaitu sistem penentuan lokasi berguna untuk menghitung posisi *user* di dalam ruangan, sistem akan menampilkan posisi *user* pada layar monitor.

Adapun tujuan dari *Indoor Positioning System* yaitu dapat memudahkan pihak Rumah Sakit untuk membantu pekerjaan perawat dalam melakukan pengawasan letak posisi pasien Orang Dalam Gangguan Jiwa (ODGJ). *Indoor Positioning System* juga dapat digunakan untuk menganalisis pola gerak dari pasien yang berada dalam pantauan alat yang nanti secara keseluruhan, datanya akan disimpan didalam basis data.



BAB 2 : Observasi

Observasi dilakukan sebelum melakukan perancangan *prototyping* yang bertujuan untuk memastikan bahwa rancangan sistem yang diusulkan sesuai dengan batasan realistis yang telah ditentukan. Tahapan awal yang dilakukan dalam observasi yaitu dengan melakukan pengumpulan informasi solusi terkait dengan *indoor positioning system* agar hasil sistem yang dibuat sesuai dengan kebutuhan.

Studi literatur menjadi langkah awal dalam melakukan observasi. Dengan melakukan pengumpulan berbagai macam informasi berkaitan dengan solusi yang telah ada dari penelitian sebelumnya untuk menjadi acuan bagi sistem *indoor positioning* yang akan dibuat. Tabel 2.1 menampilkan beberapa kumpulan sumber informasi dari penelitian sebelumnya sebagai sumber informasi.

Tabel 2.1. Kumpulan solusi yang identik dengan proyek tugas akhir

Penulis	Usulan Solusi	Hasil / Evaluasi
Y. E. Rohmadi, dkk. (2015) [4]	Penelitian ini membahas tentang teknik <i>positioning</i> pada <i>bluetooth</i> dengan menggunakan metode <i>fingerprint</i> dan <i>k-NN</i>	Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa metode <i>fingerprint</i> merupakan metode yang paling akurat untuk mengetahui estimasi lokasi suatu objek. Akan tetapi metode pemetaan ini merupakan metode yang paling banyak memakan waktu. Namun, diantara beberapa teknik yang digunakan oleh peneliti, <i>k-NN</i> mendapatkan hasil yang terbaik dengan akurasi hingga 1,55 meter
F. H. Perdana and H. Ginardi. (2016) [5]	Penelitian ini membahas tentang implementasi <i>indoor positioning system</i> berbasis <i>smartphone</i> dengan penambahan <i>access point</i> . Metode yang dilakukan dalam penelitian ini dengan menggunakan algoritma <i>clustering filtered k-Nearest Neighbors</i>	Hasil dari perancangan sistem berjalan dengan baik, sistem <i>indoor positioning</i> dengan penambahan <i>access point</i> berhasil diterapkan dengan persentase rata-rata akurasi seluruh ruangan sebesar 95,36%, nilai akurasi naik sebesar 16,67% dari akurasi ketika tidak dilakukannya penambahan <i>access point</i> . Masih terdapat beberapa bagian dari sudut ruang yang memiliki cakupan sinyal lemah. Dengan dilakukannya penambahan <i>access point</i> ini menjadi lebih efisien dalam peningkatan akurasi dan konsistensi hasil dari sistem <i>indoor positioning</i> .
A. Aryasena, dkk. (2016) [6]	Penelitian ini membahas tentang perancangan <i>indoor localization</i> untuk pelacakan posisi benda di dalam ruangan dengan metode <i>trilateration</i>	Hasil dari perancangan sistem berjalan dengan baik, semua fungsionalitas yang telah dirancang sebelumnya seperti mendaftarkan pengguna, mengetahui posisi pengguna, mengetahui detail informasi perangkat, dan mengetahui posisi <i>smart device</i> berhasil dijalankan. Namun, sistem ini memiliki akurasi yang rendah, hanya 2,44 meter. Ini terjadi karena sinyal <i>Bluetooth</i> yang diterima cenderung fluktuatif dan tidak konsisten

Penulis	Usulan Solusi	Hasil / Evaluasi
A. F. Utomo. (2020) [7]	Penelitian ini membahas tentang penerapan sistem <i>indoor localization</i> menggunakan <i>Bluetooth low energy</i> dengan teknik <i>trilateration</i>	Hasil dari perancangan sistem dengan menggunakan metode <i>trilateration</i> dapat membaca dengan cukup baik objek di dalam Laboratorium LG Corner FTI UII dan memiliki estimasi dengan akurasi yang bervariasi

Dari hasil yang telah didapat, untuk mengetahui titik lokasi atau posisi di dalam ruangan, terdapat beberapa aspek yang harus diperhatikan, seperti perangkat yang digunakan untuk pencarian nilai RSSI, pemancar sinyal yang digunakan, serta aplikasi yang digunakan untuk menampilkan titik lokasi atau posisi pengguna. Berdasarkan pencarian studi literatur yang telah dilakukan, untuk mendapatkan nilai RSSI diperlukan alat pemancar sinyal yang berperan sebagai *transmitter* (Tx) berupa *Bluetooth* atau *access point*. Kedua jenis *transmitter* sama-sama menghasilkan nilai RSSI yang akan ditangkap oleh *receiver* (Rx). Nilai RSSI nantinya akan diproses dengan menggunakan beberapa jenis metode, seperti metode *fingerprint*, *k-NN*, dan *trilateration* untuk mendapatkan estimasi titik lokasi dari penggunaanya.

Berdasarkan informasi yang didapatkan dari penelusuran beberapa literatur / teknologi yang telah dikembangkan, maka kami menentukan daftar spesifikasi dari sistem yang akan dikembangkan sebagai solusi permasalahan yang diangkat, yaitu *passive indoor positioning system* dengan menggunakan *bluetooth*. Berikut adalah daftar spesifikasi lengkapnya.

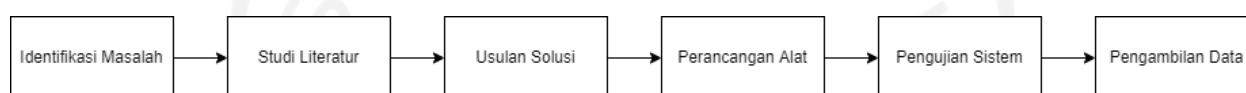
1. Sistem akan mampu mendeteksi posisi orang yang berada di dalam Gedung
2. Sistem versi awal dirancang untuk mendeteksi 1 orang saja
3. Teknologi yang digunakan adalah BLE (*Bluetooth Low Energy*)
4. Orang yang akan dideteksi posisinya akan membawa BLE *transmitter*
5. Di dalam Gedung akan dipasang beberapa BLE *receiver*
6. Posisi orang yang dimonitor akan tertampil pada layer monitor PC atau laptop

Berdasarkan spesifikasi tersebut, maka selanjutnya akan dirancang usulan sistem yang memenuhi kriteria yang telah disebutkan diatas.

BAB 3 : Usulan Perancangan Sistem

3.1 Usulan Rancangan Sistem

Dalam perancangan sistem penentuan lokasi di dalam ruangan, beberapa tahapan perlu dilakukan sesuai dengan kebutuhan dalam *engineering design*. Adapun tahap tersebut *understanding*, *exploration*, dan *materialize*. Laporan akhir ini adalah sebagai suatu cara untuk memenuhi standar keteknikan dalam perancangan sistem meliputi tahapan *understanding* dan *exploration*. Tahapan-tahapan tersebut seperti siklus yang di dalamnya dapat terjadi perubahan, perbaikan, maupun penambahan yang bertujuan untuk memenuhi spesifikasi kebutuhan pengguna (Gambar 3.1).



Gambar 3.1. Tahapan perancangan sistem

Pada tahapan *understanding*, masalah yang didapatkan adalah bertambahnya pasien ODGJ setiap tahunnya serta untuk memudahkan tenaga medis dalam melihat posisi pasien.

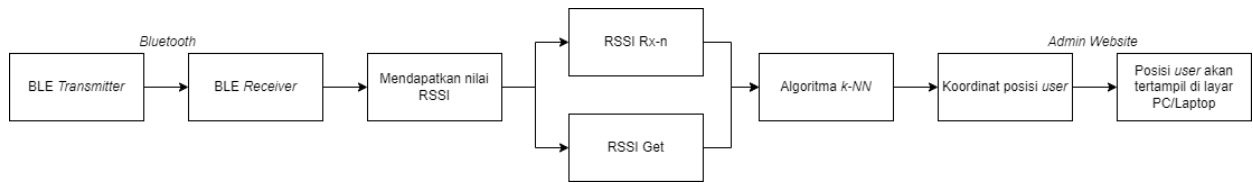
Pada tahap *exploration*, solusi yang diusulkan untuk penyelesaian masalah tersebut yakni yang pertama dengan membuat sistem pendeteksi lokasi untuk di dalam ruangan dengan menggunakan *Bluetooth Low Energy*, dan yang kedua yakni dengan membuat sistem pendeteksi lokasi untuk di dalam ruangan dengan menggunakan *Wi-Fi*. Berdasarkan kedua usulan tersebut, maka dipilih usulan pertama untuk penyelesaian permasalahan yang ada. Pertimbangan yang kami ambil dengan memilih usulan pertama adalah karena komponen atau alat yang digunakan lebih mudah dibawa oleh *user* dengan bentuk alat yang sederhana seperti kartu tanda pengenal. Kemudian, alasan lain dengan dipilihnya usulan pertama karena jika digunakan *Wi-Fi* sebagai alat untuk sistem yang kami buat, kami harus menambahkan beberapa *access point* agar sinyal yang tertangkap lebih baik dan ini menjadikan anggaran biaya yang dikeluarkan lebih banyak dibandingkan dengan menggunakan *Bluetooth Low Energy* berbentuk kartu. Pada pembahasan sebelumnya, kami telah menentukan permasalahan beserta spesifikasi dan kebutuhan pengguna. Pada tahapan ini kami akan mencoba mengusulkan suatu perancangan sistem yang akan menjadi solusi awal dalam menyelesaikan permasalahan yang dirumuskan beserta spesifikasi yang telah disesuaikan dengan kebutuhan pengguna.

Sistem ini diberi nama PIPS-Blu. Dengan mengedepankan sistem penentuan posisi di dalam ruangan, PIPS-Blu dirancang agar pengguna/tenaga medis dapat mendeteksi lokasi dari pasien di rumah sakit jiwa. Gambar 3.2 adalah suatu ilustrasi gambaran keseluruhan sistem yang

akan dirancang. Pada tahap awal sistem penentu lokasi di dalam ruangan, diperlukan penentuan titik untuk pengambilan data dengan menentukan titik koordinat x dan y pada ruangan yang digunakan. Data diperoleh dengan pengambilan nilai RSSI (*Received Signal Strength Indication*) [8] yang dilakukan secara manual menggunakan BLE (*Bluetooth Low Energy*) [9] yang telah terhubung ke BLE *receiver* melalui koneksi *Bluetooth* dan aplikasi Cubeacon Tools. Nilai RSSI diambil pada setiap titiknya selama 10 detik yang nantinya akan diambil nilai rata-rata sebagai nilai RSSI pada data referensi, ini dilakukan karena nilai RSSI yang terus berubah setiap detik, tidak bernilai konstan pada tiap titiknya. Data yang telah diperoleh selanjutnya diolah dengan menggunakan excel untuk mencari nilai *distance* terkecil dengan menggunakan metode *k-NN*.

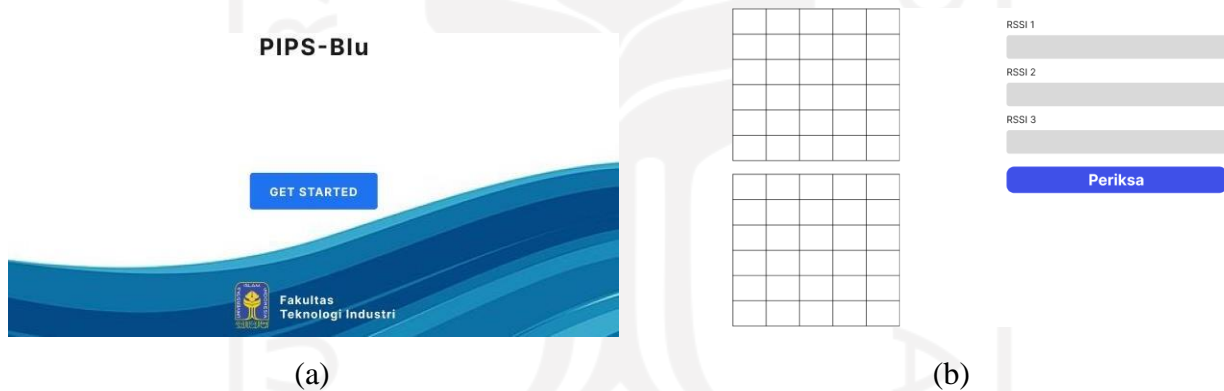


Gambar 3.2. Proses cara kerja sistem



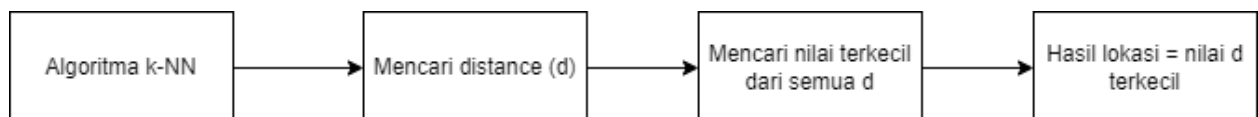
Gambar 3.3. Diagram blok perancangan sistem PIPS-Blu

Gambar 3.3 merupakan diagram blok perancangan sistem untuk PIPS-Blu. BLE transmitter dihubungkan dengan BLE receiver melalui koneksi Bluetooth. BLE receiver yang digunakan, yakni smartphone yang telah terpasang aplikasi Cubeacon Tools akan menangkap sinyal pancaran dari BLE transmitter yang hasilnya berupa nilai RSSI. Pengambilan nilai RSSI dilakukan dua kali, pertama nilai RSSI Rx-n atau nilai RSSI untuk database, dan nilai RSSI Get yang berfungsi sebagai nilai untuk data testing. Ketika seluruh nilai RSSI pada tiap titik telah didapatkan, data akan diolah dengan menggunakan algoritma k-NN untuk mendapatkan nilai distance terkecil sebagai titik koordinat/posisi user yang dicari.



Gambar 3.4. Tampilan user interface sistem PIPS-Blu. (a) Halaman utama user interface, (b) halaman pencarian titik lokasi pada user interface.

Posisi user akan tertampil pada laptop atau PC menggunakan user interface seperti pada Gambar 3.4 dengan bantuan admin website dikarenakan sistem PIPS-Blu yang masih manual dalam memasukkan nilai RSSI.



Gambar 3.5. Diagram blok untuk algoritma k-NN

Algoritma *k-NN* (*k-Nearest Neighbor*) yang digunakan yakni *Euclidean distance*, merupakan metode yang digunakan untuk menentukan titik dengan mencari nilai *distance* terkecil [10]. Proses ini dilakukan dengan melakukan memasukkan nilai RSSI yang telah didapat. Setelah seluruh nilai RSSI didapatkan, maka kami melakukan pencarian *distance* dengan menggunakan algoritma *k-NN* seperti yang terdapat pada Gambar 3.4. Hasil perhitungan terkecil dari pencarian nilai *distance* merupakan titik posisi koordinat dari lokasi yang dicari atau titik koordinat estimasi jika menggunakan nilai $k=1$. Untuk penggunaan nilai $k=2$, dicari dua nilai *distance* terkecil yang kemudian dari masing-masing titik koordinat x dan y akan dihitung kembali nilai rata-ratanya agar mendapatkan titik koordinat estimasi rata-rata. Untuk penggunaan nilai $k=3$, maka dicari tiga nilai *distance* terkecil yang kemudian dari masing-masing titik koordinat x dan y akan dihitung kembali untuk nilai rata-ratanya agar mendapatkan titik koordinat estimasi rata-rata. Penggunaan nilai $k=2$ dan $k=3$ dihitung untuk mendapatkan nilai error estimasi dari sistem yang kami buat.

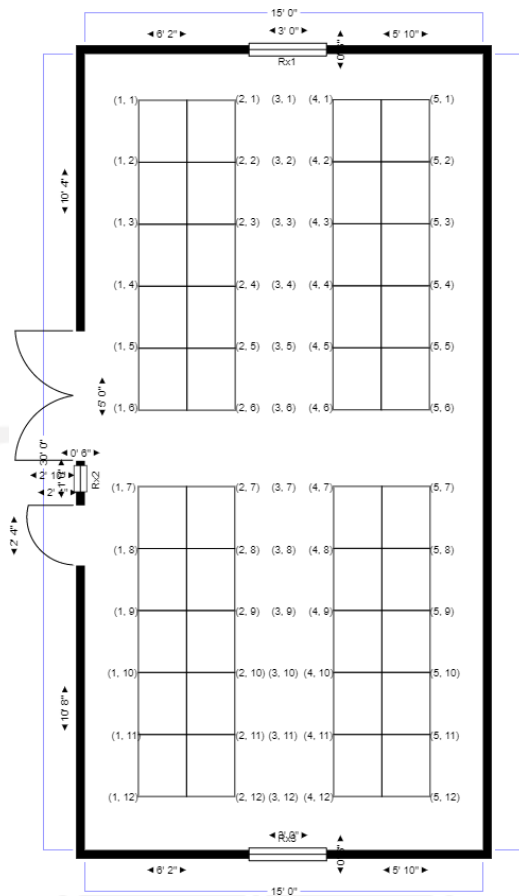
Untuk dapat memenuhi usulan sistem tersebut, maka diperlukan inventarisasi kebutuhan sistem perangkat keras. Tabel 3.1 memperlihatkan kebutuhan sistem sesuai usulan dan spesifikasi yang dibutuhkan.

Tabel 3.1. Inventarisasi kebutuhan usulan sistem perangkat keras PIPS-Blu

No	Nama Alat	Keterangan
1	BLE Transmitter	BLE transmitter yang digunakan merupakan alat berbentuk card untuk memancarkan sinyal (Tx) dengan keluaran berupa nilai RSSI.
2	BLE Receiver	BLE receiver berfungsi untuk menangkap sinyal (Rx) yang dipancarkan oleh BLE transmitter. Penangkapan sinyal dari BLE transmitter berupa nilai RSSI dengan nilai berbeda-beda pada setiap titik posisi dan Rx yang digunakan. BLE receiver yang digunakan merupakan smartphone berbasis iOS.
3	Cubeacon Tools	Cubeacon Tools merupakan aplikasi keluaran Eyro Labs yang digunakan untuk pembacaan nilai RSSI yang ditangkap oleh smartphone. Versi aplikasi yang digunakan adalah Cubeacon Tools Version 2.5.

3.2 Metode Uji Coba dan Pengujian Usulan Rancangan Sistem

Dalam perancangan sistem penentuan lokasi di dalam ruangan, uji coba dilakukan dengan penangkapan sinyal yang dihasilkan oleh BLE transmitter keluaran Eyro Lab menggunakan BLE receiver yang berupa smartphone berbasis iOS dengan aplikasi Cubeacon Tools di Lab Komputer, Teknik Elektro UII. Hasil dari penangkapan sinyal berupa nilai RSSI. Proses pertama dalam melakukan uji coba yakni menentukan lokasi/titik koordinat pada setiap titik sudut meja yang ada di Lab Komputer (Gambar 3.4)



Gambar 3.6. Denah titik koordinat dan skema peletakan BLE *transmitter*

Setelah titik koordinat selesai ditentukan, skema pengambilan nilai RSSI dengan cara meletakkan BLE *transmitter* di dalam saku baju *user* dan *user* akan berpindah-pindah pada tiap titik koordinatnya. Nilai RSSI akan ditangkap dengan *smartphone* yang berguna sebagai BLE *receiver*. BLE *receiver* yang digunakan untuk pengambilan nilai RSSI sebanyak 3 buah, dengan spesifikasi *smartphone* untuk BLE *receiver* yakni berbasis iOS dengan minimal *software version* adalah 12.5.5. Penempatan posisi BLE *receiver* diletakkan pada bagian utara Lab Komputer untuk Rx1, bagian barat Lab Komputer untuk Rx2, dan bagian selatan Lab Komputer untuk Rx3. Pengambilan nilai RSSI dilakukan sebanyak dua kali, pertama untuk menentukan *database* atau RSSI Rx-n. Pengambilan nilai RSSI untuk *database* dilakukan dengan mengambil nilai RSSI pada setiap titik koordinat selama 10 detik, hal ini dilakukan karena nilai RSSI yang terus berubah disetiap detiknya, sehingga untuk *database* akan dilakukan perhitungan rata-ratanya. Selanjutnya, nilai RSSI akan dituliskan pada *software* microsoft excel. Pengambilan nilai RSSI kedua dilakukan untuk mengambil nilai data *testing*, pengambilan ini dilakukan secara acak titik koordinat. Ketika seluruh nilai RSSI telah didapatkan, selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan menggunakan algoritma *k-NN*. Algoritma *k-NN* digunakan dengan menggunakan

pendekatan *euclidean distance*, yakni mencari nilai terkecil sebagai pendekatan terdekat untuk titik yang dicari. Perhitungan *euclidean distance* dilakukan dengan cara berikut:

$$d = \sqrt{(RSSIGet1 - Rx1n)^2 + (RSSIGet2 - Rx2n)^2 + (RSSIGet3 - Rx3n)^2} \quad (3.1)$$

Keterangan:

d = nilai *distance*

$RSSIGet$ = nilai RSSI pada data *testing* (dBm)

$Rx1n$ = nilai RSSI untuk *database* pada Rx1 (dBm)

$Rx2n$ = nilai RSSI untuk *database* pada Rx2 (dBm)

$Rx3n$ = nilai RSSI untuk *database* pada Rx3 (dBm)

Untuk pengujian error estimasi, perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus mencari jarak antara dua titik [11]. Perhitungan pengujian error estimasi dilakukan dengan cara berikut:

$$Error\ Estimation = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (3.2)$$

Keterangan:

x_2 = nilai koordinat x estimasi (meter)

x_1 = nilai koordinat x asli (titik uji) (meter)

y_2 = nilai koordinat y estimasi (meter)

y_1 = nilai koordinat x asli (titik uji) (meter)

BAB 4 : Hasil Perancangan Sistem

4.1 Kesesuaian Usulan dan Hasil Perancangan Sistem

Pada perancangan sistem yang telah diimplementasikan di lokasi pengujian, terdapat beberapa perubahan dari usulan rancangan sistem yang telah dibuat sebelumnya. Perubahan tersebut meliputi alat untuk BLE *receiver* dan lokasi pengujian sistem. BLE *receiver* yang digunakan seharusnya merupakan Cubeacon Reader AR25 menjadi *smartphone* berbasis iOS, hal ini dikarenakan Cubeacon Reader AR25 tidak berhasil dikonfigurasi dengan aplikasi dan *web server*. Kemudian, pada lokasi pengujian, terdapat perubahan yang semula diusulkan di RSJ (Rumah Sakit Jiwa) Grhasia, Yogyakarta, menjadi Lab Komputer Teknik Elektro UII. Sebelumnya kami telah melakukan korespondensi awal dengan beberapa pihak dari RSJ Grhasia, yang pertama adalah dokter spesialis jiwa dan yang kedua adalah bagian IT di RSJ Grhasia. Namun perubahan lokasi pengujian ini dikarenakan membutuhkan waktu yang cukup lama untuk dapat melakukan pengujian langsung di RSJ Ghrasia, sehingga untuk *capstone* ini diawali dari tahap pengujian di skala lab. Tabel 4.1 merupakan *head-to-head comparison* antara usulan dan realisasi hasil perancangan sistem.

