

**PERANCANGAN DAN ANALISIS COVERAGE AREA WI-FI DI
PESANTREN MAHASISWA UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**

LAPORAN TUGAS AKHIR

LAPORAN INI DISUSUN UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT
MEMPEROLEH GELAR S1 PADA PRODI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG



Disusun Oleh :

MUHAMMAD ARIFURROHMAN

NIM. 30601800024

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**

2023

FINAL PROJECT

**DESIGN AND ANALYSIS OF WI-FI COVERAGE AREA AT
SULTAN AGUNG ISLAMIC UNIVERSITY STUDENT
BOARDING SCHOOL**

*Proposed to complete the requirement to obtain a bachelor's degree (S1)
at Department of Electrical Engineering,
Faculty of Industrial Technology
Universitas Islam Sultan Agung*



Arranged By :

MUHAMAD ARIFURROHMAN

NIM. 30601800024

**MAJORING OF ELECTRICAL ENGINEERING
INDUSTRIAL TECHNOLOGY FACULTY
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
2023**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul **“PERANCANGAN DAN ANALISIS COVERAGE AREA WI-FI DI PESANTREN MAHASISWA UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG”** ini disusun oleh:

Nama : Muhamad Arifurrohman

NIM : 30601800024

Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan dan disetujui oleh dosen pembimbing pada:

Hari :

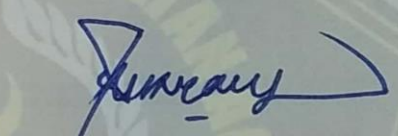
Tanggal :

Pembimbing I

Pembimbing II


Arief Marwanto, ST, M.Eng, Ph.D

NIDN. 0620026501


Dr. Eko Nuryanto Budisusila, ST, MT

NIDN. 0614117701

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro


Jenny Putri Hapsari, ST, MT

NIDN. 0607018501

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul **“PERANCANGAN DAN ANALISIS COVERAGE AREA WI-FI DI PESANTREN MAHASISWA UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG”** ini telah dipertahankan di depan Penguji sidang Tugas Akhir pada:

Hari :

Tanggal :

Penguji I

Ir. Suryani Alifah, MT., ph.D

NIDN. 0625036901

Penguji II

Munaf Ismail, ST., MT

NIDN. 0613127302

Ketua Penguji

3/11/23

Jenny Putri Hapsari, ST, MT

NIDN. 0607018501

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Arifurrohman
NIM : 30601800024
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Elektro di Fakultas Teknologi UNISSULA Semarang dengan judul **“PERANCANGAN DAN ANALISIS COVERAGE AREA WI-FI DI PESANTREN MAHASISWA UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG”**, adalah asli (orisinal) dan bukan menjiplak (plagiat) dan belum pernah diterbitkan/dipublikasikan dimanapun dalam bentuk apapun baik sebagian atau keseluruhan, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab. Apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa Karya Tugas Akhir tersebut adalah hasil karya orang lain atau pihak lain, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis.

Semarang, 19 Oktober 2023

Yang Menyatakan



Muhamad Arifurrohman

NIM. 30601800024

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puja dan puji syukur yang mendalam kepada Allah subhanahu wa ta'ala, atas nikmat Iman, nikmat sehat, nikmat akal yang telah diberikan kepada saya, dan Sholawat serta salam kepada Baginda Rasulullah Nabi Muhammad shallallahu alaihi wasallam yang saya harapkan Syafa'at Beliau di Yaumul Akhir kelak. Dengan terselesaikannya skripsi ini, saya mempersembahkannya kepada kedua orang tua saya, sebagai bukti rasa kasih sayang dari saya kepada mereka yang selalu memberikan dukungan. Bahwa dengan terselesainya laporan Tugas Akhir ini, saya sudah bisa memenuhi kepercayaan kedua orang tua saya selama berkuliah di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Tidak lupa juga saya persembahkan laporan Tugas Akhir ini kepada dosen pembimbing saya bapak Arief Marwanto, ST, M.Eng, dan Dr. Eka Nuryanto Budisusila, ST, MT serta bapak Ph.D Budi Pramono Jati, ST, MT yang telah membimbing saya dalam pembuatan proposal TA ini. Rekan-rekan saya ucapkan banyak terima kasih atas dukungannya dalam menyelesaikan tugas akhir saya. Salam hormat, sayang dan cinta atas kepercayaan yang telah diberikan kepada saya, Muhamad Arifurrohman.

MOTO

“Menjadi Orang Baik Itu Sulit, Tetapi Berbuat Baik Itu Menyenangkan”(M.Arifurrohman)



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji dan Syukur kita panjatkan kepada Allah Subhanahu Wata'ala. atas segala pertolongan, rahmat, dan kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perancangan Dan Analisis Coverage Area Wi-Fi Di Pesantren Mahasiswa Universitas Islam Sultan Agung”. Shalawat dan salam kepada Rasulullah Shallallahu Alaihi Wasallam yang senantiasa menjadi sumber inspirasi dan teladan terbaik untuk umat manusia.

Penulis menyadari banyak pihak yang memberikan dukungan dan bantuan selama menyelesaikan studi dan tugas akhir ini. Oleh karena itu, sudah sepantasnya penulis dengan penuh hormat mengucapkan terimakasih dan mendoakan semoga Allah memberikan balasan terbaik kepada:

1. Ibu Dr. Novi Marlyana, S.T, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Unissula.
2. Ibu Jenny Putri Hapsari, S.T, M.T. Selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro Unissula.
3. Bapak Dr. Arief Marwanto S.T, M.Eng, PhD. Selaku Dosen Pembimbing Dalam Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Eka Nuryanto Budisusila, S.T, M.T. Selaku Dosen Pembimbing Dalam Tugas Akhir ini.
5. Orang tua dan saudara-saudara yang telah memberikan dukungan moral dan material yang tak ternilai.
6. Teman-teman dan semua pihak yang telah memberikan semangat atas pembuatan laporan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis menyadari bahwa tidak ada yang sempurna, penulis masih melakukan kesalahan dalam penyusunan skripsi. Oleh karena itu, penulis meminta maaf yang sedalam-dalamnya atas kesalahan yang dilakukan penulis.

Semarang, 30 Oktober 2023

Penulis

DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR.....	i
<i>FINAL PROJECT</i>	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
MOTO	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.2. Landasan Teori.....	11
2.2.1. WLAN (Wireless Local Area Network).....	11
2.2.2. Acces Point.....	12
2.2.3. Metode Cost 231 Multi wall	12
2.2.4. Menghitung Path Loss.....	15

2.2.5.	Merancang WLAN Berdasarkan Kapasitas Pengguna	16
2.2.6.	Router	18
2.2.7.	Software Ekahau Site Survey	21
2.2.8.	Channel	24
BAB III METODE PENELITIAN		27
3.1.	Deskripsi Penelitian.....	27
3.2.	Observasi dan Studi Literature.....	29
3.3.	Perencanaan Cakupan Area dan Jumlah Pengguna	30
3.4.	Simulasi Pada Software Ekahau Site Survey	30
3.4.1.	Perancangan Awal	30
3.4.2.	Perhitungan Pada Software Ekahau Dan Perhitungan Manual	36
BAB IV DATA DAN ANALISA		37
4.1.	Hasil Pengujian.....	37
4.1.1.	Hasil Simulasi Walk test.....	37
4.1.2.	Analisa Simulasi Walk test.....	39
4.1.3.	Perhitungan Free Space Loss, Margin, MAPL (<i>Maximum Allowable Path Loss</i>), dan Daya Yang Diterima.....	39
4.1.4.	Analisa Perhitungan Free Space Loss, Margin, MAPL (<i>Maximum Allowable Path Loss</i>), dan Daya Yang Diterima	49
4.1.5.	Perhitungan Area Cakupan WLAN	50
4.1.6.	Analisa Cakupan WLAN	58
4.1.7.	Analisa Perhitungan Kapasitas Pengguna	59
4.1.8.	Perhitungan Nilai Received Signal Level (RSL)	59
4.1.9.	Analisa Perhitungan RSL	60
4.1.10.	Hasil Pengujian Di Lapangan	61
4.1.11.	Analisa Hasil Pengujian Di Lapangan	66
BAB V PENUTUP		67
5.1.	Kesimpulan	67
5.2.	Saran.....	67
Daftar Pustaka.....		68

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standarisasi Wireles LAN.....	11
Tabel 2.2 Jenis Penghalang dan Attenuasinya	16
Tabel 2.3 Maximum Data Rate Untuk Protokol 802.11 a/b/g/n/ac	18
Tabel 4.1 Data Hasil Simulasi Walk test.....	37
Tabel 4.2 Hasil Pengujian RSL Pada Software ESS	60
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kekuatan sinyal Rumus, Software ESS dan Software G- NetWifi	65



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Link Budget	15
Gambar 2.2 COST-231 Multi Wall	15
Gambar 2.3 Router EAP110 300Mbps Wireless N Ceiling Access Point	20
Gambar 2.4 Tampilan software Ekahau Site Survey lantai 1 pesanmasa	24
Gambar 2.5 Tampilan software Ekahau Site Survey lantai 2 pesanmasa	24
Gambar 2.6 Channel Pada WLAN 2,4 GHz	26
Gambar 2.7 Non-Overlapping Channel WLAN 2.4 GHz	26
Gambar 3.1 Topologi Jaringan	28
Gambar 3.2 Flowchart Penelitian	29
Gambar 3.3 Objek Penelitian	32
Gambar 3.4 Denah lantai 1 pada software Ekahau Site Survey	33
Gambar 3.5 Denah lantai 2 pada software Ekahau Site Survey	33
Gambar 3.6 Penempatan Acces Point di lantai 1	34
Gambar 3.7 Penempatan Acces Point di lantai 2	35
Gambar 3.8 Penempatan Acces Point di lantai 3	35
Gambar 3.9 Penempatan Acces Point di lantai 4	35
Gambar 4.1 Visualisasi Kekuatan Sinyal	38
Gambar 4.2 Hasil Visualisasi Walk test di lantai 2	39
Gambar 4.3 Nilai EIRP di lantai 1 pada software Ekahau Site Survey	40
Gambar 4.4 Nilai d pada jarak 4,1 m	41
Gambar 4.5 Nilai d pada jarak 2,8 m	41
Gambar 4.6 Nilai EIRP di lantai 2 pada software Ekahau Site Survey	42
Gambar 4.7 Nilai d pada jarak 5,3 m	43
Gambar 4.8 Nilai d pada jarak 5,1 m	43
Gambar 4.9 Nilai d pada jarak 5,4 m	44
Gambar 4.10 Nilai EIRP di lantai 3 pada software Ekahau Site Survey	45
Gambar 4.11 Nilai d pada jarak 5,3 m	45
Gambar 4. 12 Nilai d pada jarak 4,9 m	45
Gambar 4.13 Nilai EIRP di lantai 4 pada software Ekahau Site Survey	46
Gambar 4.14 Nilai d pada jarak 4,8 m	47
Gambar 4.15 Nilai d pada jarak 3,8 m	47
Gambar 4.16 jarak router dari pengguna (d = 4 m)	61
Gambar 4.17 jangkauan cakupan sinyal pada jarak 16 m	63
Gambar 4.18 jangkauan cakupan sinyal pada jarak 18 m	63
Gambar 4.19 jangkauan cakupan sinyal pada jarak 20 m	64
Gambar 4.20 Hasil Pengujian Di lapangan pada jarak 16 m Dengan Software G-NetWifi	64
Gambar 4.21 Hasil Pengujian Di lapangan pada jarak 18 m Dengan Software G-NetWifi	65
Gambar 4.22 Hasil Pengujian Di lapangan pada jarak 20 m Dengan Software G-NetWifi	65

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan di gedung asrama mahasiswa dengan luas $1,419 m^2$. yang memiliki 4 lantai dengan kapasitas maximum 180 orang, namun hanya memiliki 1 AP yang berada dilantai 2 sehingga pengguna yang berada dilantai 1, 3 dan 4 tidak tercover oleh sinyal Wi-Fi. Metode yang digunakan untuk menghitung luas cakupan adalah COST 231-Multiwall. dengan menggunakan protokol 802.11n dan software Ekahau Site Survey untuk melakukan simulasi. Parameter dalam membuat desain perancangan coverage area ini adalah spesifikasi dari router, kebutuhan bandwidth per *user* dan kapasitas *user*. Berdasarkan parameter tersebut didapatkan dengan menggunakan router type TP-Link EAP 110 dibutuhkan 9 buah router untuk dapat mengcover keseluruhan dari gedung pesanmasa. Hasil simulasi dan perhitungan menunjukkan bahwa Nilai link budget berkisar antara -24,03 sampai -27,88. Hal ini menunjukkan bahwa performa jaringan yang cukup baik karena level daya yang diterima tidak kurang dari sensitivitas minimum, dengan area cakupan sinyal Wi-Fi rata-rata sebesar $171,76 m^2$. Pada setiap lantainya. Kekuatan sinyal yang dihasilkan sebesar – 60 sampai – 45 dBm dengan jarak 4-6 meter dari accses point ke pengguna.