Tabel 4.1 Perbandingan usulan dan hasil perancangan sistem

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1	BLE <i>Transmitter</i>	BLE Cubeacon Card (6 × 9 cm)	BLE Cubeacon Card (6 × 9 cm)
2	BLE <i>Receiver</i>	Cubeacon Reader AR25 Wireless Beacon Scanner	<i>Smartphone</i> berbasis iOS
3	Metode yang digunakan	<i>k-NN</i>	<i>k-NN</i>
4	Basis	Aplikasi Web	Aplikasi Web
5	Lokasi pengujian sistem	Rumah Sakit Jiwa Ghrasia, Yogyakarta	Lab Komputer, Teknik Elektro UII

4.2 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya

Pada pengerjaan sistem PIPS-Blu, terdapat ketidaksesuaian pada manajemen kerja tim yang telah diusulkan dengan realisasi pelaksanaan. Ketidaksesuaian ini dikarenakan adanya perubahan pada implementasi alat dan jenis *receiver* yang digunakan. Tabel 4.2 akan menjelaskan mengenai kesesuaian antara usulan dan realisasi *timeline* pengerjaan Tugas Akhir 2, serta Tabel 4.3 menjelaskan tentang kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi.

Tabel 4.2 Kesesuaian antara usulan dan realisasi *timeline* pengerjaan Tugas Akhir 2

No	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
1	Pembelian alat dan bahan	Februari – Maret	Maret – April
2	Perancangan sistem dengan usulan	Maret – April	April – Mei
3	Pengujian sistem	April – Mei	Mei – Juni

Tabel 4.3 Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
1	Cubeacon Card	1 pcs	Rp 350.000,00	1 pcs	Rp 200.000,00
2	Cubeacon Reader AR25	3 pcs	Rp 3.000.000,00	–	–
3	Lanyard ID Card	1 pcs	Rp 35.000,00	–	–
Total			Rp 3.385.000,00	Total	Rp 200.000,00

4.3 Analisis dan Pembahasan Kesesuaian antara Perencanaan dan Realisasi

Berdasarkan perancangan, pembuatan, dan pengujian alat, terdapat perubahan dan perbaikan untuk mendapatkan sistem dengan hasil yang lebih baik. Berikut pembahasan secara detail tentang kesesuaian antara perencanaan dan realisasi sistem pada Tugas Akhir ini:

1. Berdasarkan Tabel 4.1, Tabel 4.2, dan Tabel 4.3 terdapat sedikit ketidaksesuaian antara usulan dan realisasi baik dari segi spesifikasi sistem, komponen alat, maupun *timeline* pengerjaan. Karena adanya perubahan pada spesifikasi sistem dan komponen alat, sehingga menyebabkan adanya kemunduran dalam *timeline* pengerjaan, namun pengerjaannya tetap dapat diselesaikan dengan tepat waktu. Pada bagian RAB kesesuaian antara usulan dan realisasi hanya 30%.
2. Pada rancangan usulan, BLE *receiver* yang digunakan awalnya menggunakan Cubeacon Reader AR25, namun pada realisasinya menggunakan *smartphone*. Hal ini dikarenakan Cubeacon Reader AR25 tidak dapat dikonfigurasi dengan aplikasi Cubeacon Tools dan *web server*, sehingga alat untuk BLE *receiver* digantikan dengan *smartphone* yang telah terpasang aplikasi Cubeacon Tools.
3. Ketidaksesuaian juga terdapat pada penentuan lokasi pengujian sistem. Pada bagian usulan, lokasi pengujian sistem akan dilakukan di RSJ Grhasia Yogyakarta, namun pada realisasinya pengujian dilakukan di Lab Komputer Teknik Elektro UII. Perubahan lokasi pengujian ini dikarenakan membutuhkan waktu yang cukup lama untuk dapat melakukan pengujian langsung di RSJ Ghrasia, sehingga untuk *capstone* ini diawali dari tahap pengujian di skala lab.

BAB 5 : Implementasi Sistem dan Analisis

5.1 Hasil dan Analisis Implementasi

Sistem dari *indoor positioning* ini sudah dijelaskan pada bab sebelumnya dan dilakukan pengujian berdasarkan rancangan yang telah ditentukan, seperti pengambilan nilai RSSI, pengolahan data menggunakan algoritma *k-NN* dengan metode *Euclidean distance*, serta perhitungan keberhasilan sistem dengan metode *task success rate*. Berikut merupakan hasil dari pengujian sistem.

5.1.1 Pengambilan Nilai RSSI

- a. Pengambilan nilai RSSI di ruang tidak bersekat

Pengambilan nilai RSSI dilakukan di Lab Komputer, Teknik Elektro UII dengan melakukan penentuan titik koordinat sebelumnya. Jumlah keseluruhan titik yang ditentukan sebanyak 60 titik, dengan koordinat (1, 1) sebagai titik awal dan (5, 12) sebagai titik akhir koordinat. Pada pengambilan nilai RSSI yang pertama, setiap titiknya dilakukan pengambilan nilai RSSI selama 10 detik yang kemudian dihitung reratanya untuk dimasukkan ke *database*. Hasil pengambilan nilai RSSI untuk *database* dan telah dihitung rata-ratanya dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil RSSI untuk *database*

Koordinat (meter)		RSSI (dBm)		
x	y	Rx1	Rx2	Rx3
1	1	-62	-83	-86
1	2	-70	-77	-88
1	3	-76	-79	-83
1	4	-74	-77	-85
1	5	-82	-75	-85
1	6	-75	-74	-83
1	7	-80	-60	-82
1	8	-83	-65	-83
1	9	-76	-72	-80
1	10	-78	-78	-78
1	11	-79	-70	-80
1	12	-80	-77	-75
2	1	-63	-75	-81
2	2	-71	-81	-78
2	3	-63	-80	-77

Koordinat (meter)		RSSI (dBm)		
x	y	Rx1	Rx2	Rx3
2	4	-70	-74	-79
2	5	-69	-71	-79
2	6	-67	-70	-78
2	7	-65	-73	-84
2	8	-61	-75	-80
2	9	-71	-77	-79
2	10	-72	-81	-79
2	11	-72	-80	-79
2	12	-78	-81	-76
3	1	-59	-77	-77
3	2	-52	-79	-80
3	3	-62	-80	-81
3	4	-70	-78	-81
3	5	-66	-70	-79
3	6	-69	-65	-75
3	7	-67	-73	-80
3	8	-68	-72	-81
3	9	-68	-74	-77
3	10	-69	-67	-83
3	11	-74	-78	-82
3	12	-80	-81	-84
4	1	-58	-82	-80
4	2	-69	-80	-79
4	3	-62	-81	-82
4	4	-64	-78	-83
4	5	-60	-75	-82
4	6	-66	-73	-84
4	7	-69	-74	-82
4	8	-70	-71	-80
4	9	-72	-72	-77
4	10	-76	-76	-83
4	11	-79	-76	-79
4	12	-75	-81	-74
5	1	-72	-83	-87

Koordinat (meter)		RSSI (dBm)		
x	y	Rx1	Rx2	Rx3
5	2	-80	-82	-89
5	3	-73	-80	-86
5	4	-75	-80	-86
5	5	-79	-75	-85
5	6	-79	-71	-85
5	7	-80	-72	-84
5	8	-81	-77	-82
5	9	-82	-80	-84
5	10	-83	-82	-79
5	11	-78	-79	-65
5	12	-76	-82	-82

Setelah pengambilan nilai RSSI untuk *database* selesai dilakukan, pengambilan nilai RSSI yang kedua dilakukan sebagai nilai untuk data *testing*, namun pada pengambilan nilai RSSI yang kedua, hanya dilakukan per-satu detik. Tabel 5.2 merupakan hasil dari pengambilan nilai RSSI untuk data *testing*.

Tabel 5.2 Hasil RSSI untuk *data testing*

Koordinat (meter)		RSSI (dBm)		
x	y	RSSI Get1	RSSI Get2	RSSI Get3
1	1	-64	-81	-85
1	2	-69	-77	-85
1	3	-74	-80	-82
1	4	-73	-81	-82
1	5	-80	-76	-83
1	6	-73	-71	-85
1	7	-77	-63	-78
1	8	-81	-61	-80
1	9	-78	-71	-79
1	10	-77	-75	-76
1	11	-82	-72	-78
1	12	-82	-75	-73
2	1	-56	-79	-81
2	2	-60	-79	-80
2	3	-62	-78	-77

Koordinat (meter)		RSSI (dBm)		
x	y	RSSI Get1	RSSI Get2	RSSI Get3
2	4	-68	-75	-78
2	5	-68	-71	-80
2	6	-69	-70	-77
2	7	-66	-72	-85
2	8	-61	-74	-80
2	9	-70	-76	-80
2	10	-73	-80	-80
2	11	-72	-80	-78
2	12	-79	-80	-77
3	1	-61	-75	-83
3	2	-54	-78	-82
3	3	-63	-79	-80
3	4	-66	-77	-79
3	5	-64	-72	-78
3	6	-68	-66	-78
3	7	-65	-73	-81
3	8	-70	-67	-82
3	9	-67	-74	-79
3	10	-71	-74	-85
3	11	-72	-76	-80
3	12	-76	-82	-86
4	1	-60	-85	-82
4	2	-68	-79	-80
4	3	-63	-81	-82
4	4	-65	-79	-80
4	5	-62	-74	-80
4	6	-66	-74	-84
4	7	-71	-74	-82
4	8	-69	-70	-80
4	9	-72	-74	-83
4	10	-75	-75	-81
4	11	-77	-78	-79
4	12	-76	-78	-75
5	1	-71	-82	-88

Koordinat (meter)		RSSI (dBm)		
x	y	RSSI Get1	RSSI Get2	RSSI Get3
5	2	-78	-84	-88
5	3	-75	-82	-87
5	4	-76	-81	-86
5	5	-77	-76	-85
5	6	-78	-71	-85
5	7	-79	-73	-86
5	8	-81	-78	-81
5	9	-82	-80	-82
5	10	-82	-83	-78
5	11	-78	-80	-72
5	12	-77	-82	-82

b. Pengambilan nilai RSSI di ruang bersekat

Pengambilan nilai RSSI dilakukan di Lab Komputer, Teknik Elektro UII dengan keadaan ruang bersekat. Jumlah titik yang ditentukan sebanyak 10 titik secara acak, dengan koordinat pada ruang 1 yaitu (1, 6), (2, 3), (3, 1), (4, 5), (5, 4) dan pada ruang 2 yaitu (1, 12), (2, 9), (3, 11), (4, 7), (5, 10). Pada pengambilan nilai RSSI yang pertama, setiap titiknya dilakukan pengambilan nilai RSSI selama 10 detik yang kemudian dihitung reratanya untuk dimasukkan ke *database*. Hasil pengambilan nilai RSSI untuk *database* dan telah dihitung rata-ratanya dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hasil RSSI untuk *database*

Koordinat (meter)		RSSI (dBm)		
x	y	Rx1	Rx2	Rx3
Ruang 1				
1	6	-75	-79	-88
2	3	-78	-86	-88
3	1	-80	-76	0
4	5	-79	-73	-91
5	4	-74	-83	0
Ruang 2				
1	12	-89	-74	-80
2	9	-88	-64	-80
3	11	-87	-65	-85
4	7	-77	-75	-84

Koordinat (meter)		RSSI (dBm)		
x	y	Rx1	Rx2	Rx3
5	10	-88	-70	-85

Setelah pengambilan nilai RSSI untuk *database* selesai dilakukan, pengambilan nilai RSSI yang kedua dilakukan sebagai nilai untuk data *testing*, namun pada pengambilan nilai RSSI yang kedua, hanya dilakukan per-satu detik. Tabel 5.4 merupakan hasil dari pengambilan nilai RSSI untuk data *testing*.

Tabel 5.4 Hasil RSSI untuk *data testing*

Koordinat (meter)		RSSI (dBm)		
x	y	Rx1	Rx2	Rx3
Ruang 1				
1	6	-76	-79	-85
2	3	-77	-84	-87
3	1	-81	-78	-87
4	5	-78	-74	-88
5	4	-77	-85	-90
Ruang 2				
1	12	-88	-75	-81
2	9	-86	-61	-82
3	11	-85	-66	-85
4	7	-77	-69	-82
5	10	-87	-73	-84

5.1.2 Pengujian dengan Algoritma *k*-NN untuk Ruang Tidak Bersekat

a. Pengujian algoritma *k*-NN dengan k=1

Pengujian data dilakukan menggunakan algoritma *k*-NN dengan metode *Euclidean distance*. Penentuan titik lokasi dengan menggunakan metode *Euclidean distance* yakni dengan mengambil nilai terendah pada masing-masing perhitungan *distance*. Nilai terendah diambil berdasarkan jumlah *k* yang digunakan. Pada pengujian ini, jumlah *k* yang digunakan adalah *k*=1 karena titik lokasi yang ditentukan atau yang ingin dicari hanya satu titik. Tabel 5.5 merupakan hasil untuk perhitungan nilai *distance* pada setiap data *testing*.

Tabel 5.5 Hasil perhitungan nilai *distance* (d) untuk k=1

Koordinat Asli (Titik Uji) (meter)		d	Koordinat Estimasi (meter)		Error Estimasi (meter)
x	y		x	y	
1	1	2,482	1	1	0
1	2	3,231	1	2	0
1	3	2,202	1	3	0
1	4	2,737	2	10	6,08
1	5	1,910	5	8	5,00
1	6	4,349	1	6	0
1	7	5,921	1	7	0
1	8	2,731	1	7	1,00
1	9	2,069	1	9	0
1	10	3,618	1	12	2,00
1	11	3,883	1	11	0
1	12	3,300	1	12	0
2	1	3,382	4	1	2,00
2	2	2,715	3	3	1,41
2	3	1,817	2	3	0
2	4	2,177	2	4	0
2	5	1,241	2	5	0
2	6	1,965	2	6	0
2	7	1,723	4	6	2,24
2	8	0,812	2	8	0
2	9	1,871	2	9	0
2	10	1,221	2	10	0
2	11	0,714	2	11	0
2	12	1,841	2	12	0
3	1	0,872	4	5	4,21
3	2	2,341	3	2	0
3	3	1,942	3	3	0
3	4	4,080	3	7	3,00
3	5	3,043	3	5	0
3	6	3,176	3	6	0
3	7	1,628	3	7	0
3	8	1,658	3	10	1,00
3	9	1,688	3	9	0
3	10	3,711	4	7	3,16
3	11	1,871	3	11	0
3	12	2,640	3	12	8,25

Koordinat Asli (Titik Uji) (meter)		d	Koordinat Estimasi (meter)		Error Estimasi (meter)
x	y		x	y	
4	1	4,609	4	3	2,00
4	2	1,921	4	2	0
4	3	1,122	4	3	0
4	4	3,372	4	4	0
4	5	2,993	2	8	3,61
4	6	1,082	4	6	0
4	7	2,042	4	7	0
4	8	1,158	4	8	0
4	9	6,360	1	6	4,24
4	10	2,027	4	10	0
4	11	3,191	4	11	0
4	12	3,239	4	12	0
5	1	1,594	5	1	0
5	2	2,941	5	2	0
5	3	2,482	5	3	0
5	4	1,780	5	4	0
5	5	2,435	5	5	0
5	6	0,806	5	6	0
5	7	2,729	5	6	1,00
5	8	1,285	5	8	0
5	9	2,175	5	9	0
5	10	2,098	5	10	0
5	11	7,503	2	12	3,16
5	12	0,917	5	12	0
Error Estimasi Sistem					2,88

Tabel 5.5 merupakan hasil perhitungan dengan menggunakan metode *Euclidean distance* dimana nilai *distance* terkecil merupakan titik posisi untuk lokasi yang dicari. Dengan menggunakan $k=1$ hal ini menunjukkan hanya satu nilai terkecil yang digunakan untuk menentukan titik posisi yang dicari. Warna hijau yang terdapat pada Tabel 5.5 menunjukkan bahwa perhitungan algoritma *k-NN* metode *Euclidean distance* untuk pencarian titik posisi sudah sesuai antara titik koordinat asli (titik uji) dengan titik koordinat estimasi. Sedangkan untuk warna kuning menunjukkan bahwa perhitungan algoritma *k-NN* metode *Euclidean distance* untuk pencarian titik posisi mengalami ketidaksesuaian antara titik koordinat asli (titik uji) dengan titik koordinat estimasi, atau

nilai *distance* pada titik koordinat asli (titik uji) masih lebih besar dibandingkan dengan nilai *distance* pada titik koordinat estimasi.

Kemudian untuk menghitung error estimasi jarak dari sistem yang kami buat, maka digunakan Persamaan 3.2. Untuk tabel berwarna hijau, error estimasi bernilai 0 meter, dikarenakan hasil dari pencarian titik koordinat estimasi memiliki titik yang sama dengan koordinat asli (titik uji). Pada tabel berwarna kuning didapatkan hasil error estimasi terkecil yakni pada titik koordinat asli (1, 8) ; (3, 8) ; (5, 7) dengan titik koordinat estimasi (1, 7) ; (3, 9) ; (5, 6) sebesar 1,00 meter. Dan untuk hasil error estimasi terbesar yakni pada koordinat asli (1, 4) dengan koordinat estimasi (2, 10) sebesar 6,08 meter. Untuk nilai error estimasi secara keseluruhan sistem, didapatkan hasil sebesar 2,88 meter. Ini dapat terjadi dikarenakan lokasi pengujian sistem yang memiliki jangkauan tidak terlalu luas namun cukup banyak titik koordinat lokasi yang ditentukan. Pada saat pengujian sistem, terdapat beberapa gangguan seperti dinding, orang, serta barang-barang yang dapat mengganggu pancaran sinyal dari BLE *transmitter* namun tidak dapat dihindari oleh kami.

b. Pengujian algoritma *k*-*NN* dengan $k=2$

Pengujian selanjutnya dilakukan untuk nilai $k=2$. Penentuan titik lokasi ini dengan mengambil dua nilai terkecil dari perhitungan *Euclidean distance*. Dengan mendapatkan dua titik estimasi, kemudian dihitung nilai rata-rata pada tiap koordinat *x* dan *y* untuk menentukan jarak estimasinya. Tabel 5.6 merupakan hasil untuk perhitungan *Euclidean distance* dengan $k=2$.

Tabel 5.6 Hasil perhitungan nilai *distance* (*d*) untuk $k=2$

Koordinat Asli (Titik Uji) (meter)		d	Koordinat Estimasi (Dua Titik) (meter)		Koordinat Estimasi (Rata-rata) (meter)		Error Estimasi (meter)																																							
x	y		x	y	x	y																																								
1	1	2,482	1	1	2,5	2	1,80																																							
		3,501	4	3				1	2	3,231	1	2	2	3	1,41	4,095	3	4	1	3	2,202	1	3	2	7	4,12	2,339	3	11	1	4	2,737	2	10	3,5	11	7,43	3,262	5	12	1	5	1,910	5	8	5
1	2	3,231	1	2	2	3	1,41																																							
		4,095	3	4				1	3	2,202	1	3	2	7	4,12	2,339	3	11	1	4	2,737	2	10	3,5	11	7,43	3,262	5	12	1	5	1,910	5	8	5	6,5	4,27	2,632	5	5						
1	3	2,202	1	3	2	7	4,12																																							
		2,339	3	11				1	4	2,737	2	10	3,5	11	7,43	3,262	5	12	1	5	1,910	5	8	5	6,5	4,27	2,632	5	5																	
1	4	2,737	2	10	3,5	11	7,43																																							
		3,262	5	12				1	5	1,910	5	8	5	6,5	4,27	2,632	5	5																												
1	5	1,910	5	8	5	6,5	4,27																																							
		2,632	5	5																																										

Koordinat Asli (Titik Uji) (meter)		d	Koordinat Estimasi (Dua Titik) (meter)		Koordinat Estimasi (Rata-rata) (meter)		Error Estimasi (meter)																																																																																																																																																																																														
x	y		x	y	x	y																																																																																																																																																																																															
1	6	4,349	1	6	1	7,5	1,50																																																																																																																																																																																														
		5,344	1	9				1	7	5,921	1	7	1	9	2,00	7,203	1	11	1	8	2,731	1	7	1	7,5	0,50	5,309	1	8	1	9	2,069	1	9	1	10	1,00	2,891	1	11	1	10	3,618	1	12	2,5	11,5	2,12	3,870	4	11	1	11	3,883	1	11	2,5	11	1,50	4,773	4	11	1	12	3,300	1	12	1	11	1,00	6,510	4	11	2	1	3,382	4	1	3,5	1,5	1,58	3,672	3	2	2	2	2,751	3	3	3,5	2	1,50	3,412	4	1	2	3	1,817	2	3	2,5	2	1,12	3,544	3	1	2	4	2,177	2	4	2,5	5,5	1,58	3,354	3	7	2	5	1,241	2	5	2,5	5	0,50	2,293	2	6	2	6	1,965	2	6	2	5,5	0,50	2,223	2	5	2	7	1,723	4	6	3	6,5	1,12	2,035	2	7	2	8	0,812	2	8	2	4,5	3,50	2,100	2	1	2	9	1,871	2	9	2,5	6,5	2,55	1,881	2	4	2	10	1,221	2	10	2,5	11,5	1,58	3,327	3	11	2	11	0,714	2	11	2	10,5	0,50	1,578	2	10	2	12	1,841
1	7	5,921	1	7	1	9	2,00																																																																																																																																																																																														
		7,203	1	11				1	8	2,731	1	7	1	7,5	0,50	5,309	1	8	1	9	2,069	1	9	1	10	1,00	2,891	1	11	1	10	3,618	1	12	2,5	11,5	2,12	3,870	4	11	1	11	3,883	1	11	2,5	11	1,50	4,773	4	11	1	12	3,300	1	12	1	11	1,00	6,510	4	11	2	1	3,382	4	1	3,5	1,5	1,58	3,672	3	2	2	2	2,751	3	3	3,5	2	1,50	3,412	4	1	2	3	1,817	2	3	2,5	2	1,12	3,544	3	1	2	4	2,177	2	4	2,5	5,5	1,58	3,354	3	7	2	5	1,241	2	5	2,5	5	0,50	2,293	2	6	2	6	1,965	2	6	2	5,5	0,50	2,223	2	5	2	7	1,723	4	6	3	6,5	1,12	2,035	2	7	2	8	0,812	2	8	2	4,5	3,50	2,100	2	1	2	9	1,871	2	9	2,5	6,5	2,55	1,881	2	4	2	10	1,221	2	10	2,5	11,5	1,58	3,327	3	11	2	11	0,714	2	11	2	10,5	0,50	1,578	2	10	2	12	1,841	2	12	1,5	11	1,12						
1	8	2,731	1	7	1	7,5	0,50																																																																																																																																																																																														
		5,309	1	8				1	9	2,069	1	9	1	10	1,00	2,891	1	11	1	10	3,618	1	12	2,5	11,5	2,12	3,870	4	11	1	11	3,883	1	11	2,5	11	1,50	4,773	4	11	1	12	3,300	1	12	1	11	1,00	6,510	4	11	2	1	3,382	4	1	3,5	1,5	1,58	3,672	3	2	2	2	2,751	3	3	3,5	2	1,50	3,412	4	1	2	3	1,817	2	3	2,5	2	1,12	3,544	3	1	2	4	2,177	2	4	2,5	5,5	1,58	3,354	3	7	2	5	1,241	2	5	2,5	5	0,50	2,293	2	6	2	6	1,965	2	6	2	5,5	0,50	2,223	2	5	2	7	1,723	4	6	3	6,5	1,12	2,035	2	7	2	8	0,812	2	8	2	4,5	3,50	2,100	2	1	2	9	1,871	2	9	2,5	6,5	2,55	1,881	2	4	2	10	1,221	2	10	2,5	11,5	1,58	3,327	3	11	2	11	0,714	2	11	2	10,5	0,50	1,578	2	10	2	12	1,841	2	12	1,5	11	1,12																	
1	9	2,069	1	9	1	10	1,00																																																																																																																																																																																														
		2,891	1	11				1	10	3,618	1	12	2,5	11,5	2,12	3,870	4	11	1	11	3,883	1	11	2,5	11	1,50	4,773	4	11	1	12	3,300	1	12	1	11	1,00	6,510	4	11	2	1	3,382	4	1	3,5	1,5	1,58	3,672	3	2	2	2	2,751	3	3	3,5	2	1,50	3,412	4	1	2	3	1,817	2	3	2,5	2	1,12	3,544	3	1	2	4	2,177	2	4	2,5	5,5	1,58	3,354	3	7	2	5	1,241	2	5	2,5	5	0,50	2,293	2	6	2	6	1,965	2	6	2	5,5	0,50	2,223	2	5	2	7	1,723	4	6	3	6,5	1,12	2,035	2	7	2	8	0,812	2	8	2	4,5	3,50	2,100	2	1	2	9	1,871	2	9	2,5	6,5	2,55	1,881	2	4	2	10	1,221	2	10	2,5	11,5	1,58	3,327	3	11	2	11	0,714	2	11	2	10,5	0,50	1,578	2	10	2	12	1,841	2	12	1,5	11	1,12																												
1	10	3,618	1	12	2,5	11,5	2,12																																																																																																																																																																																														
		3,870	4	11				1	11	3,883	1	11	2,5	11	1,50	4,773	4	11	1	12	3,300	1	12	1	11	1,00	6,510	4	11	2	1	3,382	4	1	3,5	1,5	1,58	3,672	3	2	2	2	2,751	3	3	3,5	2	1,50	3,412	4	1	2	3	1,817	2	3	2,5	2	1,12	3,544	3	1	2	4	2,177	2	4	2,5	5,5	1,58	3,354	3	7	2	5	1,241	2	5	2,5	5	0,50	2,293	2	6	2	6	1,965	2	6	2	5,5	0,50	2,223	2	5	2	7	1,723	4	6	3	6,5	1,12	2,035	2	7	2	8	0,812	2	8	2	4,5	3,50	2,100	2	1	2	9	1,871	2	9	2,5	6,5	2,55	1,881	2	4	2	10	1,221	2	10	2,5	11,5	1,58	3,327	3	11	2	11	0,714	2	11	2	10,5	0,50	1,578	2	10	2	12	1,841	2	12	1,5	11	1,12																																							
1	11	3,883	1	11	2,5	11	1,50																																																																																																																																																																																														
		4,773	4	11				1	12	3,300	1	12	1	11	1,00	6,510	4	11	2	1	3,382	4	1	3,5	1,5	1,58	3,672	3	2	2	2	2,751	3	3	3,5	2	1,50	3,412	4	1	2	3	1,817	2	3	2,5	2	1,12	3,544	3	1	2	4	2,177	2	4	2,5	5,5	1,58	3,354	3	7	2	5	1,241	2	5	2,5	5	0,50	2,293	2	6	2	6	1,965	2	6	2	5,5	0,50	2,223	2	5	2	7	1,723	4	6	3	6,5	1,12	2,035	2	7	2	8	0,812	2	8	2	4,5	3,50	2,100	2	1	2	9	1,871	2	9	2,5	6,5	2,55	1,881	2	4	2	10	1,221	2	10	2,5	11,5	1,58	3,327	3	11	2	11	0,714	2	11	2	10,5	0,50	1,578	2	10	2	12	1,841	2	12	1,5	11	1,12																																																		
1	12	3,300	1	12	1	11	1,00																																																																																																																																																																																														
		6,510	4	11				2	1	3,382	4	1	3,5	1,5	1,58	3,672	3	2	2	2	2,751	3	3	3,5	2	1,50	3,412	4	1	2	3	1,817	2	3	2,5	2	1,12	3,544	3	1	2	4	2,177	2	4	2,5	5,5	1,58	3,354	3	7	2	5	1,241	2	5	2,5	5	0,50	2,293	2	6	2	6	1,965	2	6	2	5,5	0,50	2,223	2	5	2	7	1,723	4	6	3	6,5	1,12	2,035	2	7	2	8	0,812	2	8	2	4,5	3,50	2,100	2	1	2	9	1,871	2	9	2,5	6,5	2,55	1,881	2	4	2	10	1,221	2	10	2,5	11,5	1,58	3,327	3	11	2	11	0,714	2	11	2	10,5	0,50	1,578	2	10	2	12	1,841	2	12	1,5	11	1,12																																																													
2	1	3,382	4	1	3,5	1,5	1,58																																																																																																																																																																																														
		3,672	3	2				2	2	2,751	3	3	3,5	2	1,50	3,412	4	1	2	3	1,817	2	3	2,5	2	1,12	3,544	3	1	2	4	2,177	2	4	2,5	5,5	1,58	3,354	3	7	2	5	1,241	2	5	2,5	5	0,50	2,293	2	6	2	6	1,965	2	6	2	5,5	0,50	2,223	2	5	2	7	1,723	4	6	3	6,5	1,12	2,035	2	7	2	8	0,812	2	8	2	4,5	3,50	2,100	2	1	2	9	1,871	2	9	2,5	6,5	2,55	1,881	2	4	2	10	1,221	2	10	2,5	11,5	1,58	3,327	3	11	2	11	0,714	2	11	2	10,5	0,50	1,578	2	10	2	12	1,841	2	12	1,5	11	1,12																																																																								
2	2	2,751	3	3	3,5	2	1,50																																																																																																																																																																																														
		3,412	4	1				2	3	1,817	2	3	2,5	2	1,12	3,544	3	1	2	4	2,177	2	4	2,5	5,5	1,58	3,354	3	7	2	5	1,241	2	5	2,5	5	0,50	2,293	2	6	2	6	1,965	2	6	2	5,5	0,50	2,223	2	5	2	7	1,723	4	6	3	6,5	1,12	2,035	2	7	2	8	0,812	2	8	2	4,5	3,50	2,100	2	1	2	9	1,871	2	9	2,5	6,5	2,55	1,881	2	4	2	10	1,221	2	10	2,5	11,5	1,58	3,327	3	11	2	11	0,714	2	11	2	10,5	0,50	1,578	2	10	2	12	1,841	2	12	1,5	11	1,12																																																																																			
2	3	1,817	2	3	2,5	2	1,12																																																																																																																																																																																														
		3,544	3	1				2	4	2,177	2	4	2,5	5,5	1,58	3,354	3	7	2	5	1,241	2	5	2,5	5	0,50	2,293	2	6	2	6	1,965	2	6	2	5,5	0,50	2,223	2	5	2	7	1,723	4	6	3	6,5	1,12	2,035	2	7	2	8	0,812	2	8	2	4,5	3,50	2,100	2	1	2	9	1,871	2	9	2,5	6,5	2,55	1,881	2	4	2	10	1,221	2	10	2,5	11,5	1,58	3,327	3	11	2	11	0,714	2	11	2	10,5	0,50	1,578	2	10	2	12	1,841	2	12	1,5	11	1,12																																																																																														
2	4	2,177	2	4	2,5	5,5	1,58																																																																																																																																																																																														
		3,354	3	7				2	5	1,241	2	5	2,5	5	0,50	2,293	2	6	2	6	1,965	2	6	2	5,5	0,50	2,223	2	5	2	7	1,723	4	6	3	6,5	1,12	2,035	2	7	2	8	0,812	2	8	2	4,5	3,50	2,100	2	1	2	9	1,871	2	9	2,5	6,5	2,55	1,881	2	4	2	10	1,221	2	10	2,5	11,5	1,58	3,327	3	11	2	11	0,714	2	11	2	10,5	0,50	1,578	2	10	2	12	1,841	2	12	1,5	11	1,12																																																																																																									
2	5	1,241	2	5	2,5	5	0,50																																																																																																																																																																																														
		2,293	2	6				2	6	1,965	2	6	2	5,5	0,50	2,223	2	5	2	7	1,723	4	6	3	6,5	1,12	2,035	2	7	2	8	0,812	2	8	2	4,5	3,50	2,100	2	1	2	9	1,871	2	9	2,5	6,5	2,55	1,881	2	4	2	10	1,221	2	10	2,5	11,5	1,58	3,327	3	11	2	11	0,714	2	11	2	10,5	0,50	1,578	2	10	2	12	1,841	2	12	1,5	11	1,12																																																																																																																				
2	6	1,965	2	6	2	5,5	0,50																																																																																																																																																																																														
		2,223	2	5				2	7	1,723	4	6	3	6,5	1,12	2,035	2	7	2	8	0,812	2	8	2	4,5	3,50	2,100	2	1	2	9	1,871	2	9	2,5	6,5	2,55	1,881	2	4	2	10	1,221	2	10	2,5	11,5	1,58	3,327	3	11	2	11	0,714	2	11	2	10,5	0,50	1,578	2	10	2	12	1,841	2	12	1,5	11	1,12																																																																																																																															
2	7	1,723	4	6	3	6,5	1,12																																																																																																																																																																																														
		2,035	2	7				2	8	0,812	2	8	2	4,5	3,50	2,100	2	1	2	9	1,871	2	9	2,5	6,5	2,55	1,881	2	4	2	10	1,221	2	10	2,5	11,5	1,58	3,327	3	11	2	11	0,714	2	11	2	10,5	0,50	1,578	2	10	2	12	1,841	2	12	1,5	11	1,12																																																																																																																																										
2	8	0,812	2	8	2	4,5	3,50																																																																																																																																																																																														
		2,100	2	1				2	9	1,871	2	9	2,5	6,5	2,55	1,881	2	4	2	10	1,221	2	10	2,5	11,5	1,58	3,327	3	11	2	11	0,714	2	11	2	10,5	0,50	1,578	2	10	2	12	1,841	2	12	1,5	11	1,12																																																																																																																																																					
2	9	1,871	2	9	2,5	6,5	2,55																																																																																																																																																																																														
		1,881	2	4				2	10	1,221	2	10	2,5	11,5	1,58	3,327	3	11	2	11	0,714	2	11	2	10,5	0,50	1,578	2	10	2	12	1,841	2	12	1,5	11	1,12																																																																																																																																																																
2	10	1,221	2	10	2,5	11,5	1,58																																																																																																																																																																																														
		3,327	3	11				2	11	0,714	2	11	2	10,5	0,50	1,578	2	10	2	12	1,841	2	12	1,5	11	1,12																																																																																																																																																																											
2	11	0,714	2	11	2	10,5	0,50																																																																																																																																																																																														
		1,578	2	10				2	12	1,841	2	12	1,5	11	1,12																																																																																																																																																																																						
2	12	1,841	2	12	1,5	11	1,12																																																																																																																																																																																														

Koordinat Asli (Titik Uji) (meter)		d	Koordinat Estimasi (Dua Titik) (meter)		Koordinat Estimasi (Rata-rata) (meter)		Error Estimasi (meter)
x	y		x	y	x	y	
		2,694	1	10			
3	1	0,872	4	5	3	3	2,00
		2,722	2	1			
3	2	2,341	3	2	3,5	1,5	0,71
		5,678	4	1			
3	3	1,942	3	3	3,5	3	0,50
		3,108	4	3			
3	4	4,080	3	7	3	8	4,00
		4,084	3	9			
3	5	3,043	3	5	3	6	1,00
		3,667	3	7			
3	6	3,176	3	6	2,5	6	0,50
		4,456	2	6			
3	7	1,628	3	7	3,5	6,5	0,71
		2,634	2	7			
3	8	1,658	3	10	3,5	9	1,12
		4,682	4	8			
3	9	1,688	3	9	3	8	1,00
		1,755	3	7			
3	10	3,711	4	7	2,5	4,5	5,52
		4,317	1	2			
3	11	1,871	3	11	2,5	10	1,12
		3,327	2	9			
3	12	2,640	3	12	4	8	4,12
		3,250	5	4			
4	1	4,523	4	3	4	2	1,00
		4,609	4	1			
4	2	1,921	4	2	3	2	1,00
		4,067	2	2			
4	3	1,122	4	3	3,5	3	0,50
		1,473	3	3			
4	4	3,372	4	4	3,5	3,5	0,71
		3,473	3	3			
4	5	0,927	2	8	3	6,5	1,80
		1,487	2	1			
4	6	1,082	4	6	3	6,5	1,12
		1,881	2	7			

Koordinat Asli (Titik Uji) (meter)		d	Koordinat Estimasi (Dua Titik) (meter)		Koordinat Estimasi (Rata-rata) (meter)		Error Estimasi (meter)																																																																																																																																																																																														
x	y		x	y	x	y																																																																																																																																																																																															
4	7	2,042	4	7	3	5,5	1,80																																																																																																																																																																																														
		3,056	2	4				4	8	1,158	4	8	3	6,5	1,80	1,766	2	5	4	9	2,917	1	6	2,5	6,5	2,92	3,220	4	7	4	10	2,027	4	10	2,5	8	2,50	2,081	1	6	4	11	0,927	4	11	2,5	10,5	1,58	3,191	1	10	4	12	3,239	4	12	3	12	1,00	3,669	1	10	5	1	1,594	5	1	5	2	1,00	3,156	5	3	5	2	2,941	5	2	5	3	1,00	5,742	5	4	5	3	2,482	5	3	5	3,5	0,50	2,602	5	4	5	4	1,780	5	4	5	3,5	0,50	2,891	5	3	5	5	2,435	5	5	4,5	7,5	2,5	2,632	4	10	5	6	0,806	5	6	5	6,5	0,50	2,062	5	7	5	7	1,910	5	6	5	6,5	0,50	2,128	5	5	5	8	1,285	5	8	5	8,5	0,50	3,373	4	11	5	9	2,175	5	9	5	8,5	0,50	2,478	3	12	5	10	2,098	5	10	3,5	11	1,80	4,753	2	12	5	11	3,872	2	12	1,5	12	3,64	3,986	4	12	5	12	0,917	5	12	3	7,5	4,92	3,471	1	3	Error Estimasi Sistem		
4	8	1,158	4	8	3	6,5	1,80																																																																																																																																																																																														
		1,766	2	5				4	9	2,917	1	6	2,5	6,5	2,92	3,220	4	7	4	10	2,027	4	10	2,5	8	2,50	2,081	1	6	4	11	0,927	4	11	2,5	10,5	1,58	3,191	1	10	4	12	3,239	4	12	3	12	1,00	3,669	1	10	5	1	1,594	5	1	5	2	1,00	3,156	5	3	5	2	2,941	5	2	5	3	1,00	5,742	5	4	5	3	2,482	5	3	5	3,5	0,50	2,602	5	4	5	4	1,780	5	4	5	3,5	0,50	2,891	5	3	5	5	2,435	5	5	4,5	7,5	2,5	2,632	4	10	5	6	0,806	5	6	5	6,5	0,50	2,062	5	7	5	7	1,910	5	6	5	6,5	0,50	2,128	5	5	5	8	1,285	5	8	5	8,5	0,50	3,373	4	11	5	9	2,175	5	9	5	8,5	0,50	2,478	3	12	5	10	2,098	5	10	3,5	11	1,80	4,753	2	12	5	11	3,872	2	12	1,5	12	3,64	3,986	4	12	5	12	0,917	5	12	3	7,5	4,92	3,471	1	3	Error Estimasi Sistem							1,73						
4	9	2,917	1	6	2,5	6,5	2,92																																																																																																																																																																																														
		3,220	4	7				4	10	2,027	4	10	2,5	8	2,50	2,081	1	6	4	11	0,927	4	11	2,5	10,5	1,58	3,191	1	10	4	12	3,239	4	12	3	12	1,00	3,669	1	10	5	1	1,594	5	1	5	2	1,00	3,156	5	3	5	2	2,941	5	2	5	3	1,00	5,742	5	4	5	3	2,482	5	3	5	3,5	0,50	2,602	5	4	5	4	1,780	5	4	5	3,5	0,50	2,891	5	3	5	5	2,435	5	5	4,5	7,5	2,5	2,632	4	10	5	6	0,806	5	6	5	6,5	0,50	2,062	5	7	5	7	1,910	5	6	5	6,5	0,50	2,128	5	5	5	8	1,285	5	8	5	8,5	0,50	3,373	4	11	5	9	2,175	5	9	5	8,5	0,50	2,478	3	12	5	10	2,098	5	10	3,5	11	1,80	4,753	2	12	5	11	3,872	2	12	1,5	12	3,64	3,986	4	12	5	12	0,917	5	12	3	7,5	4,92	3,471	1	3	Error Estimasi Sistem							1,73																	
4	10	2,027	4	10	2,5	8	2,50																																																																																																																																																																																														
		2,081	1	6				4	11	0,927	4	11	2,5	10,5	1,58	3,191	1	10	4	12	3,239	4	12	3	12	1,00	3,669	1	10	5	1	1,594	5	1	5	2	1,00	3,156	5	3	5	2	2,941	5	2	5	3	1,00	5,742	5	4	5	3	2,482	5	3	5	3,5	0,50	2,602	5	4	5	4	1,780	5	4	5	3,5	0,50	2,891	5	3	5	5	2,435	5	5	4,5	7,5	2,5	2,632	4	10	5	6	0,806	5	6	5	6,5	0,50	2,062	5	7	5	7	1,910	5	6	5	6,5	0,50	2,128	5	5	5	8	1,285	5	8	5	8,5	0,50	3,373	4	11	5	9	2,175	5	9	5	8,5	0,50	2,478	3	12	5	10	2,098	5	10	3,5	11	1,80	4,753	2	12	5	11	3,872	2	12	1,5	12	3,64	3,986	4	12	5	12	0,917	5	12	3	7,5	4,92	3,471	1	3	Error Estimasi Sistem							1,73																												
4	11	0,927	4	11	2,5	10,5	1,58																																																																																																																																																																																														
		3,191	1	10				4	12	3,239	4	12	3	12	1,00	3,669	1	10	5	1	1,594	5	1	5	2	1,00	3,156	5	3	5	2	2,941	5	2	5	3	1,00	5,742	5	4	5	3	2,482	5	3	5	3,5	0,50	2,602	5	4	5	4	1,780	5	4	5	3,5	0,50	2,891	5	3	5	5	2,435	5	5	4,5	7,5	2,5	2,632	4	10	5	6	0,806	5	6	5	6,5	0,50	2,062	5	7	5	7	1,910	5	6	5	6,5	0,50	2,128	5	5	5	8	1,285	5	8	5	8,5	0,50	3,373	4	11	5	9	2,175	5	9	5	8,5	0,50	2,478	3	12	5	10	2,098	5	10	3,5	11	1,80	4,753	2	12	5	11	3,872	2	12	1,5	12	3,64	3,986	4	12	5	12	0,917	5	12	3	7,5	4,92	3,471	1	3	Error Estimasi Sistem							1,73																																							
4	12	3,239	4	12	3	12	1,00																																																																																																																																																																																														
		3,669	1	10				5	1	1,594	5	1	5	2	1,00	3,156	5	3	5	2	2,941	5	2	5	3	1,00	5,742	5	4	5	3	2,482	5	3	5	3,5	0,50	2,602	5	4	5	4	1,780	5	4	5	3,5	0,50	2,891	5	3	5	5	2,435	5	5	4,5	7,5	2,5	2,632	4	10	5	6	0,806	5	6	5	6,5	0,50	2,062	5	7	5	7	1,910	5	6	5	6,5	0,50	2,128	5	5	5	8	1,285	5	8	5	8,5	0,50	3,373	4	11	5	9	2,175	5	9	5	8,5	0,50	2,478	3	12	5	10	2,098	5	10	3,5	11	1,80	4,753	2	12	5	11	3,872	2	12	1,5	12	3,64	3,986	4	12	5	12	0,917	5	12	3	7,5	4,92	3,471	1	3	Error Estimasi Sistem							1,73																																																		
5	1	1,594	5	1	5	2	1,00																																																																																																																																																																																														
		3,156	5	3				5	2	2,941	5	2	5	3	1,00	5,742	5	4	5	3	2,482	5	3	5	3,5	0,50	2,602	5	4	5	4	1,780	5	4	5	3,5	0,50	2,891	5	3	5	5	2,435	5	5	4,5	7,5	2,5	2,632	4	10	5	6	0,806	5	6	5	6,5	0,50	2,062	5	7	5	7	1,910	5	6	5	6,5	0,50	2,128	5	5	5	8	1,285	5	8	5	8,5	0,50	3,373	4	11	5	9	2,175	5	9	5	8,5	0,50	2,478	3	12	5	10	2,098	5	10	3,5	11	1,80	4,753	2	12	5	11	3,872	2	12	1,5	12	3,64	3,986	4	12	5	12	0,917	5	12	3	7,5	4,92	3,471	1	3	Error Estimasi Sistem							1,73																																																													
5	2	2,941	5	2	5	3	1,00																																																																																																																																																																																														
		5,742	5	4				5	3	2,482	5	3	5	3,5	0,50	2,602	5	4	5	4	1,780	5	4	5	3,5	0,50	2,891	5	3	5	5	2,435	5	5	4,5	7,5	2,5	2,632	4	10	5	6	0,806	5	6	5	6,5	0,50	2,062	5	7	5	7	1,910	5	6	5	6,5	0,50	2,128	5	5	5	8	1,285	5	8	5	8,5	0,50	3,373	4	11	5	9	2,175	5	9	5	8,5	0,50	2,478	3	12	5	10	2,098	5	10	3,5	11	1,80	4,753	2	12	5	11	3,872	2	12	1,5	12	3,64	3,986	4	12	5	12	0,917	5	12	3	7,5	4,92	3,471	1	3	Error Estimasi Sistem							1,73																																																																								
5	3	2,482	5	3	5	3,5	0,50																																																																																																																																																																																														
		2,602	5	4				5	4	1,780	5	4	5	3,5	0,50	2,891	5	3	5	5	2,435	5	5	4,5	7,5	2,5	2,632	4	10	5	6	0,806	5	6	5	6,5	0,50	2,062	5	7	5	7	1,910	5	6	5	6,5	0,50	2,128	5	5	5	8	1,285	5	8	5	8,5	0,50	3,373	4	11	5	9	2,175	5	9	5	8,5	0,50	2,478	3	12	5	10	2,098	5	10	3,5	11	1,80	4,753	2	12	5	11	3,872	2	12	1,5	12	3,64	3,986	4	12	5	12	0,917	5	12	3	7,5	4,92	3,471	1	3	Error Estimasi Sistem							1,73																																																																																			
5	4	1,780	5	4	5	3,5	0,50																																																																																																																																																																																														
		2,891	5	3				5	5	2,435	5	5	4,5	7,5	2,5	2,632	4	10	5	6	0,806	5	6	5	6,5	0,50	2,062	5	7	5	7	1,910	5	6	5	6,5	0,50	2,128	5	5	5	8	1,285	5	8	5	8,5	0,50	3,373	4	11	5	9	2,175	5	9	5	8,5	0,50	2,478	3	12	5	10	2,098	5	10	3,5	11	1,80	4,753	2	12	5	11	3,872	2	12	1,5	12	3,64	3,986	4	12	5	12	0,917	5	12	3	7,5	4,92	3,471	1	3	Error Estimasi Sistem							1,73																																																																																														
5	5	2,435	5	5	4,5	7,5	2,5																																																																																																																																																																																														
		2,632	4	10				5	6	0,806	5	6	5	6,5	0,50	2,062	5	7	5	7	1,910	5	6	5	6,5	0,50	2,128	5	5	5	8	1,285	5	8	5	8,5	0,50	3,373	4	11	5	9	2,175	5	9	5	8,5	0,50	2,478	3	12	5	10	2,098	5	10	3,5	11	1,80	4,753	2	12	5	11	3,872	2	12	1,5	12	3,64	3,986	4	12	5	12	0,917	5	12	3	7,5	4,92	3,471	1	3	Error Estimasi Sistem							1,73																																																																																																									
5	6	0,806	5	6	5	6,5	0,50																																																																																																																																																																																														
		2,062	5	7				5	7	1,910	5	6	5	6,5	0,50	2,128	5	5	5	8	1,285	5	8	5	8,5	0,50	3,373	4	11	5	9	2,175	5	9	5	8,5	0,50	2,478	3	12	5	10	2,098	5	10	3,5	11	1,80	4,753	2	12	5	11	3,872	2	12	1,5	12	3,64	3,986	4	12	5	12	0,917	5	12	3	7,5	4,92	3,471	1	3	Error Estimasi Sistem							1,73																																																																																																																				
5	7	1,910	5	6	5	6,5	0,50																																																																																																																																																																																														
		2,128	5	5				5	8	1,285	5	8	5	8,5	0,50	3,373	4	11	5	9	2,175	5	9	5	8,5	0,50	2,478	3	12	5	10	2,098	5	10	3,5	11	1,80	4,753	2	12	5	11	3,872	2	12	1,5	12	3,64	3,986	4	12	5	12	0,917	5	12	3	7,5	4,92	3,471	1	3	Error Estimasi Sistem							1,73																																																																																																																															
5	8	1,285	5	8	5	8,5	0,50																																																																																																																																																																																														
		3,373	4	11				5	9	2,175	5	9	5	8,5	0,50	2,478	3	12	5	10	2,098	5	10	3,5	11	1,80	4,753	2	12	5	11	3,872	2	12	1,5	12	3,64	3,986	4	12	5	12	0,917	5	12	3	7,5	4,92	3,471	1	3	Error Estimasi Sistem							1,73																																																																																																																																										
5	9	2,175	5	9	5	8,5	0,50																																																																																																																																																																																														
		2,478	3	12				5	10	2,098	5	10	3,5	11	1,80	4,753	2	12	5	11	3,872	2	12	1,5	12	3,64	3,986	4	12	5	12	0,917	5	12	3	7,5	4,92	3,471	1	3	Error Estimasi Sistem							1,73																																																																																																																																																					
5	10	2,098	5	10	3,5	11	1,80																																																																																																																																																																																														
		4,753	2	12				5	11	3,872	2	12	1,5	12	3,64	3,986	4	12	5	12	0,917	5	12	3	7,5	4,92	3,471	1	3	Error Estimasi Sistem							1,73																																																																																																																																																																
5	11	3,872	2	12	1,5	12	3,64																																																																																																																																																																																														
		3,986	4	12				5	12	0,917	5	12	3	7,5	4,92	3,471	1	3	Error Estimasi Sistem							1,73																																																																																																																																																																											
5	12	0,917	5	12	3	7,5	4,92																																																																																																																																																																																														
		3,471	1	3				Error Estimasi Sistem							1,73																																																																																																																																																																																						
Error Estimasi Sistem							1,73																																																																																																																																																																																														