Kata kunci: 802.11n, Cost Multiwall 231, Luas Cakupan, Survei Lokasi Ekahau



ABSTRACT

This research was conducted in a student dormitory building with an area of 1,419 m². which has 4 floors with a maximum capacity of 180 people, but only has 1 AP located on the 2nd floor so that users on floors 1, 3 and 4 are not covered by Wi-Fi signals. The method used to calculate the coverage area is COST 231-Multiwall. using the 802.11n protocol and Ekahau Site Survey software to perform simulations. The parameters in making this coverage area design are the specifications of the router, bandwidth requirements per user and user capacity. Based on these parameters, it is obtained that using a TP-Link EAP 110 router type, 9 routers are needed to cover the entire Pesanmasa building. The simulation and calculation results show that the link budget value ranges from -24.03 to -27.88. This shows that the network performance is quite good because the received power level is not less than the minimum sensitivity, with an average Wi-Fi signal coverage area of 171.76 m². On each floor. The resulting signal strength is - 60 to - 45 dBm with a distance of 4-6 meters from the access point to the user.

Keywords: 802.11n, Cost Multiwall 231, Coverage Area, Ekahau Site Survey



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pesantren Mahasiswa Sultan Agung (PESANMASA) merupakan sebuah tempat bagi para mahasiswa Universitas Islam Sultan Agung untuk tinggal dan menimba ilmu agama disamping kewajiban mereka sebagai mahasiswa. Program pendidikan di pesantren berorientasi pada pembentukan kepribadian (karakter), pengembangan wawasan, pengetahuan agama, penerapan nilai-nilai Al-Qur'an, dan keterampilan berbahasa. Sasaran program pendidikan dan pengembangan pesantren ini adalah lahirnya alumni UNISSULA yang mampu menjadi pemimpin dan teladan di tengah masyarakat. Di Pesanmasa inilah para mahasiswa akan dibimbing menjadi mahasiswa yang ahlussunnah wal jamaah sesuai dengan visi dan misi UNISSULA untuk dapat mewujudkan generasi khaira ummah. Di Pesanmasa ini juga dilengkapi dengan berbagai fasilitas yang cukup memadai diantaranya, CCTV selama 24 jam, kamar mandi, kamar tidur yang dapat ditempati hingga maksimal 4 orang perkamar, parkir kendaraan yang luas, pos keamanan dan juga Wi-Fi [1].

Wi-Fi merupakan metode untuk berkomunikasi ke dalam jaringan internet menggunakan sinyal gelombang radio pada frekuensi tertentu. Peran Wi-Fi memudahkan *user* untuk mengakses internet secara fleksibel dari mana saja selama area tersebut tercakup sinyal dari pemancar Wi-Fi [2]. Baik buruknya kualitas sinyal Wi-Fi yang diterima perangkat *user*, salah satunya tergantung dari jarak antara pemancar sinyal Wi-Fi (*Modem/Access Point*) dan perangkat penerima sinyal. Semakin jauh dari pemancar Wi-Fi maka semakin buruk pula kualitas yang didapatkan oleh perangkat penerima sinyal [3]. Namun sayangnya ketersediaan spot Wi-Fi dan topology jaringan Wi-Fi yang kurang memadai mengakibatkan jangkauan sinyal Wi-Fi sangat terbatas

sehingga mengakibatkan koneksi internet tidak dapat menjangkau ke seluruh pengguna (user) yang ada di dalam gedung pesanmasa.

Untuk itu, maka dilakukan perancangan *coverage area* Wi-Fi untuk pembuatan jaringan Wi-Fi yang akan digunakan di dalam gedung pesanmasa agar *area availability* mencapai lebih 80% dari gedung pesanmasa. Dalam perancangan ini terlebih dahulu dilakukan survey lokasi serta jumlah *user* agar nantinya dapat dilakukan analisis cakupan Wi-Fi dan kapasitas Wi-Fi yang diperlukan sesuai dengan kebutuhan di lapangan [4]. Perencanaan Wi-Fi ini digunakan 2 metode agar diperoleh berapa *access point* yang dibutuhkan, yaitu berdasarkan kapasitas *user* dan berdasarkan link budget yang disesuaikan dengan luas *coverage area* menggunakan model propagasi COST 231-Multiwall atau Model Walfisch-Ikegami sebagai metode perhitungan *coverage area* Wi-Fi yang dihasilkan dan menggunakan MAPL (Maximum Allowed Path Loss) sebagai perhitungan link budget serta akan dilakukan simulasi dengan software Ekahau Site Survey[5] .

1.2. Perumusan Masalah

1. Apa parameter yang dipertimbangkan dalam mendesain *coverage area* Wi-Fi?
2. Bagaimana perancangan topologi dan penempatan AP yang tepat untuk menghasilkan cakupan area yang baik ?
3. Seberapa besar power link budget yang dihasilkan ?

1.3. Batasan Masalah

1. Menggunakan router tipe EAP 110
2. Perancangan cakupan Wi-Fi di pesantren mahasiswa universitas islam sultan agung
3. Menggunakan software Ekahau Site Survey untuk melakukan simulasi

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi parameter dalam mendesain cakupan area serta membuat topologi jaringan Wi-Fi agar diperoleh *coverage area* yang maksimal untuk seluruh gedung asrama mahasiswa dan

menghitung nilai link budget yang dihasilkan, dengan melakukan simulasi perancangan menggunakan software Ekahau Site Survey.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Dapat mengetahui penempatan acces point yang tepat agar cakupan area Wi-Fi lebih optimal.
2. Dapat menjadi solusi untuk meningkatkan sinyal nirkabel yang lemah agar dapat memperluas jarak jangkauannya.
3. Dapat dijadikan tolak ukur dalam perancangan jaringan Wi-Fi yang efektif.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terbagi menjadi 5 bab, yaitu :

BAB I PENDAHULUAN : Bahasan pada bab ini berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA : Pada bab ini berisi tentang teori- teori yang bersangkutan dan membahas mengenai penelitian - penelitian sebelumnya serta landasan teori mengenai coverage area Wi-Fi serta alat yang diperlukan untuk melakukan perancangan.

BAB III METODE PENELITIAN : Pada bab ini menjelaskan tentang metode yang digunakan dalam pengambilan data, layout objek penelitian dan flowchart penelitian

BAB IV DATA DAN ANALISA : Bahasan pada bab ini berisi jumlah user, jumlah bandwidth yang diperlukan, perhitungan *free space loss*, perhitungan link budget, cara kerja alat, kekuatan sinyal yang dihasilkan serta hal-hal yang mempengaruhinya dan analisa bagaimana coverage area yang dihasilkan.

BAB V PENUTUP : Bahasan pada bab ini berisi kesimpulan dari hasil tugas akhir dan saran-saran dari pembuatan tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA : Pada BAB ini berisi daftar referensi jurnal studi literatur yang berkaitan cakupan Wi-Fi

LAMPIRAN : Pada BAB ini berisi dokumentasi mengenai berbagai macam kegiatan selama perancangan awal, hasil simulasi hingga penerapan *coverage area* Wi-Fi di lapangan.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

Penelitian yang dilakukan oleh Prastise Titahningsih, Rakhmadhany Primananda, dan Sabriansyah Rizqika Akbar. dengan judul Perancangan Penempatan *Access Point* untuk Jaringan Wi-Fi Pada Kereta Api Penumpang. Penelitian ini memfokuskan pengamatan rugi-rugi propagasi kereta api penting karena dapat mempengaruhi kekuatan sinyal dan aspek *coverage area*. Pada penelitian ini diperoleh jarak terjauh yaitu 21 meter dari pemancar perhitungan *Link Budget* untuk nilai RSL adalah -43 dBm dan SOM adalah 51 dB, dengan nilai tersebut dapat diketahui bahwa sinyal yang terpancar dapat menyebar dengan baik. Dan untuk perhitungan jumlah *Access Point* berdasarkan jangkauan *Access Point* dan kapasitas client didapat minimal 3 *Access Point* yang dapat ditempatkan sejajar di tengah-tengah kereta api penumpang karena dengan posisi ini sinyal dari *Access Point* dapat menyebar merata dalam kereta api penumpang. Dan dari hasil penerapan pada simulasi dengan penempatan 3 *Access Point*, dengan *power transmit* maksimal 18 dBm dan juga penerapan kanal yang berbeda, telah menghasilkan nilai rata-rata RSSI -35 dBm hingga -55 dBm, dimana dengan nilai tersebut karakteristik sinyal diartikan dalam keadaan sangat baik [6].

Penelitian yang dilakukan oleh Eki Ahmad Zaki Hamidi, dan Nanang Ismail, Ramadhan. dengan judul Pengukuran *Coverage Outdoor Wireless LAN* dengan Metode Visualisasi Di Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung. pada penelitian ini dilakukan perencanaan *coverage* jaringan pada perangkat *outdoor wireless LAN*, dengan penempatan posisi antena dan perhitungan *Link Budget* yang terdiri dari *free space loss*, *effective isotropically radiated power*, *received signal level* dan *system operating margin*.

Hasil rancangan jaringan yang dianalisis menggunakan perhitungan *Link Budget* secara teori maupun simulasi dengan nilai parameter *System Operating Margin* (SOM) terbesar pada server sebesar 47,26 dB, sedangkan pada access point 1 46,26 dB, *access point* 2 45,76 dB dan access point 3 39,5 dB dimana telah memenuhi batas perancangan sinyal yang baik [7].

Penelitian yang dilakukan oleh Luthfi Mahfuzh, Heroe Wijanto, dan Uke Kurniawan Usman. mengenai Analisis Perencanaan Integrasi Jaringan LTE Advanced Dengan Wi-Fi 802.11n *Existing* pada Sisi Coverage. Penelitian ini dilakukan perancangan jaringan *Long Term Evolution-Advanced (LTE-A)* serta Wi-Fi 802.11n. Metode perencanaan jaringan yang digunakan untuk menentukan jumlah (*Femtocell Access Point*) *LTE-A* menggunakan perhitungan *coverage* dan *capacity*, model propagasi yang digunakan COST 231 Multiwall serta simulasi yang akan menggunakan *software RPS 5.4 (Radiowave Propagation Simulator)*. Penelitian ini memiliki 3 skenario yaitu memodelkan kondisi Wi-Fi 802.11n *existing* memodelkan hasil perancangan jaringan *LTE-A* dengan menggunakan FAP dan memodelkan hasil perancangan jaringan Wi-Fi 802.11n *existing* dengan adanya penambahan dengan FAP *LTE*. Analisis hasil perencanaan jaringan dilakukan dengan menilai parameter *receive signal level (RSL)* dan *signal to interference ratio (SIR)*. Hasil Penelitian tertinggi yang didapatkan adalah FAP *LTE* 1800 Mhz tanpa penggunaan Wi-Fi *Existing* dengan hasil SIR 17,57 dB dengan RSL -58,51 dBm dan hasil perancangan yang paling optimal adalah hasil perancangan Wi-Fi 802.11n *existing* dengan penambahan 6 FAP *LTE-A* dengan hasil SIR 6,81 dB dan RSL -55,68 dBm [8].