Tabel 5.6 merupakan hasil dari pengujian sistem dengan menggunakan algoritma *k-NN* metode *Euclidean distance* dengan $k=2$, dimana pada pengujian ini diambil dua nilai terkecil untuk menentukan titik koordinat estimasi. Untuk menghitung error estimasi jarak dari sistem yang kami buat, digunakan Persamaan 3.2. Untuk titik estimasi yang tidak sesuai dengan titik koordinat asli, didapatkan hasil error estimasi terkecil sebesar 0,50 meter. Dan untuk hasil error estimasi terbesar yakni pada koordinat asli (1, 4) dengan koordinat estimasi (3,5, 11) sebesar 7,43 meter. Untuk nilai error estimasi secara keseluruhan sistem, didapatkan hasil sebesar 1,73 meter.

c. Pengujian algoritma *k-NN* dengan $k=3$

Pengujian selanjutnya dilakukan untuk nilai $k=3$. Penentuan titik lokasi ini dengan mengambil dua nilai terkecil dari perhitungan *Euclidean distance*. Dengan mendapatkan tiga titik estimasi, kemudian dihitung nilai rata-rata pada tiap koordinat x dan y untuk menentukan jarak estimasinya. Tabel 5.7 merupakan hasil untuk perhitungan *Euclidean distance* dengan $k=3$.

Tabel 5.7 Hasil perhitungan nilai *distance* (d) untuk $k=3$

Koordinat Asli (Titik Uji) (meter)		d	Koordinat Estimasi (Tiga Titik) (meter)		Koordinat Estimasi (Rata-rata) (meter)		Error Estimasi (meter)
x	y		x	y	x	y	
1	1	2,482	1	1	3	2,67	2,60
		3,501	4	3			
		3,558	4	4			
1	2	3,231	1	2	2,67	4,33	2,87
		4,095	3	4			
		4,601	4	7			
1	3	2,202	1	3	3	8,67	6,01
		2,339	3	11			
		2,728	5	12			
1	4	2,737	2	10	2,67	8,33	4,64
		3,262	5	12			
		3,384	1	3			
1	5	1,910	5	8	3,67	6	2,85
		2,632	5	5			
		3,366	1	5			
1	6	4,349	1	6	2	7,33	1,67
		5,344	1	9			

Koordinat Asli (Titik Uji) (meter)		d	Koordinat Estimasi (Tiga Titik) (meter)		Koordinat Estimasi (Rata-rata) (meter)		Error Estimasi (meter)
x	y		x	y	x	y	
		5,689	4	7			
1	7	5,921	1	7	1,67	8	1,20
		7,203	1	11			
		8,549	3	6			
1	8	2,731	1	7	1	8,67	0,67
		5,309	1	8			
		8,757	1	11			
1	9	2,069	1	9	2,33	9	1,33
		2,891	1	11			
		5,084	5	7			
1	10	3,618	1	12	2	11	1,41
		3,870	4	11			
		3,906	1	10			
1	11	3,883	1	11	2	11,33	1,05
		4,773	4	11			
		6,139	1	12			
1	12	3,300	1	12	2	11	1,41
		6,510	4	11			
		7,554	1	10			
2	1	3,382	4	1	3,33	1,67	1,49
		3,672	3	2			
		5,173	3	2			
2	2	2,751	3	3	3,67	2,33	1,70
		3,412	4	1			
		3,473	4	3			
2	3	1,817	2	3	2,33	4	1,05
		3,544	3	1			
		4,567	2	8			
2	4	2,177	2	4	2,67	6,33	2,43
		3,354	3	7			
		3,750	3	8			
2	5	1,241	2	5	2,33	5,33	0,47
		2,293	2	6			
		2,293	3	5			
2	6	1,965	2	6	2,67	6,33	0,75
		2,223	2	5			
		3,118	4	8			

Koordinat Asli (Titik Uji) (meter)		d	Koordinat Estimasi (Tiga Titik) (meter)		Koordinat Estimasi (Rata-rata) (meter)		Error Estimasi (meter)
x	y		x	y	x	y	
2	7	1,723	4	6	3,33	6,67	1,37
		2,035	2	7			
		4,601	4	7			
2	8	0,812	2	8	2,67	4,67	3,40
		2,100	2	1			
		2,600	4	5			
2	9	1,871	2	9	2,33	5,67	3,35
		2,184	2	4			
		2,184	3	4			
2	10	1,221	2	10	3	7,67	2,54
		3,327	3	11			
		3,883	4	2			
2	11	0,714	2	11	2,67	7,67	3,40
		1,578	2	10			
		2,879	4	2			
2	12	1,841	2	12	1,33	11,33	0,94
		2,694	1	10			
		3,986	1	12			
3	1	0,872	4	5	2,67	4,67	3,68
		2,722	2	1			
		2,943	2	8			
3	2	2,341	3	2	3,33	1,33	0,75
		5,678	4	1			
		6,867	3	1			
3	3	1,942	3	3	3	2,33	0,67
		3,108	4	3			
		4,291	2	1			
3	4	4,080	3	7	2,67	7,33	3,35
		4,084	3	9			
		3,669	2	6			
3	5	3,043	3	5	3	5,33	0,33
		3,667	3	7			
		4,567	3	4			
3	6	3,176	3	6	2,67	5,67	0,47
		4,456	2	6			
		4,567	3	5			
3	7	1,628	3	7	3	6,67	0,33

Koordinat Asli (Titik Uji) (meter)		d	Koordinat Estimasi (Tiga Titik) (meter)		Koordinat Estimasi (Rata-rata) (meter)		Error Estimasi (meter)
x	y		x	y	x	y	
		2,634	2	7			
		2,823	4	6			
3	8	1,658	3	10	3	7,67	0,33
		4,682	4	8			
		4,852	2	5			
3	9	1,688	3	9	3	8	1,00
		1,755	3	7			
		2,581	3	8			
3	10	3,711	4	7	2,67	4,33	5,68
		4,317	1	2			
		5,419	3	4			
3	11	1,871	3	11	2,67	8	3,02
		2,751	3	4			
		3,327	2	9			
3	12	2,640	3	12	3	6,33	5,67
		3,250	5	4			
		3,854	1	3			
4	1	4,523	4	3	3	1,67	1,20
		4,609	4	1			
		4,854	1	1			
4	2	1,921	4	2	2,67	5	3,28
		4,067	2	2			
		4,208	2	11			
4	3	1,122	4	3	3,67	3,33	0,47
		1,473	3	3			
		3,108	4	4			
4	4	3,372	4	4	3	3,33	1,20
		3,473	3	3			
		3,674	2	3			
4	5	0,927	2	8	2,67	4,67	1,37
		1,487	2	1			
		2,993	4	5			
4	6	1,082	4	6	3,33	6,67	0,94
		1,881	2	7			
		3,684	4	7			
4	7	2,042	4	7	3,33	6,33	0,94
		3,056	2	4			

Koordinat Asli (Titik Uji) (meter)		d	Koordinat Estimasi (Tiga Titik) (meter)		Koordinat Estimasi (Rata-rata) (meter)		Error Estimasi (meter)
x	y		x	y	x	y	
		3,558	4	8			
4	8	1,158	4	8	2,67	6,33	2,13
		1,766	2	5			
		2,731	2	6			
4	9	2,917	1	6	2,67	8	1,67
		3,220	4	7			
		4,132	3	11			
4	10	2,027	4	10	2,67	9	1,67
		2,081	1	6			
		3,266	3	11			
4	11	0,927	4	11	3	10,33	1,20
		3,191	1	10			
		4,211	4	10			
4	12	3,239	4	12	2,33	11,33	1,80
		3,669	1	10			
		3,923	2	12			
5	1	1,594	5	1	5	2,67	1,67
		3,156	5	3			
		4,997	5	4			
5	2	2,941	5	2	4,33	6	4,06
		5,742	5	4			
		5,945	3	12			
5	3	2,482	5	3	3,67	3,33	1,37
		2,602	5	4			
		4,588	1	3			
5	4	1,780	5	4	3,67	3,33	1,49
		2,891	5	3			
		3,202	1	3			
5	5	2,435	5	5	3,33	6,33	2,13
		2,632	4	10			
		2,867	1	4			
5	6	0,806	5	6	5	6	0
		2,062	5	7			
		4,187	5	5			
5	7	1,910	5	6	5	6	1
		2,128	5	5			
		2,729	5	7			

Koordinat Asli (Titik Uji) (meter)		d	Koordinat Estimasi (Tiga Titik) (meter)		Koordinat Estimasi (Rata-rata) (meter)		Error Estimasi (meter)
x	y		x	y	x	y	
5	8	1,285	5	8	4	10,33	2,54
		3,373	4	11			
		3,813	3	12			
5	9	2,175	5	9	4,33	9,67	0,94
		3,941	5	8			
		2,478	3	12			
5	10	2,098	5	10	3,33	11,33	2,13
		4,753	2	12			
		6,414	3	12			
5	11	3,872	2	12	2,33	12	2,85
		3,986	4	12			
		4,657	1	12			
5	12	0,917	5	12	3,33	9	3,43
		3,471	1	3			
		3,967	4	12			
Error Estimasi Sistem							1,99

Tabel 5.7 merupakan hasil dari pengujian sistem dengan menggunakan algoritma *k-NN* metode *Euclidean distance* dengan $k=3$, dimana pada pengujian ini diambil tiga nilai terkecil untuk menentukan titik koordinat estimasi. Untuk menghitung error estimasi jarak dari sistem yang kami buat, maka digunakan Persamaan 3.2. Tabel berwarna hijau menunjukkan error estimasi bernilai 0 meter, dikarenakan hasil dari pencarian titik koordinat estimasi memiliki titik yang sama dengan koordinat asli (titik uji). Untuk titik estimasi yang tidak sesuai dengan titik koordinat asli, didapatkan hasil error estimasi terkecil sebesar 0,33 meter. Dan untuk hasil error estimasi terbesar yakni pada koordinat asli (1, 3) dengan koordinat estimasi (3, 8,67) sebesar 6,01 meter. Untuk nilai error estimasi secara keseluruhan sistem, didapatkan hasil sebesar 1,99 meter.

Setelah melakukan perhitungan menggunakan algoritma *k-NN* metode *Euclidean distance* dengan nilai $k=1$, $k=2$, dan $k=3$, dalam perhitungan error estimasi keseluruhan sistem, pada $k=1$ didapatkan rata-rata error estimasi sebesar 2,88 meter. Pada nilai $k=2$ dan $k=3$ untuk rata-rata error estimasinya masing-masing adalah 1,73 meter dan 1,99 meter. Nilai rata-rata error estimasi dipengaruhi oleh error estimasi pertitiknya. Pada $k=1$, nilai error estimasi terbesar 6,08 meter pada titik koordinat asli (1, 4) dan titik koordinat estimasi (2, 10). Pada $k=2$, nilai error

estimasi terbesar adalah 7,42 meter pada titik koordinat asli (1, 4) dan titik koordinat estimasi (3,5 , 11). Pada k=3, nilai error estimasi terbesar adalah 6,01 meter pada titik koordinat asli (1, 3) dan titik koordinat estimasi (3, 8,67). Error estimasi sistem terbesar yakni k=1 dengan error estimasi sistem sebesar 2,88 meter. Nilai k dalam perhitungan error estimasi memiliki pengaruh namun tidak signifikan. Dengan penggunaan nilai k yang semakin besar, menjadikan error estimasi sistem bernilai lebih kecil. Ini disebabkan karena pada prinsipnya, k pada algoritma *k-NN* adalah banyaknya nilai yang diambil berdasarkan tetangga terdekat, semakin banyak nilai k yang digunakan, artinya semakin besar kemungkinan dalam pendekatan nilai untuk titik yang dicari. Namun pemilihan nilai dalam penggunaan k berpengaruh, ketika nilai k yang dipilih tidak sesuai, ini dapat menyebabkan error estimasi sistem semakin buruk. Kemudian dengan adanya beberapa hasil error estimasi yang cukup besar di beberapa titik, hal ini dapat dikarenakan lokasi pengujian sistem yang memiliki jangkauan tidak terlalu luas namun cukup banyak titik koordinat lokasi yang ditentukan, serta terdapat beberapa gangguan seperti dinding, orang, dan barang-barang yang dapat mengganggu pancaran sinyal dari BLE *transmitter* namun tidak dapat dihindari oleh kami.

5.1.3 Pengujian dengan Algoritma *k-NN* untuk Ruang Bersekat

a. Pengujian algoritma *k-NN* dengan k=1

Pengujian data dilakukan menggunakan algoritma *k-NN* dengan metode *Euclidean distance*. Penentuan titik lokasi dengan menggunakan metode *Euclidean distance* yakni dengan mengambil nilai terendah pada masing-masing perhitungan *distance*. Nilai terendah diambil berdasarkan jumlah k yang digunakan. Pada pengujian ini, jumlah k yang digunakan adalah k=1 karena titik lokasi yang ditentukan atau yang ingin dicari hanya satu titik. Tabel 5.8 merupakan hasil untuk perhitungan nilai *distance* pada setiap data *testing*.

Tabel 5.8 Hasil perhitungan nilai *distance* (d) untuk k=1

Koordinat Asli (Titik Uji) (meter)		d	Koordinat Estimasi (meter)		Error Estimasi (meter)
x	y		x	y	
Ruang 1					
1	6	3,162	1	6	0
2	3	2,449	2	3	0
3	1	5,831	4	7	6,08
4	5	3,317	4	5	0
5	4	2,449	2	3	3,16
Ruang 2					

Koordinat Asli (Titik Uji) (meter)		d	Koordinat Estimasi (meter)		Error Estimasi (meter)
x	y		x	y	
1	12	1,732	1	12	0
2	9	4,123	2	9	0
3	11	2,236	3	11	0
4	7	6,325	4	7	0
5	10	3,317	5	10	0
Error Estimasi					4,62

Tabel 5.8 merupakan hasil perhitungan dengan menggunakan metode *Euclidean distance* dimana nilai *distance* terkecil merupakan titik posisi untuk lokasi yang dicari. Dengan menggunakan $k=1$ hal ini menunjukkan hanya satu nilai terkecil yang digunakan untuk menentukan titik posisi yang dicari. Warna hijau yang terdapat pada Tabel 5.7 menunjukkan bahwa perhitungan algoritma *k-NN* metode *Euclidean distance* untuk pencarian titik posisi sudah sesuai antara titik koordinat asli (titik uji) dengan titik koordinat estimasi. Sedangkan untuk warna kuning menunjukkan bahwa perhitungan algoritma *k-NN* metode *Euclidean distance* untuk pencarian titik posisi mengalami ketidaksesuaian antara titik koordinat asli (titik uji) dengan titik koordinat estimasi, atau nilai *distance* pada titik koordinat asli (titik uji) masih lebih besar dibandingkan dengan nilai *distance* pada titik koordinat estimasi.

Kemudian untuk menghitung error estimasi jarak dari sistem yang kami buat, maka digunakan Persamaan 3.2. Untuk tabel berwarna hijau, error estimasi bernilai 0 meter, dikarenakan hasil dari pencarian titik koordinat estimasi memiliki titik yang sama dengan koordinat asli (titik uji). Pada tabel berwarna kuning didapatkan hasil error estimasi terkecil yakni pada titik koordinat asli (5, 1) dengan koordinat estimasi (2, 3) sebesar 3,16 meter. Dan untuk hasil error estimasi terbesar yakni pada koordinat asli (3, 1) dengan koordinat estimasi (4, 7) sebesar 6,08 meter. Untuk nilai error estimasi secara keseluruhan sistem, didapatkan hasil sebesar 4,62 meter. Hal ini terjadi dikarenakan lokasi pengujian sistem dilakukan pada ruang bersekat. Ketika pancaran sinyal dari BLE *transmitter* ditangkap oleh BLE *receiver* dengan keadaan ruang yang bersekat, serta peletakan BLE *receiver* hanya diletakkan 1 pada tiap ruangnya, ini menyebabkan sinyal yang tertangkap tidak cukup baik, sehingga error estimasi sistem menjadi lebih besar.

b. Pengujian algoritma k -NN dengan $k=2$

Pengujian selanjutnya dilakukan untuk nilai $k=2$. Penentuan titik lokasi ini dengan mengambil dua nilai terkecil dari perhitungan *Euclidean distance*. Dengan mendapatkan dua titik estimasi, kemudian dihitung nilai rata-rata pada tiap koordinat x dan y untuk menentukan jarak estimasinya. Tabel 5.9 merupakan hasil untuk perhitungan *Euclidean distance* dengan $k=2$.

Tabel 5.9 Hasil perhitungan nilai *distance* (d) untuk $k=2$

Koordinat Asli (Titik Uji) (meter)		d	Koordinat Estimasi (Dua Titik) (meter)		Koordinat Estimasi (Rata-rata) (meter)		Error Estimasi (meter)
x	y		x	y	x	y	
Ruang 1							
1	6		1	6	2,5	6,5	1,58
			4	7			
2	3		2	3	1,5	4,5	1,58
			1	6			
3	1		4	7	2,5	6,5	5,52
			1	6			
4	5		4	5	4	6	1,00
			4	7			
5	4		2	3	1,5	4,5	3,54
			1	6			
Ruang 2							
1	12		1	12	3	11	2,24
			5	10			
2	9		2	9	2,5	10	1,12
			5	10			
3	11		3	11	4	10,5	1,12
			5	10			
4	7		4	7	4	6	1,00
			4	5			
5	10		5	10	3	11	2,24
			1	12			
Error Estimasi							2,09

Tabel 5.9 merupakan hasil dari pengujian sistem dengan menggunakan algoritma k -NN metode *Euclidean distance* dengan $k=2$, dimana pada pengujian ini diambil dua nilai terkecil untuk menentukan titik koordinat estimasi. Untuk menghitung error estimasi

jarak dari sistem yang kami buat, digunakan Persamaan 3.2. Untuk titik estimasi yang tidak sesuai dengan titik koordinat asli, didapatkan hasil error estimasi terkecil sebesar 1,00 meter. Dan untuk hasil error estimasi terbesar yakni pada koordinat asli (3, 1) dengan koordinat estimasi (2,5, 6,5) sebesar 5,52 meter. Untuk nilai error estimasi secara keseluruhan sistem, didapatkan hasil sebesar 2,09 meter.

c. Pengujian algoritma k -NN dengan $k=3$

Pengujian selanjutnya dilakukan untuk nilai $k=3$. Penentuan titik lokasi ini dengan mengambil dua nilai terkecil dari perhitungan *Euclidean distance*. Dengan mendapatkan tiga titik estimasi, kemudian dihitung nilai rata-rata pada tiap koordinat x dan y untuk menentukan jarak estimasinya. Tabel 5.10 merupakan hasil untuk perhitungan *Euclidean distance* dengan $k=3$.

Tabel 5.10 Hasil perhitungan nilai *distance* (d) untuk $k=3$

Koordinat Asli (Titik Uji) (meter)		d	Koordinat Estimasi (Dua Titik) (meter)		Koordinat Estimasi (Rata-rata) (meter)		Error Estimasi (meter)
x	y		x	y	x	y	
Ruang 1							
1	6		1	6	2,33	5,33	1,49
			4	7			
			2	3			
2	3		2	3	2,33	5,33	2,36
			1	6			
			4	7			
3	1		4	7	2,33	5,33	4,38
			1	6			
			2	3			
4	5		4	5	3	6	1,41
			4	7			
			1	6			
5	4		2	3	2,33	4,67	2,75
			1	6			
			4	5			
Ruang 2							
1	12		1	12	3	11	2,24
			5	10			
			3	11			
2	9		2	9	3,33	10	1,67
			3	11			

Koordinat Asli (Titik Uji) (meter)		d	Koordinat Estimasi (Dua Titik) (meter)		Koordinat Estimasi (Rata-rata) (meter)		Error Estimasi (meter)
x	y		x	y	x	y	
			5	10			
3	11		3	11	3,33	10	1,05
			5	10			
			2	9			
4	7		4	7	3,67	7,67	0,75
			4	5			
			3	11			
5	10		5	10	3	11	2,24
			1	12			
			3	11			
Error Estimasi							2,03

Tabel 5.10 merupakan hasil dari pengujian sistem dengan menggunakan algoritma *k-NN* metode *Euclidean distance* dengan $k=3$, dimana pada pengujian ini diambil dua nilai terkecil untuk menentukan titik koordinat estimasi. Untuk menghitung error estimasi jarak dari sistem yang kami buat, digunakan Persamaan 3.2. Untuk titik estimasi yang tidak sesuai dengan titik koordinat asli, didapatkan hasil error estimasi terkecil sebesar 0,75 meter. Dan untuk hasil error estimasi terbesar yakni pada koordinat asli (3, 1) dengan koordinat estimasi (2,33, 5,33) sebesar 4,38 meter. Untuk nilai error estimasi secara keseluruhan sistem, didapatkan hasil sebesar 2,03 meter.

Setelah melakukan perhitungan menggunakan algoritma *k-NN* metode *Euclidean distance* dengan nilai $k=1$, $k=2$, dan $k=3$, dalam perhitungan error estimasi keseluruhan sistem, pada $k=1$ didapatkan rata-rata error estimasi sebesar 4,62 meter. Pada nilai $k=2$ dan $k=3$ untuk rata-rata error estimasinya masing-masing adalah 2,09 meter dan 2,03 meter. Nilai rata-rata error estimasi dipengaruhi oleh error estimasi pertitiknya. Pada $k=1$, nilai error estimasi terbesar yakni 6,08 meter pada koordinat asli (3, 1) dengan koordinat estimasi (4, 7). Pada $k=2$, error estimasi terbesar yakni 5,52 meter pada koordinat asli (3, 1) dengan koordinat estimasi (2,5, 6,5). Pada $k=3$, nilai error estimasi terbesar yakni 4,38 meter pada koordinat asli (3, 1) dengan koordinat estimasi (2,33, 5,33). Error estimasi sistem terbesar yakni $k=1$ dengan error estimasi sistem sebesar 4,62 meter. Nilai k dalam perhitungan error estimasi untuk ruang bersekat memiliki pengaruh yang cukup signifikan. Dengan penggunaan nilai k yang semakin besar, menjadikan error estimasi sistem bernilai lebih kecil. Ini disebabkan karena pada prinsipnya, k pada

algoritma k -NN adalah banyaknya nilai yang diambil berdasarkan tetangga terdekat, semakin banyak nilai k yang digunakan, artinya semakin besar kemungkinan dalam pendekatan nilai untuk titik yang dicari. Kemudian dengan adanya beberapa hasil error estimasi yang cukup besar di beberapa titik, hal ini terjadi dikarenakan lokasi pengujian sistem dilakukan pada ruang bersekat. Ketika pancaran sinyal dari BLE *transmitter* ditangkap oleh BLE *receiver* dengan keadaan ruang yang bersekat, serta peletakan BLE *receiver* hanya diletakkan 1 pada tiap ruangnya, ini menyebabkan sinyal yang tertangkap tidak cukup baik, sehingga error estimasi sistem menjadi lebih besar.

5.2 Pengalaman Pengguna

Setelah seluruh tahap perancangan telah dilakukan serta alat dan sistem telah menjadi suatu produk utuh, dilakukan pengujian di Laboratorium Komputer, Teknik Elektro UII. Tabel 5.11 menunjukkan fitur/komponen yang menjadi evaluasi menurut pengalaman pengguna.

Tabel 5.11 Pengalaman Pengguna

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
1	Fungsi	Fungsi sebagai pendeteksi lokasi orang di dalam Laboratorium Komputer Teknik Elektro UII dengan menampilkan estimasi lokasi <i>user</i> dalam skala ruangan	Dipertahankan
2	Kemudahan	Pengambilan nilai RSSI untuk perhitungan dengan algoritma masih dilakukan secara manual	Perlu adanya pergantian komponen pada BLE <i>receiver</i> agar nilai RSSI dapat langsung tersimpan di <i>web server</i> atau komputer
3	Keamanan	Keamanan data sudah cukup baik karena tidak perlu memasukkan data dan menampilkan data yang bersifat pribadi	Dipertahankan
4	Akurasi	Masih adanya kesalahan dalam pendeteksian lokasi <i>user</i>	Perlu mengganti <i>database</i> kembali atau perbaikan formula perhitungan lokasi

5.3 Dampak Implementasi Sistem

5.3.1 Teknologi/Inovasi

Terciptanya sistem pendeteksi lokasi di dalam ruangan ini tidak terlepas dari berbagai macam teknologi dan inovasi terdahulu, sebagai referensi untuk mengembangkan sistem PIPS-Blu sesuai dengan kebutuhan. Tabel 5.12 menjelaskan tentang hasil implementasi observasi dari sistem yang sudah ada.

Tabel 5.12 Perbandingan sistem yang dibuat dengan sistem lainnya

No	Fitur/Komponen	Sistem yang dibuat	Y. E. Rohmadi, dkk	F. H. Perdana and H. Ginardi	A. Aryasena, dkk
1	Media Pemancar	<i>Bluetooth Low Energy</i>	<i>Bluetooth</i>	<i>Wi-Fi Access Point</i>	<i>Bluetooth</i>

2	Penempatan Sistem	Di 1 ruangan (60 titik lokasi)	Di dalam Gedung (jumlah lokasi tidak disebutkan)	Di dalam gedung (23 titik lokasi)	Di dalam Gedung (jumlah lokasi tidak disebutkan)
3	Cara Kerja	Metode <i>fingerprinting</i> dan algoritma <i>k-NN</i>	Metode <i>fingerprinting</i> dan algoritma <i>k-NN</i>	Algoritma <i>clustering filtered k-NN</i>	Metode <i>trilateration</i> dan algoritma <i>k-NN</i>
4	Akurasi	Skala yang digunakan adalah error estimasi, untuk $k=1$ adalah 2,88m, $k=2$ adalah 1,73m, dan $k=3$ adalah 1,99m	Skala yang digunakan adalah jarak sebesar 1,55m	95,36%	Skala yang digunakan adalah jarak sebesar 2,44m

5.3.2 Sosial

Sistem yang telah dibuat ditunjukkan untuk menyelesaikan masalah tentang GPS yang tidak dapat digunakan dengan baik di dalam ruangan. PIPS-Blu dapat memecahkan solusi untuk *Indoor Positioning System* yang masih minim dikalangan tenaga medis, walaupun sistem masih terbatas karena penginputan nilai RSSI yang masih dilakukan dengan cara manual. Hal ini dapat membantu tenaga medis dalam pencarian posisi/lokasi dari pasien ketika berada di dalam ruangan.

5.3.3 Ekonomi

Hanya dengan membutuhkan alat berupa BLE Cubeacon card yang memiliki harga cukup murah, sistem ini dapat berjalan dengan baik tanpa memerlukan biaya yang tinggi.

BAB 6 : Kesimpulan dan Saran

6.1 Kesimpulan

Dengan adanya sistem PIPS-Blu yaitu *Passive Indoor Positioning System* dengan menggunakan *Bluetooth* dapat membantu tenaga medis dalam pencarian/penentuan titik lokasi dari pasien yang berada di RSJ. Sistem ini dibuat bekerja menggunakan parameter berupa nilai RSSI dari pancaran sinyal pada *BLE transmitter* yang kemudian diproses menggunakan algoritma *k-NN* dan dihasilkan estimasi posisi terdekat *user* berdasarkan *database* yang telah dibuat sebelumnya.

Hasil pengujian di ruang yang tidak bersekat:

- Hasil dari pengujian sistem dengan nilai $k=1$ menunjukkan bahwa nilai error estimasi secara keseluruhan sistem, didapatkan hasil sebesar 2,88 meter.
- Hasil dari pengujian sistem dengan $k=2$, dimana pada pengujian ini diambil dua nilai terkecil untuk menentukan titik koordinat estimasi. Untuk perhitungan estimasi error secara keseluruhan sistem, didapatkan hasil sebesar 1,73 meter.
- Hasil dari pengujian sistem dengan $k=3$, dimana pada pengujian ini diambil tiga nilai terkecil untuk menentukan titik koordinat estimasi. Untuk nilai error estimasi secara keseluruhan sistem, didapatkan hasil sebesar 1,99 meter.

Hasil pengujian di ruang yang bersekat:

- Hasil dari pengujian sistem dengan nilai $k=1$ menunjukkan bahwa nilai error estimasi secara keseluruhan sistem, didapatkan hasil sebesar 4,62 meter.
- Hasil dari pengujian sistem dengan $k=2$, dimana pada pengujian ini diambil dua nilai terkecil untuk menentukan titik koordinat estimasi. Untuk perhitungan estimasi error secara keseluruhan sistem, didapatkan hasil sebesar 2,09 meter.
- Hasil dari pengujian sistem dengan $k=3$, dimana pada pengujian ini diambil tiga nilai terkecil untuk menentukan titik koordinat estimasi. Untuk nilai error estimasi secara keseluruhan sistem, didapatkan hasil sebesar 2,03 meter.

Nilai k dalam perhitungan error estimasi untuk ruang bersekat memiliki pengaruh yang cukup signifikan. Dengan penggunaan nilai k yang semakin besar, menjadikan error estimasi sistem bernilai lebih kecil. Ini disebabkan karena pada prinsipnya, k pada algoritma *k-NN* adalah banyaknya nilai yang diambil berdasarkan tetangga terdekat, semakin banyak nilai k yang digunakan, artinya semakin besar kemungkinan dalam pendekatan nilai untuk titik yang dicari. Ketika pancaran sinyal dari *BLE transmitter* ditangkap oleh *BLE receiver* dengan keadaan ruang yang bersekat, serta peletakan *BLE receiver* hanya diletakkan 1 pada tiap ruangnya, ini

menyebabkan sinyal yang tertangkap tidak cukup baik, sehingga error estimasi sistem menjadi lebih besar.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil dari perencanaan serta pengujian dalam pembuatan sistem PIPS-Blu ini, agar peneliti selanjutnya dapat mengoptimalkan kinerja sistem, perlu disempurnakan lagi dari segi alat untuk BLE *receiver* agar sistem dapat menyimpan langsung nilai RSSI yang didapat dalam *cloud* atau *web server*, serta perlu ditingkatkan lagi dari akurasi agar sistem dapat mendeteksi secara tepat untuk lokasi/posisi yang akan dicari secara *real-time* dan dapat dimonitoring secara langsung melalui PC atau laptop.



Daftar Pustaka

- [1] S. P. Sanjaya, Sistem Penentuan Lokasi Dalam Ruang Menggunakan Metode *Trilateration* dan *Kalman Filter*. Universitas Sriwijaya, 2021.
- [2] S. Agustin, Macam-Macam Sakit Jiwa dan Gejalanya, Mei. 2021, *accessed on* : Dec. 9, 2021. [Online]. Available: <https://www.alodokter.com/sakit-jiwa-ternyata-ada-banyak>
- [3] Rumah Sakit Jiwa Mutiara Sukma, Jumlah Kunjungan RSJ Mutiara Sukma Berdasarkan Status Bayar, Jul. 2018, *accessed on* : Dec. 9, 2021. [Online]. Available: <https://data.ntbprov.go.id/dataset/jumlah-kunjungan-rsj-mutiara-sukma-berdasarkan-status-bayar>
- [4] Y. E. Rohmadi, W. Widyawan, W. Najib, Teknik *Positioning* Pada *Bluetooth*, in Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia 2015, vol. 3(1), 4-4-45.
- [5] F. H. Perdana, H. Ginardi, Implementasi *Indoor Positioning System* Berbasis *Smartphone* dengan Penambahan *Access Point* untuk Studi Kasus Gedung Teknik Informatika ITS. Jurnal Teknik ITS, vol 5(2), pp. A336-A341, 2016.
- [6] A. Aryasena, R. V. H. Ginardi, F. Baskoro, Perancangan *Indoor Localization* Menggunakan *Bluetooth* Untuk Pelacakan Posisi Benda di Dalam Ruang. Jurnal Teknik ITS, vol. 5(2), pp. A326-A330, 2016.
- [7] A. F. Utomo, Penerapan Sistem *Indoor Localization* Menggunakan *Bluetooth Low Energy* Dengan Teknik *Trilateration* Di Laboratorium LG Corner FTI UII. Universitas Islam Indonesia, 2020.
- [8] N. F. Puspitasari, Analisis RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) Terhadap Ketinggian Perangkat *Wi-Fi* Di Lingkungan *Indoor*. Jurnal Ilmiah Dasi, vol. 15(4), pp. 32-38, 2017.
- [9] R. Heydon, *Bluetooth low energy: the developer's handbook*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2012.

[10] R. K. Dinata, H. Akbar, N. Hasdyna, Algoritma *K-Nearest Neighbor* dengan *Euclidean Distance* dan *Manhattan Distance* untuk Klasifikasi Transportasi Bus. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, vol. 12(2), pp. 104-111, 2020.

[11] Ilmu Duniaku, Soal dan Pembahasan Menentukan Jarak Antara Dua Titik, Ruang Soal.id, Jun. 2018, *access on* : Jul. 18, 2022. [Online]. Available: <https://www.ruangsoal.id/2018/06/soal-dan-pembahasan-menentukan-jarak.html>



LAMPIRAN – LAMPIRAN

- *Logbook* kegiatan pengerjaan Tugas Akhir 2

Hari, Tanggal	Deskripsi Kegiatan
27/02/2022	Diskusi terkait algoritma yang digunakan sistem
22/03/2022	Percobaan menggunakan BLE <i>transmitter</i> yang sudah ada
23/03/2022	Diskusi terkait <i>progress</i> tugas akhir 2 dengan Dosen Pembimbing 1 secara <i>online</i>
28/03/2022	Diskusi terkait penggunaan alat, mencoba mengganti baterai BLE <i>transmitter</i> dengan <i>power supply</i>
30/03/2022	Bimbingan dengan Dosen Pembimbing 1 secara <i>offline</i> membahas tentang kelanjutan alat yang harus diganti
8/04/2022	Pembelian alat untuk BLE <i>transmitter</i>
12/04/2022	Percobaan menggunakan BLE <i>transmitter</i> yang tersambung oleh BLE <i>receiver</i> (<i>smartphone</i>)
13/04/2022	Bimbingan dengan Dosen Pembimbing 1 secara <i>offline</i> membahas tentang <i>progress</i> untuk sistem yang dibuat
22/04/2022	Diskusi terkait program yang digunakan untuk BLE <i>receiver</i> (Cubeacon reader AR25)
26/04/2022	Diskusi terkait <i>progress</i> tugas akhir 2 dengan Dosen Pembimbing 1 secara <i>online</i>
12/05/2022	Diskusi pembuatan <i>technical report</i> 201
19/05/2022	Pengerjaan <i>technical report</i> 201
20/05/2022	Pengerjaan <i>technical report</i> 201
1/06/2022	Bimbingan dengan Dosen Pembimbing 1 secara <i>online</i> membahas tentang <i>progress</i> untuk sistem yang dibuat
2/06/2022	Percobaan penggunaan BLE <i>receiver</i> (Cubeacon reader AR25)
3/06/2022	Bimbingan dengan Dosen Pembimbing 1 secara <i>offline</i> membahas tentang permasalahan pada konfigurasi untuk BLE <i>receiver</i> (Cubeacon reader AR25)
10/06/2022	Pengerjaan <i>technical report</i> 202 (skema pengambilan data dilakukan semi-manual –BLE <i>receiver</i> menggunakan <i>smartphone</i>)
11/06/2022	Diskusi lanjutan terkait program dan penggunaan BLE <i>receiver</i> (Cubeacon reader AR25)


Hari, Tanggal	Deskripsi Kegiatan
14/06/2022	Pengerjaan <i>technical report</i> 202
15/06/2022	Pengerjaan <i>technical report</i> 202
20/06/2022	Bimbingan dengan Dosen Pembimbing 2 secara <i>offline</i> membahas terkait sistem yang telah dibuat
21/06/2022	Pengerjaan Laporan Tugas Akhir 2, perbaikan sistem sesuai dengan masukan dari dosen pembimbing
22/06/2022	Pengerjaan Laporan Tugas Akhir 2, perbaikan sistem sesuai dengan masukan dari dosen pembimbing
23/06/2022	Pengerjaan Laporan Tugas Akhir 2, perbaikan sistem sesuai dengan masukan dari dosen pembimbing
24/06/2022	Bimbingan dengan Dosen Pembimbing 2 secara <i>offline</i> membahas terkait hasil sistem yang telah diperbaiki
27/06/2022	Pengerjaan Laporan Tugas Akhir 2, perbaikan sistem sesuai dengan masukan dari dosen pembimbing
28/06/2022	Pengerjaan Laporan Tugas Akhir 2, perbaikan sistem sesuai dengan masukan dari dosen pembimbing
29/06/2022	Pengerjaan Laporan Tugas Akhir 2, perbaikan sistem sesuai dengan masukan dari dosen pembimbing
7/07/2022	Pengerjaan Laporan Tugas Akhir 2, perbaikan sistem sesuai dengan masukan dari dosen pembimbing
11/07/2022	Pengerjaan Laporan Tugas Akhir 2, perbaikan sistem sesuai dengan masukan dari dosen pembimbing
13/07/2022	Pengerjaan Laporan Tugas Akhir 2, perbaikan sistem sesuai dengan masukan dari dosen pembimbing
14/07/2022	Bimbingan dengan Dosen Pembimbing 2 secara <i>offline</i> membahas terkait hasil akhir sistem yang dibuat
15/07/2022	Pengerjaan Laporan Tugas Akhir 2, perbaikan sistem sesuai dengan masukan dari dosen pembimbing
16/07/2022	Pengumpulan tahap 1 Laporan Tugas Akhir 2 kepada Dosen Pembimbing 1
17/07/2022	Revisi Laporan Tugas Akhir 2
18/07/2022	Revisi Laporan Tugas Akhir 2
21/07/2022	Revisi Laporan Tugas Akhir 2

▪ Dokumen TRP 201 dan TRP 202

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING Capsto

TECHNICAL REPORT

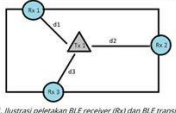
IDENTITAS

Dokumentasi Proses	TA201
Topik / Judul Capstone Design	Passive Indoor Positioning System Dengan Menggunakan Bluetooth
Nama Lengkap	Aisyah Zidni Zaida Tafidah
No. Induk Mahasiswa (NIM)	18524098
Dosen Pembimbing 1	 Firdaus, S.T., M.T., Ph.D.
Dosen Pembimbing 2	Dr. Hasbi Nur Prasetyo Wisudawan, S.T., M.T.