Penelitian yang dilakukan oleh Akmal Sabiq Muzakki, Asep Mulyana, S.T., M.T, dan Dwi Andi Nurmantris, S.T., M.T. Dengan judul perancangan dan optimasi jaringan WLAN di SMAN 1 Cibung Bulang Kabupaten Bogor. Pada Proyek Akhir ini, dilakukan perancangan ulang jaringan WLAN yang sudah ada di SMAN 1 Cibungbulang. Dan dilakukan optimasi jaringan agar seluruh area sekolah dapat dijangkau dengan baik tanpa adanya blank spot dengan menggunakan metode perhitungan *coverage*

planning dan *bandwidth* per *user*. Dari penelitian ini disimpulkan bahwa Bandwidth per user berpengaruh terhadap jumlah banyaknya siswa maupun guru yang ada di SMAN 1 Cibungbulang. Penggunaan *software* simulasi perencanaan jaringan menjadi titik acuan penempatan *access point* untuk dilakukan perencanaan ulang dan optimasi jaringan yang ada di SMAN 1 Cibungbulang. Namun, hasil yang didapat antara simulasi dan implementasi memiliki perbedaan yang tidak terlalu signifikan. Daya terima sinyal paling minimum setelah dilakukan perencanaan ulang jaringan adalah sebesar -38 dBm dan dikategorikan Very High [9].

Penelitian yang dilakukan oleh Musdalifa, dan Surahmin Adna Panu. Dengan judul Perancangan Jaringan Wi-Fi Dengan Menggunakan Mikrotik Pada SMP Negeri 3 Mallusetasi Kabupaten Barru. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan Perancangan *Topologi* jaringan Wi-Fi dengan Menggunakan Router Mikrotik Pada SMPN 3 Mallusetasi kabupaten Barru, Instalasi dan konfigurasi Router Mikrotik ke jaringan Pada SMPN 3 Mallusetasi kabupaten Barru. Metode penelitian yang digunakan meliputi; studi pustaka, wawancara, dan studi lapangan. Studi pustaka dilakukan untuk mengumpulkan basis pengetahuan dalam perancangan. Studi lapangan dilakukan untuk mengumpulkan data dan informasi mengenai kondisi yang ada dan juga evaluasi atas perancangan yang dihasilkan. Hasil yang dicapai adalah rancangan lokasi *access point* dan *area* jangkauan *access point*. Kesimpulan yang didapat adalah dengan melakukan pembangunan sistem jaringan nirkabel untuk proses belajar mengajar di SMPN 3 Mallusetasi Kabupaten Barru, sehingga pembelajaran komputer dan internet di sekolah menjadi lebih optimal [10].

Penelitian yang dilakukan oleh Libianko Sianturi Sahat Parulian, Polinus Tarigan Dengan judul Perancangan Penempatan *Wireless* Agar Memenuhi Akses Poin Dari Beberapa Titik Aplikasi di Fakultas Teknik UHN. Penelitian dilakukan dengan cara mensurvei dan melakukan pengukuran langsung di area cakupan (*coverage area*) yang telah ditentukan, yaitu di gedung L lantai 1,2,3 dan 4 di Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen

Medan. Data pengukuran diperoleh dengan menggunakan instrumen pengukuran, yaitu software inSSIDer, laptop Acer Aspire 4736Z dengan sistem operasi windows 7 ultimate SP 1 32 bit. Data survei menghasilkan parameter yang akan diolah menggunakan perhitungan RSSI (Received Signal Strength Indicator). Dengan menggunakan model perhitungan RSSI (Received Signal Strength Indicator). Pengukuran RSSI di lapangan secara langsung sangat dipengaruhi oleh kondisi di sekitarnya dengan kontur maupun kepadatan yang berbeda-beda [11].

No	Penelitian	Metode dan Hasil
1	Penelitian yang dilakukan oleh Prastise Titahningsih, Rakhmadhany Primananda, dan Sabriansyah Rizqika Akbar. dengan judul Perancangan Penempatan <i>Access Point</i> untuk Jaringan Wi-Fi Pada Kereta Api Penumpang.	Penelitian ini memfokuskan pengamatan rugi-rugi propagasi kereta api penting karena dapat mempengaruhi kekuatan sinyal dan aspek <i>coverage area</i> . dengan <i>power</i> transmit maksimal 18 dBm dan juga penerapan kanal yang berbeda, telah menghasilkan nilai rata-rata RSSI -35 dBm hingga -55 dBm, dimana dengan nilai tersebut karakteristik sinyal diartikan dalam keadaan sangat baik:
2	Penelitian yang dilakukan oleh Eki Ahmad Zaki Hamidi, dan Nanang Ismail, Ramadhan. dengan judul Pengukuran Coverage Outdoor Wireless LAN dengan Metode Visualisasi Di Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung.	pada penelitian ini dilakukan perencanaan <i>coverage</i> jaringan pada perangkat <i>outdoor wireless</i> LAN, dengan penempatan posisi antena dan perhitungan <i>Link Budget</i> yang terdiri dari <i>free space loss</i> , <i>effective isotropically radiated power</i> , <i>received signal level</i> dan <i>system operating margin</i> . hasilnya

		adalah Semakin jauh jarak antar antena pengirim (Tx) dengan antena penerima (Rx) maka nilai FSL semakin besar.
3	Penelitian yang dilakukan oleh Luthfi Mahfuzh, Heroe Wijanto, dan Uke Kurniawan Usman. mengenai Analisis Perencanaan Integrasi Jaringan LTE Advanced Dengan Wi-Fi 802.11n Existing pada Sisi Coverage.	Penelitian ini dilakukan perancangan jaringan <i>Long Term Evolution-Advanced (LTE-A)</i> serta Wi-Fi 802.11n. Metode perencanaan jaringan yang digunakan untuk menentukan jumlah (<i>Femtocell Access Point</i>) <i>LTE-A</i> menggunakan perhitungan coverage dan capacity, model propagasi yang yang digunakan COST 231 Multiwall serta simulasi yang akan menggunakan <i>software RPS 5.4.</i> hasil perancangan yang paling optimal adalah hasil perancangan Wi-Fi 802.11n <i>existing</i> dengan penambahan 6 FAP <i>LTE-A</i> dengan hasil SIR 6,81 dB dan RSL -55,68 dBm
4	Penelitian yang dilakukan oleh Akmal Sabiq Muzakki, Asep Mulyana,S.T., M.T, dan Dwi Andi Nurmantris, S.T., M.T. Dengan judul perancangan dan optimasi jaringan WLAN di SMAN 1 Cibung Bulang Kabupaten Bogor.	Pada Proyek Akhir ini, dilakukan perancangan ulang jaringan WLAN, Dan dilakukan optimasi jaringan agar seluruh area sekolah dapat dijangkau dengan baik tanpa adanya blank spot dengan menggunakan metode perhitungan <i>coverage planning</i> dan <i>bandwidth</i>

		per user. <i>hasilnya Bandwidth per user</i> berpengaruh terhadap jumlah banyaknya siswa maupun guru yang ada di SMAN 1 Cibungbulang.
5	Penelitian yang dilakukan oleh Musdalifa, dan Surahmin Adna Panu. Dengan judul Perancangan Jaringan Wi-Fi Dengan Menggunakan Mikrotik Pada SMP Negeri 3 Mallusetasi Kabupaten Barru	Penelitian ini bertujuan untuk melakukan Perancangan <i>Topologi</i> jaringan Wi-Fi dengan Menggunakan Router Mikrotik. Hasil yang dicapai adalah rancangan lokasi <i>access point</i> dan <i>area</i> jangkauan <i>access point</i>. Kesimpulan yang didapat adalah dengan melakukan pembangunan sistem jaringan nirkabel untuk proses belajar mengajar di SMPN 3 Mallusetasi Kabupaten Barru, sehingga pembelajaran komputer dan internet di sekolah menjadi lebih optimal.
6	Penelitian yang dilakukan oleh Isnawati, Anggun Fitria Nurseha, Helmi Danisya, Ahmad Rizal. Dengan judul Perancangan Penempatan Wireless Agar Memenuhi Akses Poin Dari Beberapa Titik Aplikasi di Fakultas Teknik UHN.	Penelitian dilakukan dengan cara mensurvei dan melakukan pengukuran langsung di area cakupan (<i>coverage area</i>) yang telah ditentukan. Hasilnya Data pengukuran diperoleh dengan menggunakan instrumen pengukuran, yaitu software inSSIDer, laptop Acer Aspire 4736Z dengan sistem operasi

		windows 7 ultimate SP 1 32 bit. Data survei menghasilkan parameter yang akan diolah menggunakan perhitungan RSSI (Received Signal Strength Indicator).
--	--	---

2.2. Landasan Teori

2.2.1. WLAN (Wireless Local Area Network)

Jaringan lokal tanpa kabel atau WLAN adalah suatu jaringan area lokal tanpa kabel dimana media transmisinya menggunakan frekuensi radio (RF) dan *infrared* (IR), untuk memberi sebuah koneksi jaringan ke seluruh pengguna dalam area di sekitarnya. WLAN menggunakan teknologi frekuensi radio sebagai media penyimpanan data dan memiliki berbagai kemudahan bagi pengguna penerapannya.

Keuntungan memakai WLAN

Beberapa keuntungan menggunakan WLAN antara lain [12]:

- Bisa dipakai untuk berbagai macam perangkat.
- Jaringan WAN lebih mudah dipersiapkan dibandingkan yang kabel.
- Lebih mudah diakses dari mana saja, Selama areanya masih bisa menerima internet.
- Bisa ditemukan di mana saja baik di dalam atau di luar ruangan.

WLAN memiliki beberapa komponen dalam arsitektur jaringannya yaitu *access point* dan *wireless station client*. *Federal Communications Commission* (FCC) mengatur penggunaan alat dari *wireless LAN* yang terdiri dari beberapa standarisasi pada tabel dibawah [13]:

Tabel 2.1 Standarisasi Wireles LAN.

Spesifikasi	Kecepatan	Frekuensi Bandwidth	Kecocokan
802.11b	11 Mb/s	2,4 GHz	b
802.11a	54 Mb/s	5 GHz	a
802.11g	54 Mb/s	2,4 GHz	b, g
802.11n	100 Mb/s	2,4 GHz	b, g, n

2.2.2. Acces Point

Wireless access point (WAP) yang juga dikenal sebagai access point adalah perangkat keras yang digunakan dalam jaringan area lokal nirkabel untuk mengirim dan menerima data. alur akses menghubungkan pengguna ke pengguna lain dalam jaringan dan juga berfungsi sebagai titik interkoneksi antara WLAN dan jaringan kabel tetap [14]. Pada *access point* terdapat antena dan *transceiver*, komponen ini bertugas untuk memancarkan dan menerima sinyal dari *client server* ataupun menuju *client server*. Untuk bisa memancarkan sinyal Wi-Fi tersebut, biasanya *access point* akan disambungkan ke perangkat keras seperti *router*, *hub* atau *switch* melalui kabel ethernet. Dengan keberadaan *access point* ini sinyal Wi-Fi dapat menjangkau semua ruangan atau area walaupun banyak tembok atau sekat yang menghalangi. Dengan keberadaan *access point* ini sinyal Wi-Fi dapat menjangkau semua ruangan atau area walaupun banyak tembok atau sekat yang menghalangi.

Access point terhubung langsung ke jaringan area lokal berkabel, biasanya Ethernet. *Access point* kemudian menyediakan koneksi nirkabel menggunakan teknologi LAN nirkabel, biasanya Wi-Fi, untuk perangkat lain yang menggunakan koneksi kabel itu. *Access point* mendukung koneksi beberapa perangkat nirkabel melalui satu koneksi kabelnya. *Access point* bekerja saat ada perangkat yang mencoba mengakses jaringan. Biasanya pada layar *smartphone* akan muncul tampilan yang berisi permintaan pengisian sandi. Selanjutnya *access point* akan mengatur agar perangkat tersebut bisa terhubung dengan cara mencocokkan apakah sandi yang dimasukan ke *access point* sudah benar atau belum. Apabila sandi yang dimasukan sudah tepat maka akan memberikan alamat IP ke perangkat supaya bisa terhubung ke jaringan. *Access point* menyediakan koneksi antara jalur data sinyal RF (Radio Frekuensi) yang dibentuk oleh Wi-Fi dengan jalur data elektrik pada kabel ethernet [15].