Spesifikasi Sistem
Kriteria untuk spesifikasi sistem yang akan digunakan meliputi:

1. Sistem akan mampu mendeteksi posisi orang yang ada di dalam gedung.
2. Sistem versi awal dirancang untuk mendeteksi 1 orang saja.
3. Teknologi yang digunakan adalah BLE (Bluetooth Low Energy).
4. Orang yang akan dideteksi posisinya akan membawa BLE transmitter.
5. Di dalam gedung akan dipasang beberapa BLE receiver.
6. Posisi orang yang dimonitor akan tertampil pada layar monitor PC atau laptop

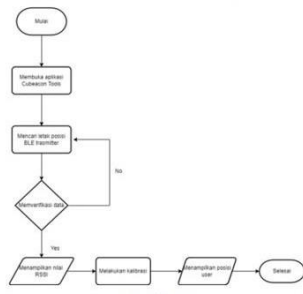
Desain rancangan awal



Gambar 1. Ilustrasi pelekatan BLE receiver (Rx) dan BLE transmitter (Tx)

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING Capsto

Untuk desain rancangan awal sistem pada project capstone ini dengan menggunakan BLE Cubeacon untuk mendeteksi lokasi orang yang berada di dalam gedung dengan meletakkan beberapa BLE receiver pada ruangan dan BLE transmitter yang akan dibawa oleh orang. Alat ini nantinya akan dipasang sebagai tags/kalung pada orang yang akan dideteksi lokasi posisinya. Penggunaan alat ini nantinya akan menggunakan aplikasi Cubeacon Tools yang dapat diunduh secara gratis melalui *google playstore* yang berguna juga untuk pengambilan nilai RSSI.



Gambar 2. Diagram alir


Berdasarkan diagram alir pada Gambar 2, dapat dijelaskan bahwa penggunaan aplikasi Cubeacon Tools ini pertama dengan mencari terlebih dahulu letak-letak user yang terdeteksi melalui smartphone. Kemudian, aplikasi mem-verifikasi data yang ada dengan menampilkan nilai RSSI pada tiap BLE transmitter. Setelah didapatkan nilai RSSI, nantinya aplikasi akan melakukan kalibrasi guna menentukan letak posisi user yang ada sehingga dapat diketahui jarak antara BLE transmitter/user dengan BLE receiver/smartphone melalui aplikasi.

Desain rancangan akhir

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING Capstone

TECHNICAL REPORT

IDENTITAS

Dokumentasi Proses	TA202
Topik / Judul Capstone Design	Passive Indoor Positioning System Dengan Menggunakan Bluetooth
Nama Lengkap	Aisyah Zidni Zaida Tafidah
No. Induk Mahasiswa (NIM)	18524098
Dosen Pembimbing 1	 Firdaus, S.T., M.T., Ph.D.
Dosen Pembimbing 2	Dr. Hasbi Nur Prasetyo Wisudawan, S.T., M.T.

Metode / Rancangan Pengujian Sistem
Metode / rancangan pengujian sistem yang dilakukan yaitu:

1. Melakukan pengambilan data di Laboratorium Komputer, FIAI UII
2. Melakukan pengujian sistem dengan menggunakan metode k-NN

Metode Pengukuran untuk pengujian Sistem
Pengujian sistem dilakukan berdasarkan koordinat titik yang telah ditentukan sebelum proses pengambilan data dilakukan.

1. **k-NN (k-Nearest Neighbor)**
k-Nearest Neighbor atau yang sering disingkat dengan KNN adalah salah satu algoritma yang digunakan untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan dari data pembelajaran (data training) yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Tujuan dari algoritma KNN adalah mengklasifikasikan objek baru berdasarkan atribut dan sampel-sampel dari data training.

Algoritma k-NN

1. Menentukan parameter K sebagai banyaknya jumlah tetangga terdekat dengan objek baru.
2. Menghitung jarak antar objek/data baru terhadap semua objek/data yang telah di training.

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING Capstone

3. Urutkan hasil perhitungan tersebut.
4. Tentukan tetangga terdekat berdasarkan jarak minimum ke K.
5. Tentukan kategori dari tetangga terdekat dengan objek/data.
6. Gunakan kategori mayoritas sebagai klasifikasi objek/data baru.

Rumus algoritma k-NN:

$$d = \sqrt{(rssiget1 - rssit1_x)^2 + (rssiget2 - rssit2_x)^2 + (rssiget3 - rssit3_x)^2}$$

$$K = 1$$

Hasil Pengujian Sistem
Pengujian dilakukan pada 60 titik koordinat. Pengujian dilakukan dengan mengambil data melalui aplikasi cubeacon pada handphone. Proses pengambilan data dilakukan selama 10 detik pada setiap titik koordinat. Berikut merupakan salah satu hasil pengambilan data yang dilakukan di Laboratorium Komputer, FIAI UII.

Tabel 1. RSSI Rx1

Koordinat		RSSI/Desik (s)									
X	Y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	-62	-62	-61	-62	-62	-62	-62	-62	-63	-64

Tabel 2. RSSI Rx2

Koordinat		RSSI/Desik (s)									
X	Y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	-82	-81	-81	0	-81	0	0	0	-87	-87

Tabel 3. RSSI Rx3

Koordinat		RSSI/Desik (s)									
X	Y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0	-89	-89	-86	-82	-82	0	-85	-85	-87

Setelah mendapatkan nilai RSSI selama 10 detik di setiap titik koordinat, maka didapatkan hasil rata-rata untuk nilai RSSI per titik koordinat berdasarkan masing-masing Rx.

Tabel 4. Database RSSI

Koordinat		RSSI 1	RSSI 2	RSSI 3
X	Y			
1	1	-62	-50	-69
	2	-70	-62	-62
	3	-68	-72	-59
	4	-74	-77	-35

- Tabel *database* untuk Rx1 pada ruang tidak bersekat

Koordinat		RSSI/Detik (s)										Average	
X	Y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	1	-62	-62	-61	-62	-62	-62	-62	-62	-62	-63	-64	-62
	2	-71	-70	-68	-69	-69	-69	-77	-69	-70	-70	-70	-70
	3	-75	-75	-73	-73	-81	-76	-76	-75	-76	-75	-75	-76
	4	-68	-73	-77	-78	-77	-76	-75	-76	-73	-71	-71	-74
	5	-84	-74	-80	-85	-85	-77	-80	-86	-87	-81	-81	-82
	6	-72	-80	-73	-73	-73	-84	-81	-71	-71	-71	-71	-75
	7	-75	-75	-78	-84	-84	-85	-86	-78	-77	-77	-77	-80
	8	-84	-84	-84	-82	-83	-86	-83	-83	-81	-79	-79	-83
	9	-86	-73	-73	-74	-73	-79	-78	-73	-73	-74	-74	-76
	10	-76	-76	-76	-78	-79	-79	-79	-76	-78	-79	-79	-78
	11	-75	-74	-72	-72	-83	-82	-84	-85	-85	-82	-82	-79
	12	-84	-73	-73	-78	-81	-82	-82	-83	-81	-82	-82	-80
2	1	-67	-60	-61	-69	-69	-59	-58	-68	-57	-58	-63	
	2	-75	-75	-71	-78	-75	-73	-67	-65	-65	-63	-71	
	3	-58	-64	-64	-63	-62	-62	-64	-63	-63	-62	-63	
	4	-66	-65	-70	-70	-70	-67	-71	-71	-71	-75	-70	
	5	-65	-65	-75	-65	-77	-70	-75	-66	-65	-65	-69	
	6	-69	-66	-66	-69	-69	-68	-66	-67	-67	-66	-67	
	7	-62	-62	-63	-63	-67	-65	-68	-64	-66	-67	-65	
	8	-73	0	-77	-75	-67	-65	-65	-65	-64	-63	-61	
	9	-73	-73	-73	-70	-70	-69	-70	-72	-71	-69	-71	
	10	-68	-69	-71	-73	-79	-73	-74	-71	-71	-73	-72	
	11	-73	-73	-73	-78	-76	-69	-69	-68	-71	-69	-72	
	12	-74	-83	-84	-85	-78	-75	-73	-73	-80	-78	-78	
3	1	-64	-64	-63	-63	-63	-52	-57	-57	-52	-51	-59	
	2	-53	-53	-53	-56	-50	-50	-50	-54	-54	-51	-52	
	3	-61	-61	-62	-63	-62	-62	-62	-63	-61	-64	-62	
	4	-71	-70	-74	-65	-73	-68	-68	-69	-69	-76	-70	
	5	-64	-64	-63	-74	-63	-63	-63	-63	-72	-73	-66	
	6	-70	-68	-68	-68	-68	-68	-71	-71	-70	-70	-69	
	7	-64	-66	-66	-67	-67	-67	-67	-67	-67	-67	-67	
	8	-68	-69	-74	-68	-65	-65	-68	-68	-68	-68	-68	
	9	-71	-66	-66	-66	-68	-68	-70	-67	-67	-67	-68	
	10	-71	-67	-67	-68	-68	-69	-68	-69	-68	-70	-69	
	11	-78	-74	-71	-71	-75	-73	-69	-68	-80	-78	-74	
	12	-79	-79	-76	-77	-81	-81	-85	-85	-80	-80	-80	
4	1	-63	-63	0	-63	-67	-64	-64	-66	-64	-64	-58	
	2	-68	-69	-68	-71	-70	-71	-70	-69	-69	-68	-69	
	3	-64	-63	-63	-62	-59	-61	-61	-63	-62	-61	-62	
	4	-67	-66	-66	-66	-66	-59	-59	-58	-64	-64	-64	
	5	-60	-59	-60	-60	-60	-61	-61	-61	-61	-61	-60	
	6	-68	-66	-66	-66	-63	-63	-68	-67	-67	-67	-66	
	7	-67	-66	-66	-73	-67	-66	-68	-69	-70	-78	-69	
	8	-70	-74	-68	-68	-73	-75	-71	-66	-69	-70	-70	
	9	-71	-75	-77	-70	-70	-70	-76	-71	-71	-71	-72	
	10	-71	-81	-78	-79	-87	-77	-72	-72	-72	-73	-76	
	11	-78	-81	-81	-83	-83	-78	-79	-80	-80	-71	-79	
	12	-73	-74	-75	-76	-74	-75	-74	-74	-74	-79	-75	
5	1	-74	-73	-73	-72	-73	-71	-71	-74	-71	-71	-72	
	2	-82	-72	-79	-82	-84	-77	-77	-81	-83	-84	-80	
	3	-76	-73	-73	-72	-72	-73	-73	-72	-76	-72	-73	
	4	-76	-76	-76	-75	-73	-76	-74	-74	-74	-75	-75	
	5	-71	-72	-72	-82	-81	-81	-83	-84	-85	-81	-79	
	6	-78	-78	-77	-78	-80	-78	-80	-80	-77	-81	-79	
	7	-75	-76	-80	-84	-78	-77	-82	-82	-81	-81	-80	
	8	-85	-81	-81	-82	-80	-78	-78	-82	-82	-82	-81	
	9	-83	-85	-76	-85	-82	-84	-84	-78	-78	-81	-82	
	10	-82	-84	-84	-87	-82	-82	-82	-82	-82	-83	-83	
	11	-82	-75	-75	-78	-77	-77	-81	-79	-77	-76	-78	
	12	-78	-76	-75	-75	-75	-76	-75	-77	-77	-78	-76	

- Tabel *database* untuk Rx2 pada ruang tidak bersekat

Koordinat		RSSI/Detik (s)										
X	Y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Average
1	1	-82	-81	-81	-81	-81	-81	-82	-83	-87	-87	-83
	2	-77	-75	-75	-82	-83	-73	-73	-76	-75	-81	-77
	3	-77	-77	-76	-77	-78	-83	-85	-81	-81	-77	-79
	4	-74	-74	-81	-78	-78	-75	-67	-83	-81	-80	-77
	5	-72	-76	-76	-74	-74	-69	-74	-77	-74	-80	-75
	6	-82	-75	-72	-79	-68	-68	-73	-74	-81	-71	-74
	7	-60	-60	-60	-60	-60	-61	-61	-61	-60	-60	-60
	8	-64	-64	-64	-64	-67	-64	-64	-64	-70	-62	-65
	9	-73	-73	-73	-73	-79	-73	-72	-68	-68	-66	-72
	10	-71	-84	-82	-85	-86	-81	-77	-72	-72	-71	-78
	11	-70	-70	-70	-70	-69	-68	-71	-68	-68	-72	-70
	12	-85	-73	-72	-71	-76	-76	-77	-77	-80	-81	-77
2	1	-84	-75	-75	-75	-71	-70	-76	-76	-75	-74	-75
	2	-84	-79	-83	-83	-83	-84	-82	-82	-76	-76	-81
	3	-78	-78	-76	-81	-81	-82	-81	-82	-79	-79	-80
	4	-77	-75	-86	-76	-76	-73	-67	-67	-67	-79	-74
	5	-73	-73	-73	-73	-73	-73	-65	-70	-66	-68	-71
	6	-68	-77	-66	-70	-67	-67	-71	-72	-73	-73	-70
	7	-68	-68	-72	-76	-75	-70	-68	-72	-79	-79	-73
	8	-79	-78	-71	-70	-78	-69	-75	-69	-79	-79	-75
	9	-76	-76	-79	-76	-73	-75	-75	-75	-84	-84	-77
	10	-79	-79	-77	-77	-83	-85	-83	-83	-83	-78	-81
	11	-78	-80	-85	-84	-83	-83	-76	-76	-75	-75	-80
	12	-82	-82	-82	-86	-81	-83	-81	-77	-77	-80	-81
3	1	-75	-75	-75	-75	-79	-77	-77	-77	-77	-83	-77
	2	-75	-78	-81	-82	-79	-78	-78	-78	-79	-78	-79
	3	-86	-80	-80	-81	-80	-81	-83	-77	-77	-79	-80
	4	-78	-78	-78	-78	-75	-84	-74	-74	-78	-81	-78
	5	-66	-71	-71	-71	-71	-70	-71	-66	-72	-72	-70
	6	-74	-66	-66	-66	-64	-62	-62	-63	-64	-64	-65
	7	-67	-75	-75	-71	-73	-73	-70	-78	-76	-74	-73
	8	-77	-75	-74	-74	-70	-70	-70	-71	-67	-76	-72
	9	-70	-70	-71	-72	-72	-71	-71	-77	-84	-78	-74
	10	-86	0	-81	-86	-88	-82	-83	-83	-82	0	-67
	11	-82	-76	-76	-76	-76	-76	-78	-79	-79	-79	-78
	12	-85	-85	-87	-75	-78	-78	-78	-78	-78	-84	-81
4	1	-75	-78	-86	-85	-82	-82	-82	-85	-85	-76	-82
	2	-76	-81	-79	-78	-79	-79	-78	-80	-85	-85	-80
	3	-82	-82	-82	-83	-78	-82	-74	-80	-84	-82	-81
	4	-77	-77	-77	-88	-76	-76	-73	-77	-79	-81	-78
	5	-75	-73	-72	-83	-72	-73	-73	-73	-81	-73	-75
	6	-72	-72	-72	-87	-72	-68	-68	-71	-76	-72	-73
	7	-73	-71	-72	-72	-70	-79	-75	-75	-75	-74	-74
	8	-72	-69	-69	-73	-73	-75	-70	-69	-69	-71	-71
	9	-71	-70	-71	-71	-72	-72	-72	-75	-73	-72	-72
	10	-72	-78	-78	-73	-80	-77	-75	-73	-73	-79	-76
	11	-84	-75	-81	-77	-77	-79	-73	-71	-71	-71	-76
	12	-78	-81	-81	-82	-78	-83	-81	-81	-82	-82	-81
5	1	-79	-84	-84	-88	-84	-80	-81	-78	-84	-84	-83
	2	-78	-81	-81	-85	-81	-81	-90	-85	-73	-87	-82
	3	-80	-80	-73	-80	-83	-83	-80	-82	-85	-78	-80
	4	-82	-81	-81	-76	-76	-81	-81	-81	-78	-79	-80
	5	-67	-71	-86	-74	-73	-73	-74	-76	-78	-78	-75
	6	-76	-70	-70	-74	-75	-70	-69	-70	-71	-69	-71
	7	-70	-79	-79	-80	-77	-81	-88	-88	0	-73	-72
	8	-75	-74	-82	-84	-83	-82	-74	-74	-74	-70	-77
	9	-80	-80	-80	-84	-84	-83	-83	-76	-76	-78	-80
	10	-82	-82	-79	-79	-80	-80	-85	-85	-88	-76	-82
	11	-80	-80	-75	-73	-73	-81	-80	-80	-81	-85	-79
	12	-80	-80	-85	-85	-81	-80	-80	-81	-82	-82	-82

- Tabel *database* untuk Rx3 pada ruang tidak bersekat

Koordinat		RSSI/Detik (s)										
X	Y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Average
1	1	-89	-89	-89	-86	-82	-82	-82	-85	-85	-87	-86
	2	-86	-88	-88	-88	-88	-88	-88	-88	-89	-89	-88
	3	-87	-83	-85	-83	-83	-85	-82	-82	-82	-82	-83
	4	-86	-86	-86	-89	-83	-83	-83	-83	-83	-83	-85
	5	-88	-84	-84	-84	-86	-83	-89	-89	-84	-83	-85
	6	-86	-85	-88	-81	-81	-80	-80	-80	-80	-88	-83
	7	-88	-82	-83	-78	-78	-87	-80	-81	-81	-86	-82
	8	-83	-84	-84	-84	-81	-82	-83	-82	-82	-88	-83
	9	-78	-78	-78	-86	-78	-78	-78	-78	-86	-86	-80
	10	-83	-80	-80	-80	-80	-75	-77	-75	-75	-78	-78
	11	-70	-80	-80	-81	-85	-80	-82	-82	-78	-78	-80
	12	-73	-73	-88	-79	-74	-72	-72	-72	-75	-70	-75
2	1	-82	-82	-84	-82	-82	-82	-78	-78	-79	-79	-81
	2	-82	-73	-73	-76	-73	-76	-76	-76	-87	-87	-78
	3	-85	-80	-80	-76	-71	-71	-76	-75	-79	-81	-77
	4	-79	-80	-83	-81	-81	-81	-79	-78	-75	-76	-79
	5	-77	-77	-78	-80	-78	-78	-87	-78	-78	-80	-79
	6	-79	-78	-77	-77	-78	-78	-81	-79	-77	-75	-78
	7	-88	-83	-83	-83	-85	-86	-84	-79	-79	-86	-84
	8	-82	-80	-79	-79	-81	-80	-80	-82	-82	-76	-80
	9	-78	-78	-78	-79	-79	-79	-79	-80	-80	-81	-79
	10	-87	-83	-76	-76	-77	-77	-75	-75	-85	-83	-79
	11	-79	-79	-79	-83	-71	-71	-83	-82	-79	-79	-79
	12	-76	-74	-81	-76	-74	-74	-74	-76	-80	-72	-76
3	1	-85	-85	-74	-74	-78	-78	-75	-75	-73	-73	-77
	2	-82	-79	-79	-80	-81	-79	-80	-80	-82	-82	-80
	3	-85	-78	-85	-80	-78	-82	-89	-79	-78	-78	-81
	4	-76	-79	-77	-77	-77	-77	-86	-89	-88	-86	-81
	5	-77	-77	-78	-82	-82	-77	-72	-88	-80	-76	-79
	6	-75	-75	-73	-73	-73	-82	-81	-74	-73	-73	-75
	7	-81	-80	-77	-78	-77	-80	-85	-86	-81	-79	-80
	8	-77	-84	-88	-80	-82	-78	-79	-80	-79	-80	-81
	9	-77	-74	-74	-84	-78	-84	-74	-75	-77	-77	-77
	10	-79	-79	-79	-82	-82	-85	-84	-86	-86	-85	-83
	11	-78	-81	-81	-84	-85	-87	-81	-81	-82	-83	-82
	12	-89	-85	-89	-85	-80	-83	-83	-80	-80	-83	-84
4	1	-74	-76	-83	-77	-86	-82	-82	-84	-77	-77	-80
	2	-79	-75	-75	-75	-75	-84	-80	-82	-82	-83	-79
	3	-80	-81	-82	-82	-82	-82	-84	-81	-81	-87	-82
	4	-81	-81	-85	-85	-85	-85	-84	-81	-81	-82	-83
	5	-79	-79	-79	-82	-86	-83	-86	-83	-83	-84	-82
	6	-85	-82	-82	-84	-84	-83	-83	-84	-84	-85	-84
	7	-77	-77	-82	-88	-82	-82	-82	-82	-90	-77	-82
	8	-82	-87	-84	-87	-75	-81	-75	-75	-75	-75	-80
	9	-75	-74	-77	-77	-79	-75	-80	-76	-76	-81	-77
	10	-83	-78	-78	-84	-79	-84	-85	-85	-84	-85	-83
	11	-86	-84	-75	-75	-90	-85	-78	-74	-71	-71	-79
	12	-86	-69	-70	-70	-78	-71	-77	-76	-73	-72	-74
5	1	-86	-86	-86	-86	-89	-89	-89	-90	-86	-86	-87
	2	-89	-89	-89	-89	-89	-89	-89	-89	-89	-89	-89
	3	-86	-86	-86	-86	-86	-86	-86	-86	-88	-88	-86
	4	-86	-86	-86	-86	-86	-86	-86	-86	-86	-86	-86
	5	-85	-85	-85	-85	-88	-85	-85	-85	-85	-85	-85
	6	-85	-85	-85	-85	-85	-85	-85	-85	-85	-85	-85
	7	-84	-84	-79	-80	-87	-84	-84	-85	-85	-86	-84
	8	-85	-78	-78	-78	-83	-85	-84	-85	-82	-82	-82
	9	-86	-83	-80	-80	-84	-83	-88	-82	-89	-86	-84
	10	-76	-76	-86	-85	-78	-78	-77	-82	-77	-77	-79
	11	0	0	-82	-82	-82	-82	-80	-80	-82	-76	-65
	12	-84	-73	-80	-84	-85	-83	-83	-82	-82	-82	-82