2.2.3. Metode Cost 231 Multi wall

Untuk menghitung cangkupan Wi-Fi digunakan model propagasi Cost 231 multiwall yang bekerja pada daerah indoor area[16]. Cost 231 Multiwall mendefinisikan *path loss* yang dihasilkan dari faktor material yang ada di dalam ruangan yang diinginkan [17].

Berikut formula dari Cost 231 Multi Wall :

$$L_P = FSL + 20\log d + \sum_{i=1}^{kw} k_{wi} L_{wi} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

L_P = path loss pada jarak d (dB)

FSL = free space loss

$20\log d$ = jarak antara transmitter dan receiver (m)

K_{wi} = jumlah dinding tipe i antara transmitter dan receiver

L_{wi} = Redaman dinding tipe i

Kemudian untuk mengetahui jarak dari jangkauan pada setiap AP maka dihitung dengan menggunakan rumus[18]:

$$L_{Coverage Area} = 2,6 \times d^2 \dots\dots\dots(2.2)$$

Untuk mengetahui kebutuhan bandwidth setiap pengguna dihitung dengan menggunakan rumus [18]:

$$Bandwidth = \frac{data\ rate / AP}{maximum\ user} \dots\dots\dots(2.3)$$

Hal yang perlu diperhatikan dalam memperoleh nilai MAPL (*Maximum Allowable Path Loss*), yaitu menentukan nilai Rx , Margin, dan EIRP (*Effective Isotropic Radiated Power*). Rx merupakan jalur penerimaan data yang mengacu pada proses pengiriman data dari satu komputer ke komputer yang lain melalui jalur komunikasi. Dirumuskan sebagai berikut[19]:

$$Rx = G_{antena} - Loss\ Cable - SRx \dots\dots\dots(2.4)$$

Margin adalah perbedaan level daya yang diterima untuk daya pancar yang tetap. Dirumuskan sebagai berikut:

$$Margin = Tx + Rx - FSL \dots\dots\dots(2.5)$$

Sedangkan EIRP adalah besaran yang menyatakan kekuatan daya pancar dari suatu antenna rumusnya adalah:

$$EIRP = PTx + GTx - Loss\ Cable \dots\dots\dots(2.6)$$

Sehingga nilai MAPL ditentukan dengan rumus:

$$\text{MAPL} = \text{PTX} - \text{LSaluran} + \text{GAntena} - \text{Margin} - \text{SRX} \dots (2.7)$$

Keterangan :

MAPL = *Max Allowed Path Loss* (dB)

PTX = *Power Pemancar* (dBm)

Lsaluran = *Loss Saluran* (dB)

Gantena = *Penguatan Antena* (dBi)

Margin = *Fading Margin* untuk WLAN (dB)

SRX = *Sensitivitas Penerima* (dBm)

Maka dapat dihitung menggunakan rumus link budget:

$$\text{PRx} = \text{PTx} + \text{GTx} + \text{GRx} - \text{Pathloss} \dots (2.8)$$

Dimana:

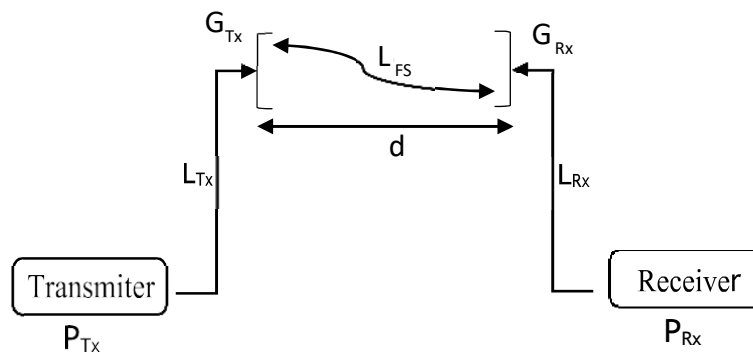
PRx = *Daya Terima* (dBm)

PTx = *Daya Pancar* (dBm)

GTx = *Gain Antena Pemancar* (dBm)

GRx = *Gain Antena Penerima* (dBm)

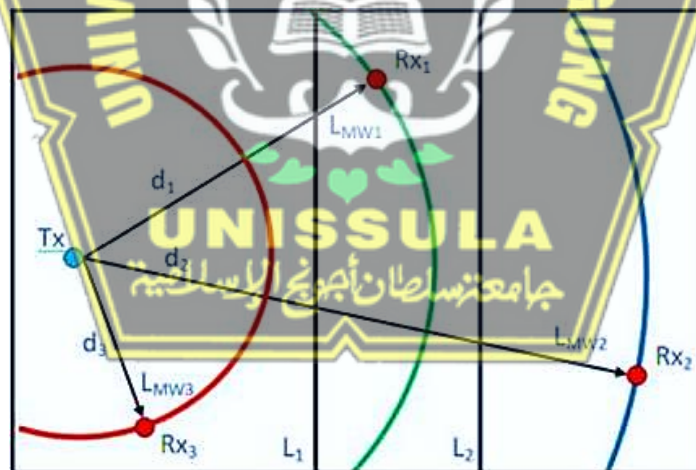




Gambar 2.1 Link Budget

Gambar diatas merupakan ilustrasi tentang *Link Budget* untuk mengetahui besar daya yang diterima pada penerima. Sedangkan untuk perhitungan *Path Loss* akan menggunakan model COST 231 *Multi Wall* karena pada pemodelan ini memperhitungkan rugi-rugi linier yang sebanding dengan tembok yang dilewati oleh gelombang radio. Hal ini diilustrasikan pada gambar berikut [20]

:



Gambar 2.2 COST-231 Multi Wall

2.2.4. Menghitung Path Loss

Redaman ruang bebas atau *free space loss* yakni penurunan daya gelombang radio selama merambat di ruang bebas. Dimana FSL dihitung dengan persamaan[21]:

$$FSL = -27,55 + 20\log f + 20\log d \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana:

d = jarak lintasan (transmitter ke receiver) (Km)

f = frekuensi kerja (Mhz)

Keterangan d ialah jarak, f ialah frekuensi, dan K ialah konstanta yang nilainya tergantung dari satuan dari d dan f . Bila d dalam km dan f dalam MHz maka nilai K ialah -33,44, sedangkan jika f dalam GHz, maka nilai K ialah -92,45. Berbeda lagi bila d dalam meter dan f dalam MHz, maka nilai K ialah -27,55.

Fenomena fading secara luas diklasifikasikan menjadi dua jenis yang berbeda: fading skala besar dan skala kecil. Large Scale Fading terjadi karena penerima bergerak melewati jarak yang jauh. Hal ini disebabkan oleh pathloss sinyal sebagai fungsi jarak dan shadowing akibat benda-benda besar seperti bangunan, intervensi medan, dan tumbuhan. Shadowing adalah proses slow fading yang ditandai dengan variasi rata-rata pathloss antara pemancar dan penerima di lokasi yang tetap. Dengan kata lain, large scale fading ditandai dengan rata-rata path loss dan shadowing. Di sisi lain, small fading mengacu pada variasi cepat level sinyal karena interferensi konstruktif dan destruktif dari beberapa jalur sinyal (multipath) ketika penerima bergerak pada jarak yang pendek . Berikut ini beberapa jenis penghalang beserta nilai attenuasinya [22].

Tabel 2.2 Jenis Penghalang dan Attenuasinya

No	Jenis Penghalang	Attenuasi
1.	Concrete Wall	12 dB
2.	Brick Wall	10 dB
3.	Dry Wall	3 dB

2.2.5. Merancang WLAN Berdasarkan Kapasitas Pengguna

Penempatan *Access Point* (AP) berdasarkan pada kapasitas harus mempertimbangkan beberapa aspek berikut ini:

- Kemampuan dari infrastruktur jaringan nirkabel.
- Tipe, jumlah, dan kemampuan perangkat dari pengguna.
- Jenis aplikasi yang sering digunakan oleh pengguna.

- d. Mobilitas pengguna dalam jaringan.
- e. Level minimum throughput yang disediakan oleh jaringan.

Kemudian untuk menghitung jumlah AP yang dibutuhkan disetiap lantai. Perhitungan jumlah *Access Point* berdasarkan jumlah client yang ada pada area coverage. dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$N_{AP} = \frac{BW_{user} \times N_{user} \times Activity}{\%Efficiency \times Association Rate} \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan:

N_{AP}	= jumlah acces point
BW_{user}	= bandwidth per user
N_{user}	= jumlah pengguna
$\%Activity$	= jumlah user aktif
$\%Efficiency$	= efisiensi dari rate sebenarnya

Dimana $\%Efficiency$ Network sebesar 50% dan *Association Rate* atau bisa juga disebut dengan *baseline rate* merupakan data rate maksimum yang diterima oleh perangkat pengguna. Sedangkan untuk menghitung jumlah acces point berdasarkan cakupan area Wi-Fi adalah dengan rumus [23]:

$$N_{AP} = \frac{C_{total}}{C_{AP}} \dots\dots\dots(2.11)$$

N_{AP}	= jumlah acces point
C_{total}	= luas coverage yang dilayani
C_{AP}	= luas coverage sebuah acces point

Sesuai standart yang telah ditentukan oleh IEEE (**Institute of Electrical and Electronics Engineers**) secara umum, untuk komunikasi wireless memiliki protokol masing-masing. Penetapan protokol ini juga akan berpengaruh terhadap data-rate di sebuah link wireless. Sehingga berbeda protokol yang digunakan juga berbeda pula maksimum data-rate yang di support.

Untuk mengetahui kekuatan sinyal yang dihasilkan maka harus diketahui dulu nilai *isotropic received level* (IRL) yang merupakan nilai level daya isotropic yang diterima oleh stasiun penerima, besar nilai IRL dalam (dBm) didapatkan dari persamaan [24]:

$$IRL = EIRP - FSL \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan:

EIRP = Effective Isotropic Radiated Power

FSL = Free Space Loss

Kemudian menentukan nilai dari RSL (received signal level) yang merupakan level daya yang diterima oleh stasiun penerima piranti pengolah decoding, dengan menggunakan persamaan [25]:

$$RSL = IRL + G_{RX} - L_{Cable} \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana:

IRL = isotropic received level

G_{RX} = Gain antena penerima

L_{Cable} = Loss Cable

Tabel 2.3 Maximum Data Rate Untuk Protokol 802.11 a/b/g/n/ac

Protokol	Frekuensi	Lebar <i>Channel</i>	Maximum Data Rate (Theoretical)
802.11a	5 GHz	20 MHz	54 Mbps
802.11b	2,4 GHz	20 MHz	11 Mbps
802.11g	2,4 GHz	20 MHz	54 Mbps
802.11n	2,4 GHz / 5 GHz	20 MHz / 40 MHz	450 Mbps
802.11ac	5 GHz	20, 40, 80, 160 MHz	Up to 1300 Mbps

2.2.6. Router

Router adalah perangkat yang berfungsi untuk mentransmisikan paket data dari jaringan internet ke perangkat lain melalui proses routing. Proses routing sendiri merupakan proses meneruskan paket jaringan satu dengan yang lainnya. Router bekerja dengan mengarahkan jaringan data menggunakan *routing table* untuk menentukan jalur mana saja yang akan dilalui sebuah paket data dalam mencapai tujuannya. Paket data tersebut berisi beberapa bagian, salah satunya membawa informasi seperti pengirim, tipe data, dan alamat IP tujuan. Router akan membaca tiap bagian ini kemudian menentukan rute terbaik yang akan digunakan untuk setiap proses transmisi data[26].

Pada penelitian kali ini menggunakan Router EAP110 300Mbps Wireless N Ceiling Mount Access Point yang memiliki fitur:

- Manajemen terpusat cloud gratis dan aplikasi Omada untuk kenyamanan ultra dan manajemen mudah
 - Mendukung PoE pasif untuk pemasangan yang nyaman hingga 100 meter
 - Desain pemasangan di langit-langit dengan sasis memudahkan pemasangan di dinding atau langit-langit
 - Mengamankan jaringan tamu bersama dengan beberapa opsi autentikasi (SMS/Facebook Wi-Fi/Voucher, dll.) dan teknologi keamanan nirkabel yang melimpah
 - Multi-SSID membagi beberapa jaringan nirkabel untuk pengguna yang berbeda
 - Keamanan Wi-Fi kelas perusahaan membantu mengurangi ancaman keamanan jaringan
 - Mendukung vlan manajemen untuk manajemen jaringan yang ditingkatkan
- Penampilan EAP yang elegan dan desain pemasangan yang mudah dengan sasis, membuatnya mudah untuk diintegrasikan dengan baik ke permukaan dinding maupun langit-langit. EAP110 mendukung PoE pasif untuk membuat penerapan menjadi mudah dan fleksibel [27].

Spesifikasi router ini adalah sebagai berikut:

- Port: fast ethernet (RJ-45) Port*1 (support PoE)
- Power transmit = 20 dBm
- Dimensi = 189.4 x 172.3 x 29.5mm
- Internal 2*4 dBi omni antenna
- IEEE 802.11n, IEEE 802.11g, IEEE 802.11b wireless standard
- Frekuensi 2.4 Ghz



Gambar 2.3 Router EAP110 300Mbps Wireless N Ceiling Mount Access Point

1. Menentukan Bandwidth Yang Dibutuhkan

Gedung pesanmasa memiliki luas sekitar $1,419 \text{ m}^2$ dengan total kamar pada gedung pesanmasa adalah 45 kamar dari 4 lantai, dengan setiap kamar diisi oleh 4 orang jadi total semua user adalah 180 orang dengan mengasumsikan seluruh pengguna memiliki laptop dan smartphone. Maka kebutuhan bandwidthnya dapat dihitung dengan.

$$\text{Bandwidth} = 180 \times 500 \text{ Kbps} = 90.000 \text{ Kbps} = 90 \text{ Mbps.}$$

Jadi dapat dihitung kebutuhan bandwidth disetiap lantai adalah:

$$\text{Bandwidth} = \frac{90}{4} = 22,5 \text{ Mbp}$$

Dengan menggunakan AP yang memiliki data rate sebesar 300 Mbps, dengan asumsi efektifitas data rate sebesar 240 Mbps atau 80% dari data rate maximum.maka besar bandwidth peruser berdasarkan spesifikasi alat adalah [28]:

$$\text{Bandwidth per user} = \frac{240}{180} = 1,33 \text{ Mbps}$$

2. Menentukan Jumlah Acces Point

Berdasarkan teori *%Efficiency Network* sebesar 50% dan *Association Rate* atau bisa juga disebut dengan *baseline rate* merupakan data rate maksimum yang diterima oleh perangkat pengguna.pada penelitian ini menggunakan perangkat pengguna sebuah laptop dengan protokol 802.11n, dengan data rate maksimal sebesar 40 Mbps

Sedangkan % activity rate adalah:

$$\begin{aligned}\% \text{ Activity Rate} &= \frac{\text{Estimasi User Active Bersamaan}}{\text{Maximum Jumlah User}} \times 100\% \\ &= \frac{144}{180} \times 100\% = 80\%\end{aligned}$$

Sehingga jumlah AP berdasarkan kapasitas *user* dapat dihitung dengan persamaan (2.10) [23]:

$$N_{AP} = \frac{1,33 \times 180 \times 0,8}{0,5 \times 40} = \frac{191,52}{20} = 9,57 = 9$$

Jadi membutuhkan 9 AP untuk seluruh gedung dengan menggunakan spesifikasi router TP-link EAP 110. Pada penelitian ini penempatan acces point difokuskan ada area kantor, aula dan juga kamar dimana mayoritas *user* berada diarea tersebut.

Kapasitas pengguna jika terdapat event besar diestimasikan jumlah total *user* lebih dari 300 orang pada lantai 1, sedangkan pada lantai 2, 3, dan 4 dengan jumlah kamar per lantai terdapat 14 kamar dengan 1 kamar diisi dengan 4 orang sehingga total pengguna di setiap lantainya sebanyak 56 orang. oleh karena itu pada lantai 1 menggunakan 2 buah AP, pada lantai 2 menggunakan 3 buah AP dan di lantai 3 dan 4 menggunakan 2 buah AP. Jarak antara AP satu dengan yang lainnya berbeda-beda untuk menghindari overlapping dan interferensi sinyal.

2.2.7. Software Ekahau Site Survey

Ekahau Site Survey merupakan perangkat lunak yang dapat digunakan untuk perencanaan jaringan Wi-Fi, Site Survey, dan administrasi. Perangkat lunak ini dikembangkan oleh perusahaan Ekahau, Inc yang didirikan pada tahun 2000. Ekahau Site Survey dapat digunakan pada komputer dengan sistem operasi Microsoft Windows atau Mac OS dengan dukungan jaringan nirkabel 802.11 a/b/g/n/ac. Pada aplikasi ini diberikan pandangan tingkat dasar tentang cakupan dan kinerja WLAN berdasarkan data yang telah dikumpulkan selama survei aktif dan pasif, yang bisa digunakan untuk memprediksi performa WLAN sebelum dipasang langsung dilapangan [29].

Visualisasi adalah representasi grafis dari data yang disimulasikan (perencanaan) atau diukur (survei) yang ditumpangkan pada denah yang

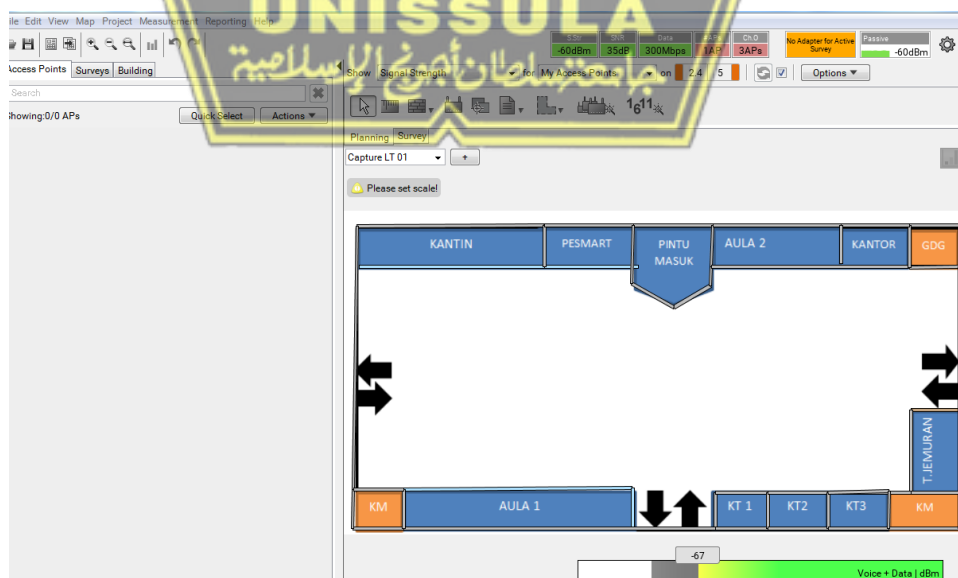
diimpor oleh pengguna untuk menggambarkan struktur fisik dimana jaringan nirkabel sedang atau telah digunakan. Tampilan grafis membantu pengguna memahami dan menginterpretasikan data secara lebih efektif daripada mencoba menguraikan data tabular yang terlalu banyak.

Saat ini terdapat 19 visualisasi ESS (Ekahau Site Survey) yang dapat dipilih untuk membantu mendesain, memverifikasi, dan/atau memecahkan masalah jaringan Wi-Fi.

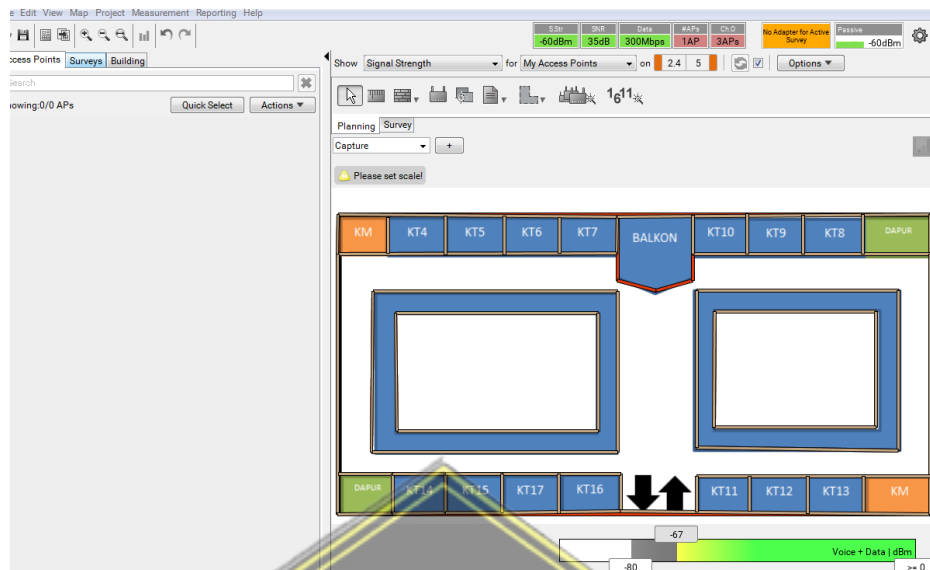
- **Titik Akses Terkait** - memprediksi dimana perangkat klien akan dikaitkan, atau, jika Survei Situs Hibrida telah dibuat, menampilkan titik akses terkait yang sebenarnya selama survei berlangsung.
- **Kapasitas: Klien per AP** - menampilkan bagaimana perangkat pengguna akhir akan didistribusikan di antara titik akses.
- **Kesehatan Kapasitas** - menampilkan apakah jaringan memenuhi Persyaratan Kapasitas.
- **Lebar Pita Saluran** - menampilkan lebar pita saluran untuk memvisualisasikan karakteristik jaringan 802.11n dan 802.11ac Anda dengan lebih baik, seperti ikatan saluran.
- **Tumpang Tindih Saluran** - menunjukkan berapa banyak AP yang tumpang tindih pada satu saluran di area tertentu.
- **Kecepatan Data** - menampilkan kecepatan komunikasi perangkat klien dan AP.
- **Interferensi/ Kebisingan** - menampilkan interferensi/ kebisingan sebagai akibat dari interferensi saluran bersama dan kebisingan lain yang mungkin berdampak pada kinerja.
- **Kesehatan jaringan** - memberikan gambaran umum jaringan berdasarkan apakah persyaratan jaringan yang ditetapkan terpenuhi atau tidak.
- **Masalah Jaringan** - menampilkan kebutuhan jaringan mana yang gagal di lokasi tertentu.
- **Jumlah AP** - menunjukkan berapa banyak AP yang dapat didengar di lokasi

tertentu.

- **Packet Loss** - menampilkan % packet loss relatif di atas peta dasar, yang diukur dari 10 paket terakhir.
- **Kekuatan Sinyal** - menampilkan kekuatan sinyal dari kumpulan AP yang dipilih dalam dBm. Secara default, kekuatan sinyal dari AP terkuat per lokasi ditampilkan.
- **Rasio Sinyal terhadap Derau (SNR)** - menunjukkan rasio kekuatan sinyal terhadap derau.
- **Throughput (Maks)** - menampilkan throughput bersih maksimum teoritis (tidak termasuk overhead) per lokasi, dalam kondisi ideal dan satu pengguna yang mengakses jaringan.
- **Perbedaan Interferensi** - menunjukkan perbedaan interferensi dalam nilai terukur antara survei Primer dan Sekunder di lokasi tertentu.
- **Perbedaan Kekuatan Sinyal** - menunjukkan perbedaan kekuatan sinyal dalam nilai terukur antara survei Primer dan Sekunder di lokasi tertentu.
- **Perbedaan Jumlah AP** - menunjukkan perubahan jumlah AP antara survei Primer dan Sekunder di suatu lokasi.