- Tabel perhitungan *distance* dengan *data testing* pada koordinat (1, 1) – (1, 12)

d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d
2,482	8,829	12,608	11,496	19,161	15,861	25,709	29,178	20,682	19,208	23,710	24,669
7,965	3,231	7,710	7,736	11,047	7,269	18,500	20,896	13,336	13,937	16,255	19,190
11,749	7,046	2,202	3,384	5,536	8,721	17,142	19,315	9,636	8,640	11,102	12,963
11,118	5,424	3,850	4,839	5,901	6,279	15,742	17,973	8,968	9,133	11,226	13,943
19,014	13,127	10,155	11,477	3,366	9,609	14,606	14,660	8,314	10,608	7,844	12,407
12,966	6,820	5,840	7,022	5,377	4,394	12,494	14,917	5,976	7,246	8,928	12,203
26,231	20,111	20,568	21,823	15,712	12,995	5,921	2,731	11,387	16,293	12,675	17,574
25,016	18,638	17,748	19,115	11,670	11,857	8,111	5,309	9,066	13,935	9,066	14,594
15,504	9,579	8,506	9,693	6,615	5,344	9,228	12,081	2,069	5,618	6,838	10,294
15,436	10,957	5,501	6,577	5,680	10,792	15,115	17,517	7,146	3,906	7,527	7,554
19,907	13,859	11,962	13,292	7,272	8,490	7,203	8,757	2,891	6,920	3,883	8,915
19,352	14,930	9,843	10,821	8,240	13,612	14,460	16,670	7,409	3,618	6,139	3,300
7,376	7,887	12,466	12,017	17,562	11,942	19,016	23,195	16,038	15,179	19,845	20,910
9,764	8,423	5,398	4,705	11,813	12,639	19,260	22,771	12,591	9,041	14,572	13,789
7,855	10,359	12,390	11,537	18,743	15,611	22,125	26,433	17,847	15,307	20,974	20,535
10,428	6,336	7,690	7,984	11,169	7,412	13,570	17,531	9,030	8,133	12,678	13,926
12,804	8,634	11,043	11,495	12,990	7,248	11,302	15,612	9,205	9,764	13,309	15,164
13,178	9,842	12,404	12,715	14,787	9,125	12,201	16,747	10,773	10,902	14,787	16,164
8,446	6,240	11,931	11,847	15,663	8,587	16,636	20,385	14,175	14,640	18,197	20,419
8,394	9,331	13,801	13,336	18,870	13,125	19,613	23,914	17,043	16,133	20,882	21,791
9,874	6,237	4,970	5,109	9,894	8,860	15,547	19,144	9,418	7,134	12,260	12,787
9,934	7,436	3,239	2,737	9,792	11,229	18,393	21,584	11,309	8,191	13,179	13,019
10,340	7,544	4,112	3,964	9,905	10,757	17,277	20,671	10,474	7,246	12,590	12,349
17,058	13,776	7,706	8,233	9,066	14,717	18,292	20,731	10,630	6,244	10,089	7,628
10,448	13,121	16,467	15,759	22,248	17,532	23,142	27,690	20,405	18,535	23,949	23,824
12,707	17,300	21,704	20,801	27,844	22,434	29,228	33,584	26,741	25,248	30,422	30,723
4,469	8,670	11,949	10,962	18,541	14,939	23,103	27,103	18,579	16,618	21,808	22,117
8,023	4,095	4,378	4,263	10,028	8,244	16,558	19,954	10,506	8,931	13,445	14,559
12,683	9,626	12,979	13,216	15,558	9,179	12,956	17,409	11,835	12,209	15,939	17,563
19,388	15,417	17,067	17,706	17,213	12,054	8,549	13,382	11,256	12,629	14,808	16,331
9,394	6,469	10,249	10,279	14,030	8,261	14,834	18,954	11,792	11,526	15,731	17,270
10,453	6,361	9,709	9,983	12,644	6,668	13,223	17,230	10,142	10,395	14,165	16,102
11,202	8,443	10,153	10,251	13,816	9,679	14,180	18,576	10,839	9,606	14,501	15,122
14,790	10,176	14,041	14,627	14,545	6,384	10,543	14,169	10,916	13,400	15,111	18,405
10,596	5,465	2,339	3,387	6,563	7,257	15,667	18,370	8,618	7,607	10,949	12,754
16,357	11,931	6,553	7,506	4,663	12,130	18,792	19,958	10,933	10,077	10,457	12,196
8,114	13,177	16,427	15,370	23,118	19,247	26,793	31,026	22,826	20,655	26,097	25,989
8,068	6,715	5,576	4,867	12,103	11,432	18,689	22,336	12,518	9,659	15,043	14,909
3,501	8,571	12,135	11,102	18,769	15,135	23,792	27,671	19,169	17,357	22,380	22,879
3,558	5,955	10,717	9,983	16,633	12,027	20,863	24,651	16,633	15,520	20,111	21,257
7,626	9,250	14,566	14,048	19,646	13,415	20,837	24,911	18,324	17,792	22,221	23,558
8,389	5,135	10,676	10,685	14,233	7,319	15,817	19,467	12,914	13,438	16,887	19,214
9,454	4,601	8,122	8,412	11,312	5,689	13,841	17,503	9,807	10,038	13,666	15,817
13,043	8,193	9,986	10,608	11,345	5,993	10,494	14,578	7,624	8,516	11,752	13,933
14,630	10,012	9,688	10,414	10,661	8,090	10,161	14,327	6,201	5,801	9,851	11,030
13,496	7,716	4,768	6,126	3,838	6,287	13,592	15,758	6,207	6,598	8,266	11,159
17,331	12,107	7,455	8,751	4,145	10,108	13,152	15,026	5,097	3,870	4,773	6,510
15,274	12,864	7,892	8,006	11,335	14,761	18,431	21,635	11,458	6,549	12,062	9,386
8,760	6,895	6,143	5,580	11,015	11,847	22,198	24,404	15,360	14,406	17,115	18,877
16,633	12,894	9,542	10,042	8,628	13,851	22,344	23,049	15,161	15,181	15,121	17,648
9,325	5,582	4,490	4,445	8,784	9,506	19,692	21,867	12,890	12,319	14,784	16,916
11,035	6,525	4,119	4,644	6,926	8,864	18,546	20,474	11,514	11,206	13,121	15,510
16,344	10,399	7,933	9,237	2,632	7,384	14,217	15,077	7,558	9,557	8,374	12,615
17,557	11,200	10,249	11,561	5,182	5,714	11,066	11,766	6,054	9,841	7,762	12,956
18,304	12,002	10,337	11,707	4,588	6,727	10,614	11,254	5,084	8,936	6,297	11,604
17,772	12,468	7,632	8,947	1,910	10,632	15,312	16,323	7,553	7,593	6,622	9,309
17,633	13,082	7,895	8,873	4,809	12,772	19,003	19,838	11,284	10,767	10,389	12,350
19,875	15,837	9,560	10,402	7,403	15,684	19,581	20,712	11,722	9,476	9,726	9,110
24,672	22,251	17,829	18,157	18,753	22,340	20,729	23,767	16,380	12,037	15,630	10,173
12,627	9,124	2,728	3,262	6,873	11,526	19,001	21,228	11,110	8,823	11,842	12,435

- Tabel perhitungan *distance* dengan *data testing* pada koordinat (2, 1) – (2, 12)

d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d
8,518	7,011	9,755	12,213	14,127	16,702	11,277	10,332	11,652	12,440	12,671	19,052
15,957	13,116	13,756	10,433	10,239	13,094	7,186	12,555	8,065	8,991	10,594	14,403
19,648	15,870	14,988	10,151	11,621	12,956	12,027	15,775	7,215	4,295	6,485	7,338
18,826	15,206	14,520	9,361	9,921	11,654	9,840	14,471	6,389	5,534	7,511	9,264
26,637	22,981	21,866	15,752	15,340	16,066	16,116	21,595	13,143	11,727	13,488	10,399
19,568	15,891	14,660	8,492	8,180	9,387	9,429	14,202	5,942	6,672	8,057	9,171
30,379	27,413	25,746	19,418	16,182	15,558	18,354	23,466	18,715	21,011	21,676	20,447
30,551	27,199	25,561	18,873	16,510	16,155	18,488	24,021	17,464	18,520	19,519	17,000
20,889	17,186	15,328	8,588	7,652	7,639	10,647	14,770	7,011	8,612	9,271	9,506
21,787	17,705	15,654	10,093	12,061	11,885	14,719	17,183	8,066	5,259	5,921	2,694
25,256	21,561	19,496	12,715	11,493	10,728	14,645	18,923	11,379	12,218	12,864	10,728
24,789	20,686	18,075	12,454	14,223	13,034	17,897	19,801	11,211	9,214	9,104	3,986
7,669	4,755	4,818	6,084	6,827	9,023	6,230	2,100	7,497	11,524	10,964	17,533
15,184	11,124	9,313	6,763	10,758	11,364	12,536	12,261	5,652	3,338	1,772	8,434
7,463	3,674	1,817	7,259	10,616	11,683	11,371	6,442	8,758	10,821	9,524	16,508
14,489	10,712	8,760	2,177	3,734	4,913	7,123	8,634	1,881	6,674	6,320	11,231
15,373	12,130	10,195	4,510	1,241	2,223	6,659	8,517	5,508	10,244	9,896	13,962
14,535	11,474	9,309	4,654	2,293	1,965	7,393	7,554	6,562	11,360	10,689	15,161
11,052	8,645	8,885	6,895	5,171	8,327	2,035	5,324	7,207	11,625	11,745	17,359
6,961	4,523	4,567	6,933	7,567	9,458	7,243	0,812	8,698	12,754	12,036	18,640
15,215	11,167	9,268	3,937	7,036	7,855	9,375	10,569	1,871	3,479	3,082	8,701
16,367	12,332	10,821	7,217	10,587	11,423	12,062	13,065	5,224	1,221	1,578	7,245
16,103	12,005	10,125	5,976	9,472	10,045	11,546	12,301	4,256	1,926	0,714	7,274
23,017	18,915	16,643	12,190	15,053	14,539	17,905	19,188	10,648	6,913	6,796	1,841
5,173	3,868	3,544	9,662	11,548	12,536	11,990	4,874	11,830	15,012	13,768	20,619
3,672	7,621	10,202	16,189	17,357	19,002	15,801	9,761	17,796	20,651	19,796	26,853
6,259	2,715	4,666	8,542	11,143	13,106	10,088	6,570	9,098	10,953	10,352	17,372
14,352	10,439	9,304	4,834	7,278	8,954	8,159	10,118	2,184	3,684	4,239	9,908
13,699	10,902	9,147	5,297	2,293	3,385	6,392	6,592	7,104	12,061	11,509	16,293
20,027	17,346	14,883	10,358	7,700	5,224	12,405	13,019	11,937	16,109	15,417	17,925
12,010	8,721	7,406	3,354	2,693	5,296	4,780	5,572	4,500	9,415	9,069	14,630
13,786	10,472	9,070	3,750	1,568	4,501	4,802	7,312	4,130	9,070	8,959	13,793
13,292	9,679	7,133	1,575	3,699	3,883	7,930	7,105	4,276	8,768	7,790	13,080
17,342	14,871	13,912	9,206	4,770	6,415	5,962	10,543	9,421	13,927	14,169	17,583
17,795	13,952	12,848	7,633	9,092	10,463	9,953	13,426	4,677	3,327	5,164	7,840
24,502	20,696	19,661	14,668	16,036	16,880	16,737	20,730	11,872	8,206	10,087	6,851
3,382	3,412	6,200	12,282	14,712	16,366	13,654	8,249	13,425	15,285	14,403	21,444
13,487	9,407	7,829	5,262	9,148	10,202	10,530	10,290	4,182	3,833	2,879	9,904
6,313	3,473	5,955	9,469	11,835	14,009	10,191	7,298	9,719	11,352	10,975	17,896
7,814	4,697	6,185	7,407	8,925	11,483	6,889	5,662	7,461	10,142	10,043	16,729
6,242	4,854	6,478	8,784	8,829	11,232	6,779	2,600	9,968	13,841	13,452	20,054
12,032	9,283	9,240	6,243	4,535	7,808	1,723	6,322	6,097	10,468	10,732	16,093
14,106	10,666	9,611	4,263	3,372	6,080	4,601	8,232	3,220	7,783	8,073	12,844
16,532	13,127	11,239	4,932	2,433	3,118	7,037	9,875	5,032	9,377	9,280	12,717
18,134	14,431	11,885	5,315	5,239	3,722	10,122	11,783	5,536	8,675	8,164	10,576
20,507	16,701	15,386	9,388	9,825	10,758	11,168	15,509	6,688	5,842	7,452	7,465
23,698	19,677	17,629	11,471	12,457	12,107	15,231	18,531	9,465	7,680	8,508	4,537
20,082	16,009	13,420	9,772	13,338	12,661	16,531	16,483	8,983	6,139	4,805	5,127
17,842	14,749	15,275	12,757	14,365	16,605	12,544	15,967	10,106	7,781	9,661	12,559
25,594	22,254	22,119	17,868	18,784	20,397	17,856	22,651	14,881	11,673	13,837	12,249
18,082	14,736	14,818	11,259	12,504	14,634	11,152	15,191	8,400	6,416	8,495	11,053
19,559	16,074	15,810	11,523	12,553	14,421	11,746	16,142	8,542	6,306	8,519	9,898
23,932	20,316	19,332	13,369	13,020	14,069	13,540	18,982	10,664	9,567	11,407	9,692
24,270	20,795	19,658	13,283	11,817	12,651	12,714	18,576	11,039	11,465	12,956	11,749
24,921	21,327	19,956	13,433	12,217	12,683	13,662	19,148	11,263	11,413	12,793	10,902
25,184	21,271	19,760	13,873	14,630	14,942	16,250	20,451	11,342	8,801	10,327	6,103
25,825	22,030	20,984	15,853	17,033	17,814	17,741	21,957	13,066	9,536	11,381	7,572
27,185	23,160	21,420	16,432	18,385	18,314	20,367	23,289	14,177	10,159	11,180	4,837
27,201	23,463	20,022	16,973	19,801	17,518	24,480	23,218	17,444	16,146	14,611	12,526
20,382	16,506	15,416	11,191	13,522	14,472	14,368	17,089	8,546	4,005	5,886	5,783

- Tabel perhitungan *distance* dengan *data testing* pada koordinat (3, 1) – (3, 12)

d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d
8,122	10,068	6,705	9,453	13,167	19,156	11,007	17,809	11,856	12,319	13,075	13,819
10,660	17,304	10,947	9,932	12,784	15,028	9,594	11,664	10,012	4,317	8,261	7,915
15,101	21,579	12,956	10,698	14,603	16,114	12,428	13,455	10,893	7,060	5,835	3,854
13,646	20,572	12,402	10,041	13,282	14,367	10,836	11,297	9,727	4,628	5,217	5,368
21,041	28,311	20,143	17,307	19,543	17,942	17,537	14,523	16,227	10,924	11,364	9,483
13,918	21,244	13,119	10,085	12,170	11,854	10,164	8,838	8,815	4,440	4,440	8,373
23,951	31,373	25,319	21,992	20,225	13,909	19,628	11,961	19,122	16,543	17,739	22,340
24,203	31,840	24,726	21,340	20,943	15,868	19,864	13,168	18,915	15,198	16,043	18,820
15,171	22,529	14,518	11,007	11,847	9,857	10,685	7,547	8,987	6,867	5,546	11,643
17,529	23,888	14,726	11,673	14,908	15,449	13,859	13,952	11,387	10,260	6,218	8,778
19,475	26,860	18,907	15,319	15,668	12,062	14,862	10,044	13,171	10,912	9,792	14,362
20,681	26,909	17,818	14,522	16,914	16,386	16,580	15,681	13,852	13,824	9,492	12,950
2,722	9,155	4,001	4,291	4,406	10,946	3,195	11,037	4,880	9,456	9,477	15,944
12,591	17,491	8,279	6,398	11,382	15,438	10,457	14,797	8,169	10,116	5,757	9,713
7,463	9,813	2,739	4,701	7,868	14,775	8,006	15,450	7,436	12,748	10,521	16,171
9,388	16,259	8,133	4,510	6,192	8,552	5,073	7,794	2,634	5,877	3,023	12,047
9,723	16,755	10,166	6,895	5,093	4,893	4,831	4,852	3,760	7,109	6,256	15,071
9,320	15,857	9,842	6,816	3,669	4,456	4,654	5,972	3,776	8,778	7,607	16,609
4,398	12,047	7,453	6,430	5,687	9,335	2,634	7,946	5,305	6,583	8,783	14,830
2,943	8,322	4,589	5,259	4,297	11,120	4,082	11,699	5,750	10,801	10,680	17,357
10,977	17,260	8,228	5,010	8,849	11,743	7,622	10,747	5,187	6,760	3,327	9,731
13,072	18,582	9,375	7,231	12,037	15,352	10,663	14,117	8,491	8,814	4,742	7,726
12,622	18,301	9,039	6,427	10,905	14,061	9,804	13,119	7,383	8,562	3,809	8,906
19,743	25,294	16,031	13,379	17,105	18,423	16,450	17,533	13,747	13,791	9,176	10,592
6,765	6,867	5,689	7,666	7,427	14,504	8,542	15,967	9,141	15,059	13,768	20,218
9,679	2,341	10,615	13,765	13,560	20,196	13,801	21,140	15,371	19,705	19,776	24,492
5,863	8,507	1,942	5,547	9,120	15,848	7,948	15,587	8,305	11,669	10,880	14,858
9,878	16,321	7,495	4,896	9,142	12,441	7,153	10,834	5,493	5,419	2,751	8,554
8,238	14,861	9,522	6,904	3,043	4,567	3,776	5,802	3,982	8,687	8,346	16,972
15,036	21,064	15,959	12,895	9,082	3,176	10,663	7,106	9,924	13,360	12,235	21,178
6,344	13,485	6,786	4,080	3,667	7,736	1,628	7,297	1,755	6,485	6,185	14,109
7,903	15,227	8,370	5,335	4,925	6,947	3,172	5,870	2,581	5,428	5,354	13,515
8,768	15,016	7,555	4,084	3,985	7,634	4,481	8,395	1,688	8,335	5,646	14,666
10,897	18,154	13,385	10,860	8,146	4,853	7,068	1,658	7,972	7,691	9,937	17,004
13,003	19,705	11,021	8,407	12,045	13,707	9,973	11,326	8,335	5,317	1,871	6,121
20,108	26,483	17,763	15,477	19,291	19,923	17,296	17,145	15,574	11,478	10,185	2,640
8,002	5,678	5,817	9,436	11,569	18,725	11,280	19,153	11,960	16,095	15,266	19,231
10,483	15,719	6,457	4,460	9,648	14,096	8,455	13,360	6,426	8,654	4,928	9,894
6,022	8,418	3,108	6,501	10,063	16,639	8,571	16,089	9,158	11,758	11,439	14,644
3,982	9,553	3,172	4,844	7,903	13,844	5,680	12,902	6,713	8,778	9,255	13,434
0,827	7,167	5,492	6,911	6,337	12,432	5,134	12,376	7,467	10,943	11,906	17,554
5,511	13,190	7,653	6,097	6,064	9,164	2,823	7,333	4,793	5,193	7,535	13,593
8,196	15,632	8,293	5,382	6,540	8,601	4,144	6,676	3,545	3,711	4,286	11,678
10,767	17,992	10,905	7,465	6,672	5,772	5,926	4,682	4,574	6,206	5,265	13,904
13,079	19,836	12,002	8,273	8,261	7,311	8,310	7,338	5,954	8,358	5,084	14,052
15,229	22,314	13,811	10,850	13,547	13,547	11,642	10,776	10,006	6,044	4,892	7,122
18,873	25,675	16,727	13,445	15,912	15,125	14,838	13,311	12,545	10,554	7,482	9,959
17,398	22,403	13,285	10,756	14,501	16,813	14,307	16,646	11,467	13,367	8,093	11,912
14,281	19,599	12,359	11,830	16,363	19,507	13,607	16,636	13,074	8,997	9,846	3,967
21,276	27,347	19,587	18,051	22,006	23,018	19,407	19,546	18,408	12,886	13,603	5,084
13,768	19,843	12,123	10,870	15,025	17,463	12,295	14,462	11,583	6,911	7,859	3,250
14,946	21,339	13,341	11,618	15,510	17,221	12,906	14,099	11,949	6,897	7,574	5,073
18,345	25,592	17,508	14,762	17,127	16,116	14,971	12,631	13,767	8,266	8,996	7,729
18,173	25,742	18,145	15,121	16,293	13,880	14,361	10,200	13,403	8,127	9,542	10,984
18,943	26,474	18,608	15,435	16,651	14,087	14,942	10,754	13,713	9,036	9,615	11,316
20,245	27,112	18,299	15,396	18,315	17,693	16,669	15,075	14,767	11,011	9,394	8,065
21,324	27,784	19,098	16,761	20,434	20,725	18,437	17,847	16,737	12,415	11,328	6,126
23,281	29,356	20,184	17,612	21,321	21,675	20,030	19,748	17,714	15,343	12,369	9,767
25,137	29,412	21,291	18,641	20,334	20,916	21,538	22,390	18,571	22,002	16,658	21,705
17	22	14	12	16	18	14	16	12	10	7	4