Gambar 2.4 Tampilan software Ekahau Site Survey lantai 1 gedung pesanmasa



Gambar 2.5 Tampilan software Ekahau Site Survey lantai 2 gedung pesanmasa

2.2.8. Channel

Channel adalah bagian-bagian pada Wi-Fi yang dapat mengirim dan menerima data. *Channel* pada dasarnya berfungsi untuk mengontrol seberapa luas sinyal Wi-Fi dalam mentransfer data. mengatur *channel* sangat penting untuk menentukan performa dari sebuah jaringan Wi-Fi. Mengatur *channel* pada Wi-Fi dapat meningkatkan daya jangkauan sinyal. apabila menggunakan *channel* yang memiliki frekuensi paling kecil. maka semakin besar panjang gelombang yang menyebabkan semakin jauh jangkauannya [30].

Wi-Fi yang bekerja pada frekuensi 2,4 Ghz memiliki 11 channel sedangkan Wi-Fi yang bekerja pada frekuensi 5,8 Ghz memiliki 45 channel. Jika ada banyak *access point* yang berdekatan dalam satu area dan menggunakan *channel* yang sama, maka akan terjadi interferensi yaitu gangguan pada sinyal gelombang elektromagnetik yang disebabkan oleh sinyal lainnya. Hal inilah yang mengakibatkan koneksi perangkat ke *access point* terputus. Berikut ini adalah beberapa alasan pentingnya mengatur channel pada Wi-Fi:

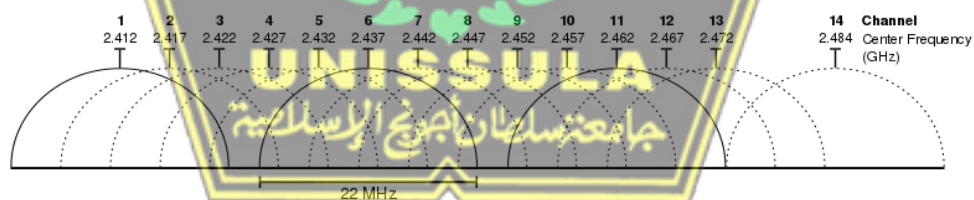
1. Mencegah interferensi

Seperti yang telah disebutkan di atas, pemilihan channel yang tepat akan mencegah terjadinya interferensi atau gangguan. Mengingat

interferensi terjadi karena adanya pemakaian frekuensi yang sama oleh dua atau lebih perangkat Wi-Fi pada jalur yang berdekatan, maka untuk mencegah terjadinya bentrokan sinyal dengan Wi-Fi lainnya setiap *access point* harus menggunakan frekuensi yang berbeda. Dalam hal ini, cara yang bisa digunakan adalah dengan memindahkan *channel*. Untuk Wi-Fi 2.4 GHz, antara *access point* atau perangkat Wi-Fi harus berbeda 5 *channel*. Contohnya jika *access point* A menggunakan channel 1 maka *access point* B harus menggunakan channel 6 dan seterusnya. Untuk Wi-Fi 5.8 GHz, antara *access point* atau perangkat Wi-Fi harus berbeda 12 *channel*.

2. Mengoptimalkan daya jangkauan sinyal Wi-Fi

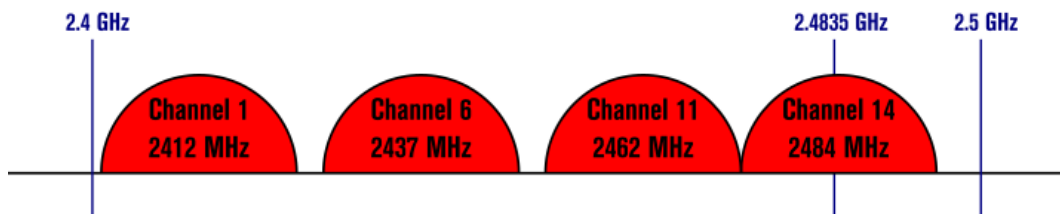
Wi-Fi 2.4 Ghz memiliki channel yang beroperasi pada frekuensi terendah pada 2402 MHz atau 2.402 GHz. Selanjutnya frekuensi dari channel di atasnya lebih tinggi dengan selisih tiap channel adalah 5 MHz. Semakin tinggi frekuensi *channel* yang dipilih, maka kualitas akan semakin baik dan lebih tahan terhadap gangguan dan interferensi, namun, jangkauannya akan semakin rendah. Jika kantor Anda memiliki ruangan yang kecil dan seluruh karyawan berada di ruangan yang sama, sebaiknya Anda menggunakan channel pada frekuensi tinggi ini.



Gambar 2.6 Channel Pada WLAN 2,4 GHz

Gambar diatas menjelaskan tentang pembagian frekuensi 2,4 GHz yang dibagi menjadi 14 *channel*. Jarak antar channel sebesar 5 MHz yang lebih kecil dari range frekuensi 22 MHz dan terjadi *overlapping* atau tumpang tindih. Sedangkan penomoran pada channel dengan frekuensi 5 GHz, bergantung dengan peraturan yang berlaku pada negara tersebut. Karena protokol IEEE 802.11b/g/n membutuhkan jarak pemisah antar *channel* sebesar 16 - 22 MHz, sehingga mengakibatkan *channel* yang berdekatan akan saling tumpang tindih (*overlapping*) dan mengganggu satu sama lain.

Sehingga dianjurkan untuk tidak menggunakan tiga atau empat *channel* yang tersedia, agar tidak terjadi gangguan dan tumpang tindih. Penentuan jarak ditentukan oleh protokol dan *data rate* yang dipilih, serta lingkungan elektromagnetik tempat peralatan akan digunakan.



Gambar 2.7 Non-Overlapping Channel WLAN 2.4 GHz



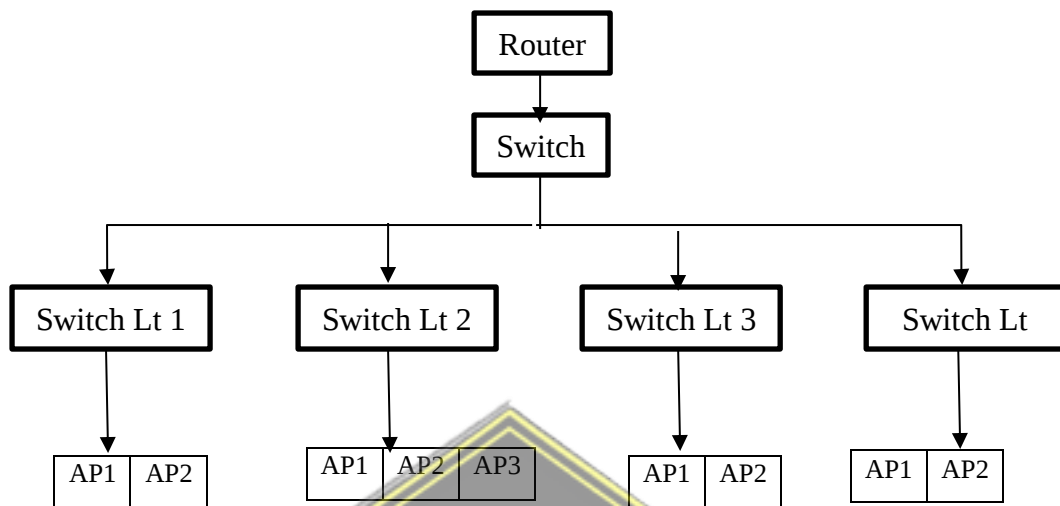
BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Deskripsi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di gedung pesantren mahasiswa universitas islam sultan agung (pesanmasa). Penelitian ini menggunakan Router EAP110 yang mendukung PoE pasif sehingga memudahkan pemasangan dan lebih fleksibel. Tahapan awal perancangan Wi-Fi adalah dengan melakukan walk test untuk mengetahui ketersediaan layanan Wi-Fi dalam gedung pesanmasa. Metode *Walk test* sendiri dilakukan karena lebih efektif untuk melakukan pengecekan sinyal untuk area yang tidak luas dikarenakan penelitian ini dilakukan didalam ruangan. kemudian merencanakan cangkupan dan kapasitas pengguna dan analisis jumlah *access point* yang dibutuhkan lalu mengkonfigurasi perangkat dan melakukan simulasi atau pengujian menggunakan software Ekahau Site Survey, kemudian menghitung *coverage* Wi-Fi dengan menggunakan propagasi COST 231 dan menghitung besarnya link budget yang dihasilkan. Selanjutnya dalam perancangan jaringan Wi-Fi adalah melakukan perhitungan *capacity* dan *coverage acces point* untuk mendapatkan jumlah *access point* yang digunakan. Jumlah *access point* yang didapatkan dari perhitungan kemudian dilakukan simulasi penempatan *access point* menggunakan software Ekahau Site Survey.

Hal utama yang dipersiapkan sebelum melakukan penelitian ini adalah dengan observasi lokasi penelitian, dengan membuat denah lantai, mengukur luas di setiap ruangan dan membuat skala sesuai dengan yang telah dibuat.

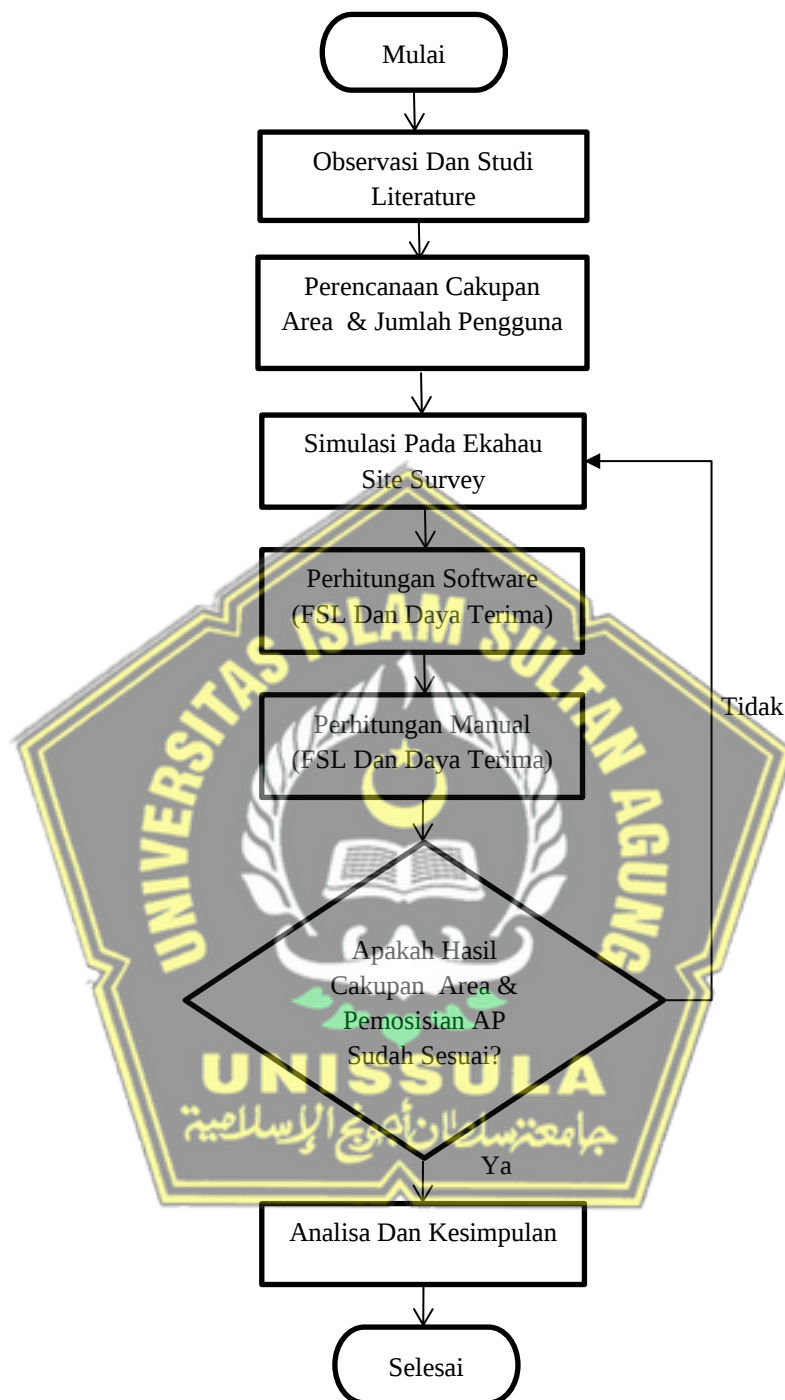
Berikut Ini Merupakan Diagram Topologi Jaringan Wifi:



Gambar 3.1 Topologi Jaringan



Flowchart penelitian:



Gambar 3.2 Flowchart Penelitian

3.2. Observasi dan Studi Literature

Yaitu melakukan pengecekan tempat untuk penelitian, seperti kondisi dan luas gedung, membuat denah area cakupan Wi-Fi dan pemetaan

penempatan *Acces Point* . Pada tugas akhir ini pengujian dilakukan pada gedung Pesantren Mahasiswa Islam Sultan Agung.