- Tabel perhitungan *distance* dengan *data testing* pada koordinat (4, 1) – (4, 12)

d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d
4,854	8,829	4,020	7,222	10,265	9,537	12,820	15,374	13,295	15,581	16,845	17,999
14,284	8,535	10,190	9,749	11,842	6,530	6,756	10,698	6,102	8,720	11,324	14,270
16,609	8,237	12,706	11,039	14,861	10,847	7,018	11,766	6,281	4,863	4,801	8,500
16,614	8,051	12,305	10,593	13,551	8,968	5,236	9,991	4,198	4,126	6,150	9,676
24,481	15,548	20,242	18,279	20,628	15,973	11,434	14,722	10,204	8,193	8,748	12,431
18,366	8,838	13,686	11,336	13,225	8,973	4,014	7,856	2,917	2,081	5,771	8,793
31,722	22,295	26,726	24,030	22,668	19,582	16,342	14,787	15,826	15,558	18,255	19,577
30,630	20,914	25,756	23,147	23,113	19,303	15,159	15,238	14,331	13,183	15,172	17,129
20,498	10,477	15,683	12,820	13,783	10,486	5,344	6,853	4,956	3,311	6,508	8,232
19,263	9,791	15,338	12,746	16,219	13,559	8,606	11,936	8,382	4,864	3,191	3,669
24,885	14,781	20,117	17,201	17,952	14,774	9,782	10,415	9,256	7,105	8,757	10,163
22,696	13,172	18,844	15,934	18,849	16,902	11,785	13,860	11,726	8,105	5,243	4,085
10,306	6,709	6,034	4,649	1,487	4,797	8,556	8,223	9,716	12,402	14,799	14,887
12,072	4,067	8,726	6,461	11,487	10,542	8,291	11,521	8,919	8,157	7,151	6,837
7,450	6,124	4,806	3,674	6,285	9,397	11,221	11,962	12,414	13,831	14,687	13,817
14,627	5,014	9,785	6,614	7,638	5,928	3,056	4,398	4,420	5,704	8,279	8,552
17,039	8,387	12,171	9,173	7,612	6,538	4,913	1,158	6,028	7,781	10,979	11,043
16,830	8,880	12,152	9,147	6,742	7,201	6,592	2,731	7,814	9,490	12,372	11,910
13,264	7,971	8,622	7,262	4,684	1,881	6,629	6,224	7,439	10,869	14,161	15,157
10,567	7,878	6,772	5,609	0,927	6,071	9,811	8,936	11,012	13,633	15,983	15,813
13,737	3,564	9,279	6,301	9,628	7,740	4,393	7,622	5,206	4,990	6,042	6,504
13,194	4,571	9,565	7,422	12,218	10,222	7,286	11,184	7,609	6,549	5,522	6,410
13,569	4,208	9,680	7,079	11,424	9,763	6,581	10,045	7,107	6,009	5,339	5,596
19,743	11,357	16,547	14,135	18,292	16,450	11,975	15,106	11,975	8,729	4,711	3,923
9,537	10,068	7,769	7,346	5,437	10,619	13,703	12,890	14,985	16,999	18,535	17,543
10,064	15,610	10,985	12,613	10,653	14,801	19,227	18,700	20,300	22,893	24,647	24,217
5,155	6,146	1,473	3,473	6,478	8,073	11,008	12,521	11,957	13,985	15,224	15,329
12,592	2,858	8,011	5,565	9,207	6,385	3,946	7,998	4,535	5,474	7,055	8,424
16,434	9,147	11,775	9,048	5,836	6,423	6,918	3,010	8,103	10,289	13,381	13,178
22,954	14,754	18,371	15,293	12,413	12,919	11,344	6,862	12,161	12,857	15,546	14,584
13,567	6,004	8,698	6,004	4,588	3,722	4,843	4,080	6,136	8,709	11,630	11,935
15,035	6,638	10,083	7,325	6,345	4,226	3,558	2,657	4,802	7,380	10,652	11,237
14,453	6,007	9,853	6,533	6,187	6,803	5,734	4,656	7,133	8,347	10,501	9,782
19,828	12,213	14,965	12,694	9,856	7,453	7,372	3,994	7,743	10,371	14,309	15,308
15,526	6,283	11,201	9,092	12,485	8,710	4,590	9,310	4,132	3,266	4,677	7,660
20,841	12,944	17,388	15,822	19,803	15,752	11,530	15,929	10,627	8,169	6,304	10,047
4,609	10,528	5,678	7,658	8,686	11,943	15,390	16,126	16,421	18,462	19,551	19,164
10,977	1,921	7,049	4,527	9,502	8,479	6,920	10,054	7,700	7,842	7,956	8,055
4,523	6,757	1,122	4,250	7,243	8,226	11,422	13,193	12,258	14,417	15,705	16,095
7,801	5,483	3,108	3,372	5,297	4,905	8,606	10,240	9,437	12,077	14,080	14,841
10,216	9,009	6,735	6,675	2,993	5,879	10,638	10,137	11,643	14,668	17,244	17,560
13,556	7,251	8,728	7,083	5,547	1,082	5,251	5,511	6,014	9,485	12,844	14,035
14,525	5,811	9,527	6,984	7,264	3,684	2,042	4,071	3,220	6,227	9,580	10,769
17,605	8,362	12,670	9,660	8,929	6,908	3,888	1,158	4,808	6,255	9,640	10,076
18,586	8,778	13,873	10,548	10,837	9,584	5,554	4,780	6,360	5,784	8,016	7,460
18,637	9,150	14,196	11,913	14,530	10,466	5,525	9,578	4,597	2,027	4,211	7,819
21,651	11,865	17,452	14,771	17,538	14,463	9,153	12,007	8,671	4,958	0,927	5,584
17,225	9,137	14,145	11,545	15,655	14,869	11,086	13,641	11,528	9,005	6,024	3,239
13,607	9,205	10,823	10,933	15,275	11,160	10,185	14,931	9,620	10,234	10,590	13,643
21,467	15,416	18,516	17,868	21,814	17,060	14,109	18,790	12,994	11,910	11,281	15,181
14,655	8,364	11,125	10,496	14,400	9,928	8,072	12,914	7,346	7,846	8,658	11,982
16,345	9,164	12,632	11,592	15,290	10,704	7,910	12,766	6,984	6,795	7,481	11,170
21,898	13,020	17,588	15,676	18,026	13,302	8,896	12,535	7,624	6,011	7,316	11,195
23,316	14,045	18,645	16,445	17,625	13,002	8,663	11,002	7,460	6,531	9,080	12,282
23,867	14,327	19,211	16,848	18,178	13,829	9,135	11,360	8,041	6,423	8,488	11,517
22,496	13,373	18,495	16,323	19,469	15,564	10,595	14,221	9,698	6,561	5,143	8,698
22,184	14,273	18,728	17,156	21,022	16,862	12,559	16,844	11,590	9,074	7,275	10,951
23,418	15,245	20,204	18,204	22,347	19,230	14,478	18,199	13,900	10,526	7,000	8,922
25,583	18,201	22,884	19,962	22,510	23,158	19,253	19,756	19,852	17,050	14,439	10,568
16,554	8,789	13,215	11,638	16,206	12,909	9,211	13,771	8,766	6,756	4,630	7,697

- Tabel perhitungan *distance* dengan *data testing* pada koordinat (5, 1) – (5, 12)

d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d
9,141	16,042	12,890	13,898	16,216	19,610	19,354	19,894	20,292	21,212	21,009	15,243
5,064	10,480	7,003	7,324	7,499	10,288	9,871	12,909	13,574	16,590	18,051	10,356
7,018	7,103	4,588	3,202	3,879	8,721	7,580	6,120	6,697	9,266	11,698	3,471
6,915	8,533	5,534	4,474	2,867	7,101	6,342	7,525	8,510	11,611	13,327	6,084
13,429	10,504	10,244	8,725	5,112	5,323	3,366	5,633	6,382	11,195	14,964	9,504
10,025	11,389	8,724	7,464	3,422	4,991	5,302	7,383	9,149	12,252	12,685	8,032
24,113	24,427	22,717	21,370	16,176	11,174	13,231	17,789	19,816	23,218	22,358	21,897
21,517	20,459	19,375	17,905	12,860	8,160	9,560	13,630	15,381	19,073	19,642	18,325
13,526	14,573	12,164	10,778	6,384	5,250	6,660	8,244	10,524	13,121	11,982	10,419
12,364	11,360	9,882	8,382	7,047	9,770	9,341	4,343	6,055	6,592	6,592	5,409
17,172	16,730	15,096	13,509	8,711	5,752	7,258	8,665	10,985	13,743	12,957	12,856
16,748	15,156	14,138	12,581	10,634	11,887	11,861	6,410	8,154	7,286	4,657	9,343
13,039	19,189	15,486	15,537	15,027	16,481	17,332	18,628	20,045	21,133	18,401	16,013
10,136	12,773	10,097	9,682	10,823	14,413	14,204	11,222	12,081	11,443	9,463	7,559
13,780	19,264	15,928	16,059	16,784	19,331	19,776	18,924	20,037	19,786	16,416	15,385
11,702	15,503	12,155	11,434	9,494	10,674	11,616	12,105	13,912	15,203	12,504	11,015
14,551	18,459	15,118	14,337	11,408	10,933	12,528	14,344	16,405	18,076	14,884	14,260
15,820	20,036	16,633	15,927	13,261	12,855	14,466	15,971	18,029	19,361	15,539	15,667
12,064	17,998	14,288	14,225	12,812	13,481	14,503	17,336	18,845	20,898	19,098	15,503
14,417	20,602	16,907	16,961	16,403	17,699	18,640	19,896	21,356	22,308	19,216	17,328
10,065	13,157	10,025	9,290	8,515	11,113	11,406	10,203	11,692	12,438	10,330	8,155
8,780	10,885	8,203	7,622	8,746	12,613	12,210	9,343	10,163	10,163	9,428	5,612
9,865	12,154	9,387	8,678	8,973	12,317	12,203	9,556	10,701	10,701	8,928	6,672
14,331	12,641	11,806	10,554	10,686	13,733	13,122	6,707	7,389	4,753	3,872	6,495
17,314	23,374	19,848	19,994	20,089	21,826	22,653	22,776	24,116	24,178	20,257	19,712
20,378	27,245	23,788	24,374	25,161	27,098	27,754	28,613	29,676	30,021	26,979	24,885
11,435	17,742	14,317	14,784	16,043	18,899	19,115	19,052	19,929	20,292	18,275	15,019
8,023	11,999	8,566	8,110	7,910	10,953	11,035	10,704	11,932	13,197	12,197	7,948
15,731	20,378	16,872	16,287	13,735	13,314	14,922	16,907	18,901	20,417	16,878	16,366
21,277	24,464	21,412	20,388	16,604	14,432	16,586	18,420	20,787	22,183	17,598	19,816
12,468	17,511	13,901	13,507	11,800	12,580	13,699	15,286	17,001	18,495	15,781	13,793
12,404	16,907	13,396	12,824	10,520	10,884	12,135	14,066	15,895	17,688	15,214	13,155
13,946	18,130	14,747	14,117	12,324	13,141	14,293	14,556	16,416	17,207	13,352	13,419
16,011	20,099	16,815	16,135	12,520	10,524	12,488	16,672	18,686	21,381	19,265	17,168
7,633	9,522	6,502	5,465	4,590	8,407	7,992	7,421	8,618	10,746	11,396	5,429
10,341	5,945	6,398	4,893	5,809	9,957	8,046	3,813	2,478	6,414	11,939	3,967
15,545	21,933	18,650	19,236	20,665	23,397	23,703	23,508	24,352	24,307	21,713	19,330
9,375	13,141	10,024	9,741	10,549	13,881	13,860	12,037	13,050	13,088	11,166	8,502
10,847	17,391	13,995	14,603	16,120	19,107	19,216	19,356	20,121	20,641	19,080	15,141
9,821	16,434	12,785	13,178	13,808	16,268	16,591	17,614	18,624	19,780	18,299	14,088
13,984	20,634	16,916	17,169	16,845	18,192	19,031	20,894	22,221	23,519	21,094	18,099
11,152	16,792	13,106	12,953	11,392	12,148	13,121	15,930	17,446	19,600	18,032	14,226
10,572	15,046	11,514	10,980	8,909	9,868	10,825	12,813	14,490	16,510	14,831	11,600
13,854	17,243	14,033	13,127	9,885	9,323	10,905	12,780	14,877	16,767	14,019	13,051
14,982	17,351	14,486	13,351	10,191	9,922	11,334	11,430	13,662	14,841	11,147	12,249
9,784	10,036	7,754	6,271	2,632	5,704	5,285	5,489	7,178	10,283	11,451	6,271
13,805	12,263	11,054	9,380	6,556	7,949	7,680	3,373	5,760	7,614	8,147	7,251
14,356	14,501	12,849	11,861	12,062	14,996	14,808	9,648	10,653	8,408	3,986	8,179
1,594	5,911	2,782	4,236	8,423	13,128	11,779	11,685	11,355	13,444	16,533	7,109
9,157	2,941	5,482	5,220	8,003	12,077	9,739	9,080	7,580	11,192	17,270	7,658
3,156	6,210	2,482	2,891	5,980	10,647	9,411	9,786	9,847	12,440	15,184	6,030
4,997	5,742	2,602	1,780	4,286	9,196	7,770	8,048	8,159	11,224	14,345	5,116
11,114	9,473	8,338	6,836	2,435	4,187	2,128	5,543	6,613	11,186	14,259	8,045
13,441	12,971	11,404	10,022	4,904	0,806	1,910	8,053	9,688	13,945	15,603	11,147
14,207	13,283	11,902	10,395	5,334	2,062	2,729	7,215	9,014	13,102	14,630	10,966
12,691	9,584	9,233	7,513	5,220	7,553	6,168	1,285	2,941	7,103	10,837	6,313
11,407	6,413	7,384	5,944	6,429	10,106	8,070	3,966	2,175	6,643	12,631	5,304
14,886	10,402	11,180	9,778	10,050	13,077	11,670	4,494	3,376	2,098	8,911	6,633
24,550	23,973	22,788	21,580	20,603	21,842	22,210	16,748	17,964	14,686	7,503	17,706
8,102	6,888	5,352	4,247	6,499	11,218	9,972	6,053	6,020	7,074	10,092	0,917

- Tabel *database* untuk Rx1 pada ruang bersekat

	Koordinat		RSSI/Detik (dBm/s)										
	X	Y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Average
Ruang 1	1	6	-74	-73	-79	-72	-77	-72	-74	-77	-75	-76	-75
	2	3	-77	-77	-77	-75	-83	-76	-76	-77	-81	-80	-78
	3	1	-74	-74	-89	-77	-86	-81	-77	-79	-81	-80	-80
	4	5	-72	-76	-83	-83	-72	-72	-85	-81	-81	-83	-79
	5	4	-72	-72	-78	-77	-72	-73	-73	-73	-73	-73	-74
	Koordinat		RSSI/Detik (dBm/s)										
	X	Y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Average
Ruang 2	1	12	-86	-88	-90	-90	-91	-89	-89	-88	-88	-90	-89
	2	9	-88	-88	-88	-87	-85	-88	-89	-87	-89	-89	-88
	3	11	-88	-87	-86	-86	-89	-88	-87	-85	-86	-85	-87
	4	7	-87	-76	-78	-77	-84	-72	-72	-72	-82	-73	-77
	5	10	-89	-92	-88	-86	-86	-88	-88	-86	-88	-87	-88

- Tabel *database* untuk Rx2 pada ruang bersekat

	Koordinat		RSSI/Detik (dBm/s)										
	X	Y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Average
Ruang 1	1	6	-78	-75	-80	-80	-84	-82	-80	-70	-80	-80	-79
	2	3	-85	-85	-88	-88	-88	-86	-86	-87	-83	-83	-86
	3	1	-78	-73	-73	-77	-77	-82	-75	-78	-74	-75	-76
	4	5	-73	-71	-78	-70	-70	-72	-74	-73	-73	-77	-73
	5	4	-82	-85	-86	-86	-83	-83	-82	-82	-82	-78	-83
	Koordinat		RSSI/Detik (dBm/s)										
	X	Y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Average
Ruang 2	1	12	-73	-74	-74	-74	-73	-75	-75	-74	-73	-74	-74
	2	9	-63	-63	-68	-61	-63	-63	-62	-65	-65	-69	-64
	3	11	-63	-63	-67	-64	-64	-67	-68	-64	-63	-63	-65
	4	7	-74	-74	-73	-74	-78	-83	-73	-74	-75	-73	-75
	5	10	-69	-69	-68	-71	-70	-73	-69	-68	-73	-67	-70

- Tabel *database* untuk Rx3 pada ruang bersekat

	Koordinat		RSSI/Detik (dBm/s)										
	X	Y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Average
Ruang 1	1	6	-87	-88	-88	-89	-87	-89	-90	-86	-89	-88	-88
	2	3	-90	-89	-85	-87	-92	-89	-85	-87	-86	-88	-88
	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	5	-92	-89	-89	-93	-91	-91	-89	-91	-91	-90	-91
	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Koordinat		RSSI/Detik (dBm/s)										
	X	Y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Average
Ruang 2	1	12	-71	-79	-80	-80	-72	-79	-82	-88	-83	-82	-80
	2	9	-82	-79	-79	-80	-79	-81	-81	-80	-80	-78	-80
	3	11	-82	-85	-85	-80	-80	-90	-83	-85	-88	-90	-85
	4	7	-79	-86	-79	-88	-86	-85	-83	-89	-82	-83	-84
	5	10	-85	-88	-90	-90	-84	-78	-85	-81	-81	-86	-85

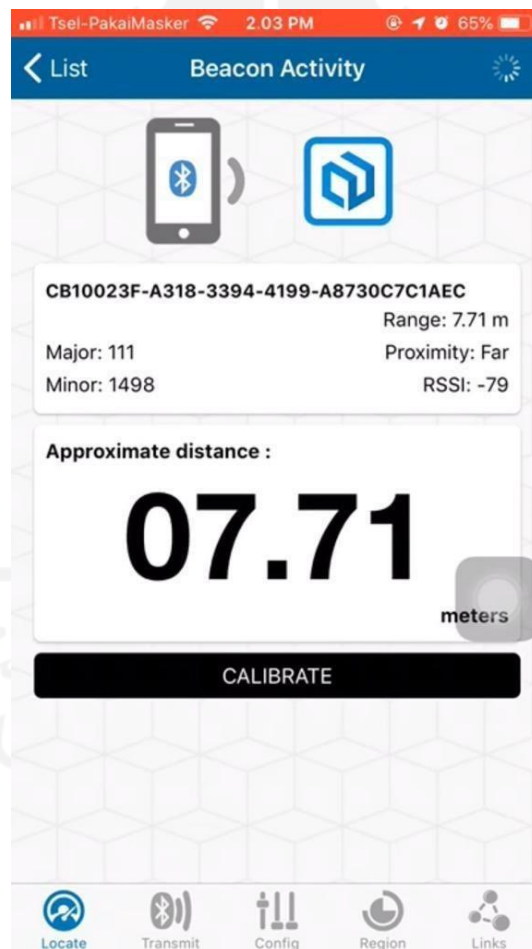
- Tabel perhitungan *distance* dengan *data testing* pada ruang bersekat

	d									
Ruang 1	3,162	5,477	6,164	5,831	6,633	15,297	21,932	16,673	11,832	14,000
	7,874	2,449	8,602	12,000	2,449	16,432	26,926	21,401	18,055	16,310
	85,147	87,419	87,029	88,045	90,499	81,400	83,576	85,732	82,353	84,345
	9,000	11,874	6,708	3,317	12,207	13,601	16,553	11,000	10,050	10,630
	85,118	87,057	87,424	88,549	90,072	82,589	85,744	87,378	83,241	85,586
Ruang 2	14,799	17,117	11,358	13,601	19,105	1,732	13,491	10,247	13,153	4,583
	19,849	23,875	17,146	16,248	25,729	11,045	4,123	6,164	12,247	9,899
	17,804	21,564	14,457	13,077	22,913	10,817	5,099	2,236	11,180	8,062
	4,243	9,487	5,831	4,243	11,662	11,402	16,763	12,083	6,325	10,198
	15,000	17,916	10,817	11,180	19,261	6,403	9,695	5,000	11,446	3,317

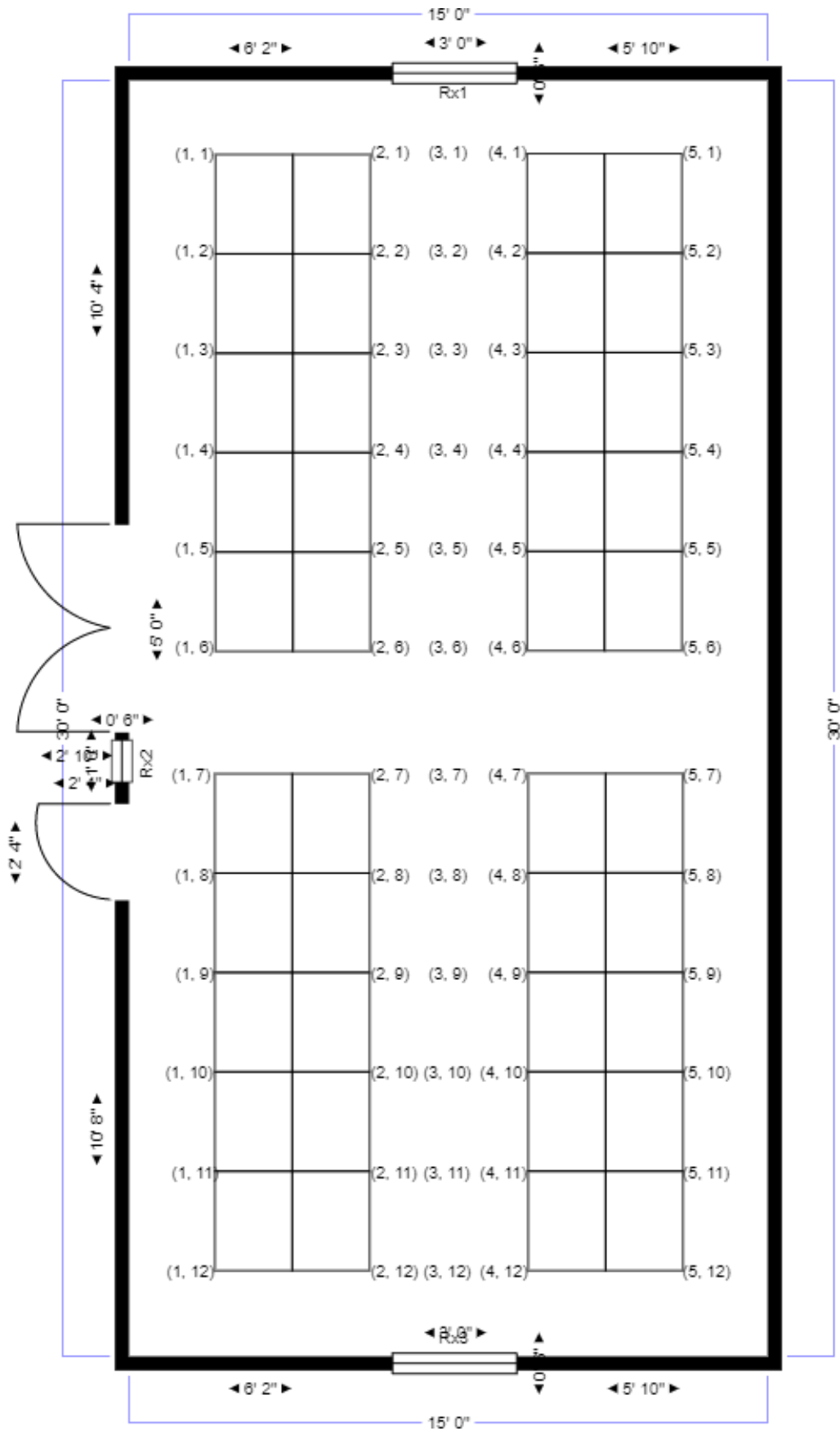
- BLE transmitter – BLE Cubeacon Card



- BLE receiver – smartphone yang telah terpasang aplikasi Cubeacon Tools



- Denah titik koordinat dan skema peletakan BLE *transmitter*, BLE *receiver*



- Halaman utama *user interface* sistem PIPS-Blu



- Halaman pencarian titik lokasi pada *user interface* sistem PIPS-Blu

The image displays the location search interface. On the left side, there are two empty 5x5 grid tables. To the right of the grids, there are three input fields labeled "RSSI 1", "RSSI 2", and "RSSI 3". Each label is positioned above a grey rectangular input box. Below these input fields is a blue button with the text "Periksa" in white.