Mempelajari tentang konsep, ilmu, dan teori – teori yang berkaitan melalui jurnal ilmiah, buku, *paper*, maupun laporan penelitian sebagai pedoman dalam mengerjakan penelitian tugas akhir. Konsep, ilmu, dan teori – teori tersebut mengenai definisi dan cara kerja Wi-Fi , penggunaan Wi-Fi , router switch, modem dan konfigurasi serta topology jaringan.

3.3. Perencanaan Cakupan Area dan Jumlah Pengguna

Dalam penelitian ini daerah cakupan di lantai 1 akan dipusatkan di area kantor, aula, kantin, pesmart dan kamar tidur, sedangkan pada lantai 2, lantai 3, dan lantai 4 cakupan area akan berfokus pada area kamar agar semua kamar dapat memperoleh sinyal Wi-Fi yang mencukupi bagi para user-nya. Untuk menghitung daya yang diterima oleh penerima menggunakan rumus *link budget* (2.8). Seberapa besar jari-jari area cakupan yang diperoleh, maka digunakan konfigurasi Cost Millwall 231 pada rumus (2.1). Penggunaan konfigurasi ini didasarkan pada faktor redaman, konstanta redaman dan parameter empiris. lalu menghitung kebutuhan *bandwidth* setiap user agar nantinya dapat dianalisis jumlah *acces point* (AP) yang diperlukan.

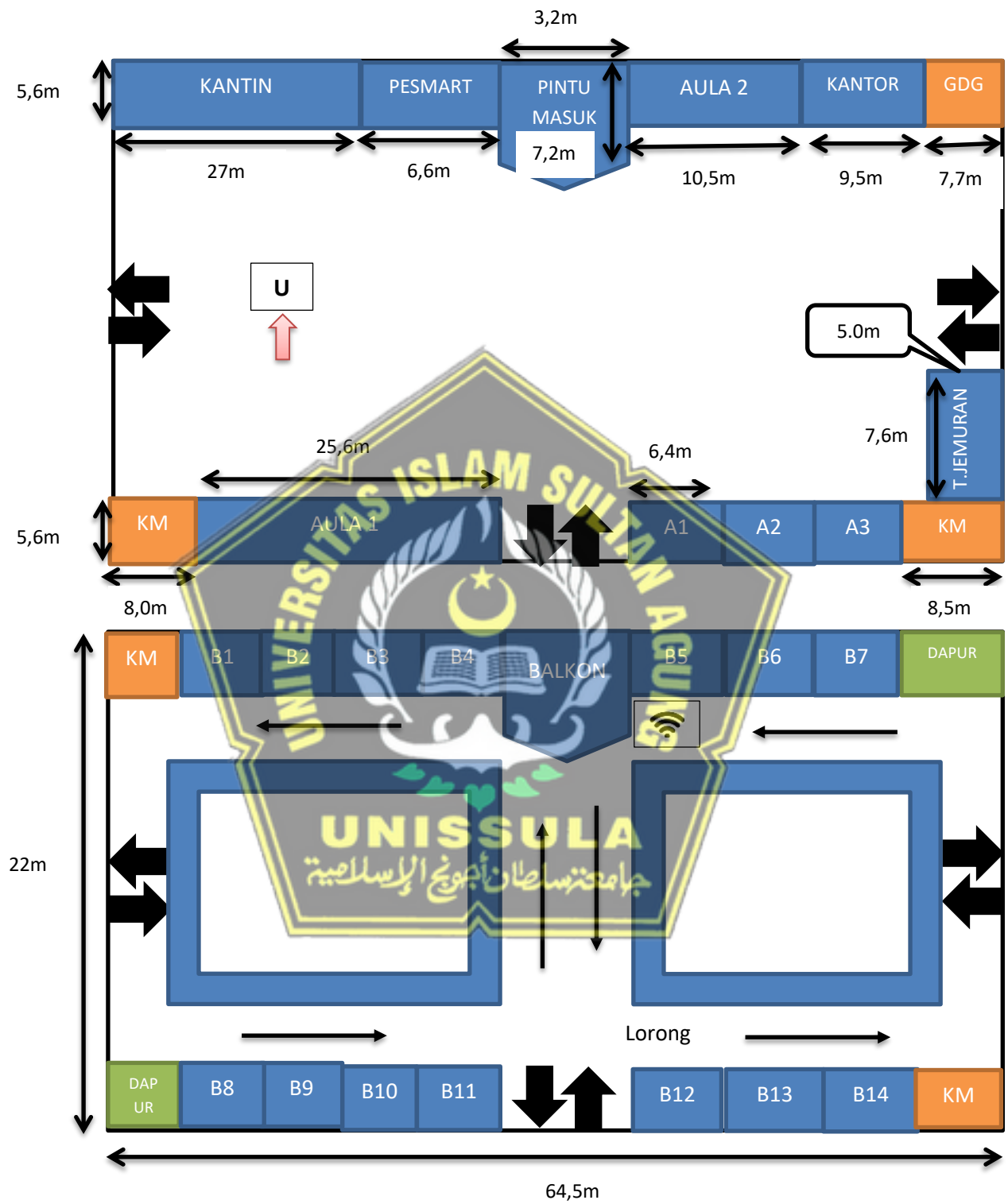
3.4. Simulasi Pada Software Ekahau Site Survey

3.4.1. Perancangan Awal

tahapan awal sebelum melakukan perancangan adalah dengan melakukan Walk test, Pelaksanaan Walk test pada perancangan Wi-Fi bertujuan untuk melakukan pengecekan sinyal terima yang dipancarkan *access point* menggunakan *software Ekahau Site Survey*. Adapun asumsi yang dilakukan dengan pengambilan data sampel pada gedung pesantren dengan parameter memperhitungkan jumlah *user* , kapasitas AP, dan luas bangunan. setelah perancangan selesai maka akan dilakukan pengujian dengan mensimulasikan *coverage* Wi-Fi menggunakan *software* tersebut. Pengujian cakupan Wi-Fi ini dilakukan untuk mengetahui jangkauan sinyal yang dihasilkan dan Faktor apa saja yang dapat mempengaruhi kuat sinyal dan mengukur besarnya *link budget* yang dihasilkan. pada pengujian ini juga

memperhatikan letak AP untuk mencari sinyal yang kuat yang dapat menjangkau wilayah yang diinginkan tercover Wi-Fi. gambar dibawah ini merupakan denah setiap lantai pada gedung pesanmasa dengan ukuran dan skala yang disesuaikan.

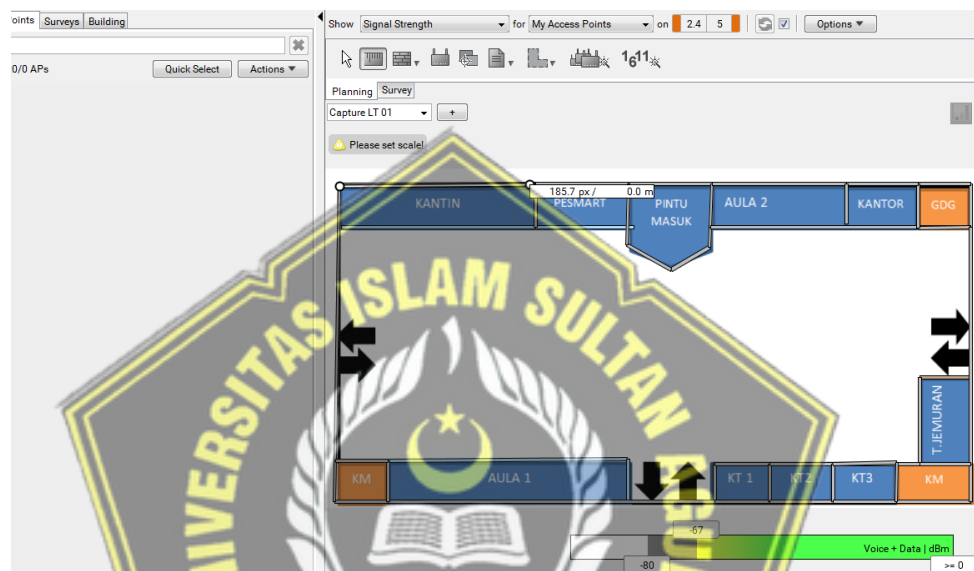




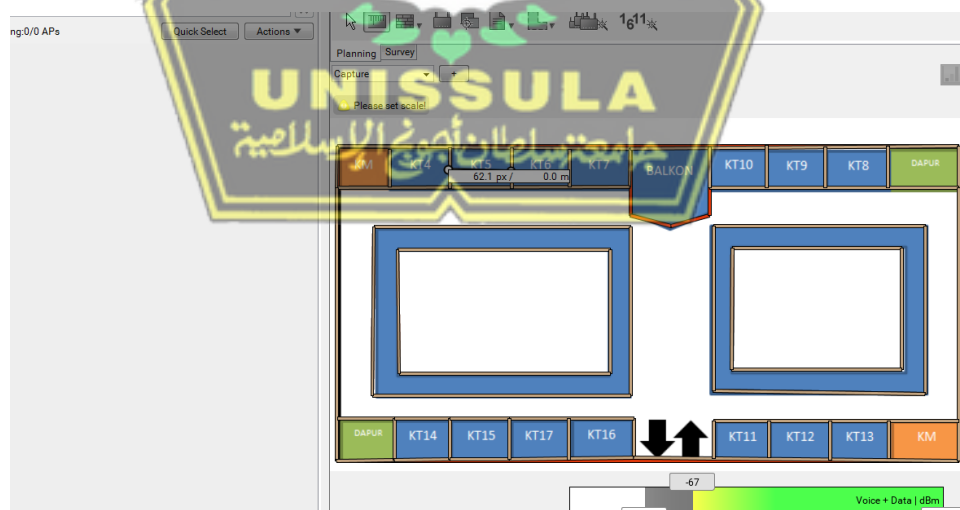
Gambar 3.3 Objek Penelitian

pada Gambar 3.2. merupakan denah lantai 1 dan lantai 2. Dimana hanya ada 1 Acces Point yang berada di lantai 2 dan di lantai 1 tidak ada Acces Point. Untuk lantai 3, dan lantai 4 denah lantainya sama dengan di lantai 2.

Sedangkan pada Gambar 3.4. merupakan visualisasi denah lantai 1 pada software Ekahau Site Survey. Dan Gambar 3.5. merupakan visualisasi denah lantai 2 pada software Ekahau Site Survey.



Gambar 3.4 Denah lantai 1 pada software Ekahau Site Survey



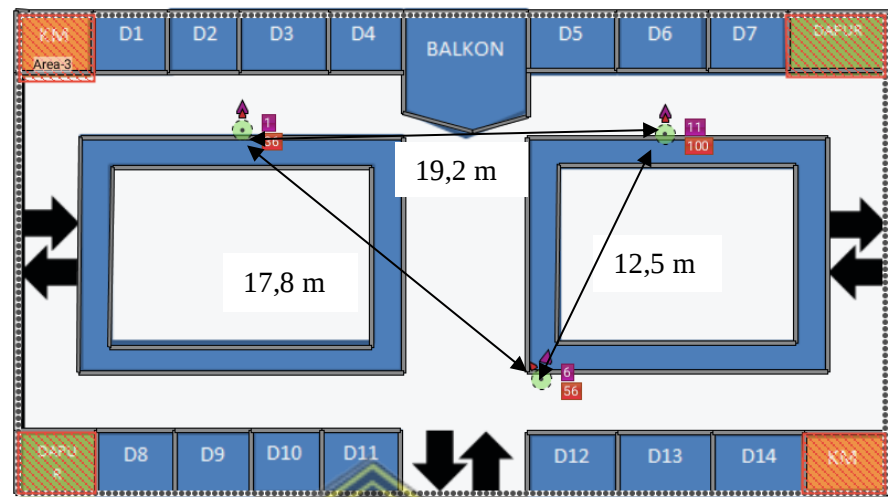
Gambar 3.5 Denah lantai 2 pada software Ekahau Site Survey

Setelah dilakukan Walk test kemudian melakukan perancangan *coverage* Wi-Fi menggunakan software Ekahau Site Survey dengan cara yang hampir sama dengan melakukan Walk test, dimana nantinya akan dilakukan simulasi penempatan AP yang sehingga nantinya akan diketahui seberapa jauh cakupan Wi-Finya. pada penelitian ini menggunakan protokol IEEE 802.11n dengan mengacu pada spesifikasi router yang digunakan.

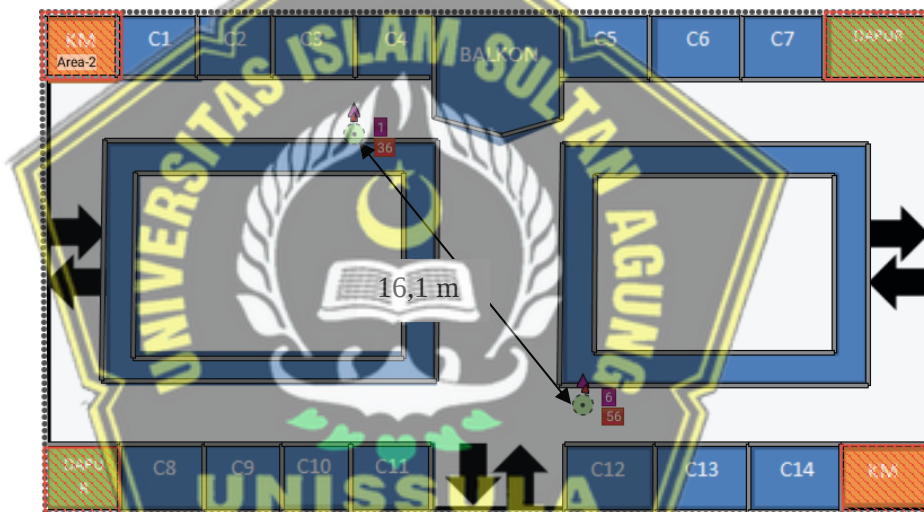
Pada penelitian ini dilakukan uji coba dengan penempatan AP (access point) pada setiap lantai dengan layout dan jumlah yang berbeda-beda serta mengatur jarak pada setiap AP hal ini bertujuan agar dapat menentukan hasil cakupan yang paling optimal seperti ditunjukkan pada Gambar 3.6 merupakan layout penempatan AP pada lantai 1 dengan 2 buah AP. kemudian Gambar 3.7 merupakan penempatan AP pada lantai 2 dengan 3 buah AP penempatan posisi AP ini memfokuskan sebaran sinyal pada area kamar. Dan pada Gambar 3.8 dan Gambar 3.9 merupakan penempatan AP pada lantai 3 dan 4 dengan 2 buah AP dengan jarak sekitar 5 m dari pengguna.



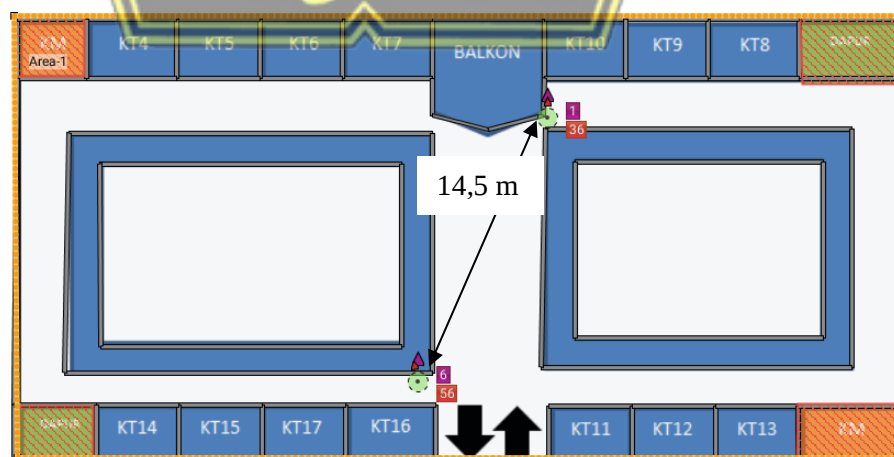
Gambar 3.6 Penempatan Acces Point di lantai 1



Gambar 3.7 Penempatan Acces Point di lantai 2



Gambar 3.8 Penempatan Acces Point di lantai 3



Gambar 3.9 Penempatan Acces Point di lantai 4

3.4.2. Perhitungan Pada Software Ekahau Dan Perhitungan Manual

Pada perhitungan ini dilakukan perbandingan antara hasil simulasi dengan perhitungan manual dengan parameter yang diuji adalah free space loss (FSL), link budget yang dihasilkan dan hasil cakupan area. Hal ini dimaksudkan untuk memperoleh hasil yang mendekati nilai sebenarnya dari hipotesis sebelumnya. yang kemudian nantinya akan dianalisa dan digunakan sebagai acuan dalam perancangan coverage area digedung pesanmasa.



BAB IV DATA DAN ANALISA

4.1. Hasil Pengujian

4.1.1. Hasil Simulasi Walk test

Walk test dilakukan dengan menggunakan software Ekahau Site Survey, yaitu dengan berjalan dari titik A hingga ke titik B dengan arah seperti ditunjukkan oleh anak panah.

Dari hasil Walk test yang telah dilakukan didapatkan sebuah data sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Data Hasil Simulasi Walk test

No	Parameter	Satuan
1	Signal Strength	-67.0 dBm
2	Signal-to-noise Ratio	20.0 dB
3	Data rate	20 Mbps
4	Number of Access Points	2 (at min. -75.0 dBm)
5	Channel Overlap	2 (at min. -85.0 dBm)
6	Round Trip Time (RTT)	200ms
7	Packet Loss	2.0 %

pada Gambar 4.1 yang merupakan visualisasi indikator kekuatan sinyal pada software Ekahau Site Survey. Sedangkan Gambar 4.2 yang merupakan visualisasi hasil Walk test pada lantai 2.

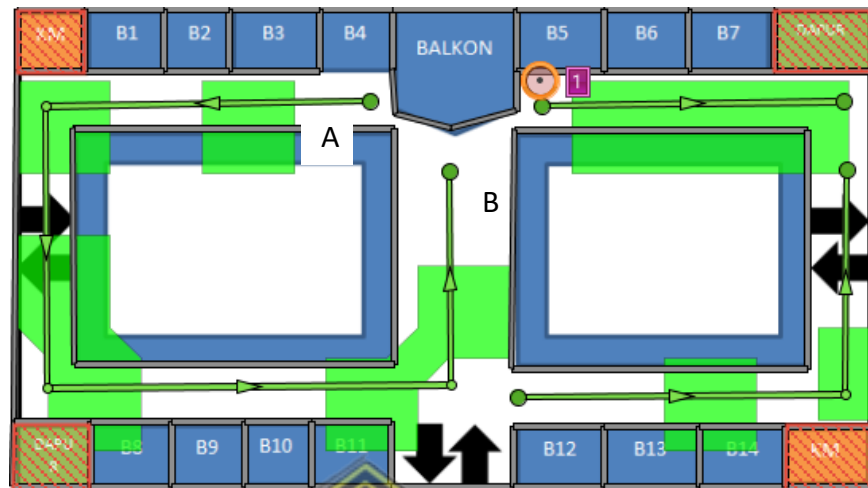
visualisasi hasil Walk test pada lantai 3, dan pada Gambar 4.5 yang merupakan visualisasi hasil Walk test pada lantai 4,



Gambar 4.1 Visualisasi Kekuatan Sinyal

Keterangan gambar sesuai nomor:

1. Kekuatan sinyal tidak memenuhi persyaratan, kekuatan sinyal di bawah -65 dBm dan visualisasi berwarna abu-abu.
2. Kekuatan sinyal tinggi.
3. Kekuatan sinyal rendah, kekuatan sinyal di bawah nilai batas -75dBm dan visualisasi tidak ditampilkan.
4. Indikator kekuatan sinyal.



Gambar 4.2 Hasil Visualisasi Walk test di lantai 2

4.1.2. Analisa Simulasi Walk test

Berdasarkan hasil Walk test yang telah dilakukan, terlihat pada tabel 4.1 bahwa rata-rata kekuatan sinyal yang diperoleh di lantai 2 adalah -67 dBm dengan nilai SNR sebesar 20.0 dB dengan data rate 20 Mbps dan terdapat 2 channel yang overlap dengan kekuatan sinyal sebesar -85 dBm serta packet loss sebesar 2 %. Hal ini menunjukkan performa jaringan yang cukup baik dimana Sinyal yang nilainya mendekati angka positif maka semakin kuat sinyal tersebut.

4.1.3. Perhitungan Free Space Loss, Margin, MAPL (*Maximum Allowable Path Loss*), dan Daya Yang Diterima

Perhitungan panjang jari-jari cakupan area WLAN dari AP maka dibutuhkan nilai dari MAPL (*Maximum Allowed Path Loss*). Untuk mencari atau mengetahui nilai dari MAPL maka yang harus terlebih dahulu kita cari adalah nilai dari EIRP (*Effective Isotropic Radiated Power*).

Pada teori nilai Power transmit adalah 20 dBm dan nilai Gain antenna pada transmitter (GTx) sebesar 2 dBi, Gain antenna pada Receiver (GRx) adalah 4 dBi, nilai Sensitivitas Receiver adalah -75, dengan frekuensi pembawa sebesar 2.4 Ghz sedangkan untuk Loss salurannya adalah 0 karena nirkabel. Sebelum menghitung nilai Margin terlebih dahulu diketahui nilai Rx dengan menggunakan persamaan pada (2.4):

$$Rx = 4 - 0 - (-75) = 79 \text{ dBm}$$

Sehingga nilai R_x adalah 79 dBm, kemudian menentukan nilai FSL dengan persamaan (2.9), lalu Margin dengan persamaan (2.5), EIRP pada persamaan (2.6), MAPL pada persamaan (2.7) dan menentukan nilai P_R pada persamaan (2.8).

A. Perhitungan Pada Software Ekahau Site Survey

1. Perhitungan di Lantai 1

Pada simulasi *coverage area* yang dilakukan di lantai 1 menggunakan 2 buah AP dengan 1 AP dengan jarak 4,1 m yaitu channel 1, channel 6 dengan jarak 2,8 m. maka nilai FSL-nya adalah:

$$\begin{aligned} \text{FSL (d = 4,1 m)} &= (-27,55) + 20\log(2.400) + 20\log(4,1) \\ &= 52,30 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{FSL (d = 2,8 m)} &= (-27,55) + 20\log(2.400) + 20\log(2,8) \\ &= 48,99 \text{ dB} \end{aligned}$$

Nilai Margin-nya adalah:

$$\text{Margin (d = 4,1 m)} = 20 + 79 - 52,30 = 46,70 \text{ dB}$$

$$\text{Margin (d = 2,8 m)} = 20 + 79 - 48,99 = 50,01 \text{ dB}$$

Nilai EIRP = 22,2 dBm

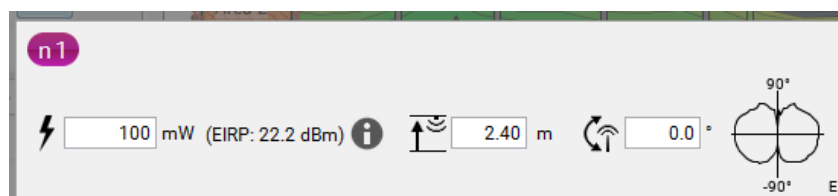
$$\text{MAPL (d = 4,1 m)} = 22,2 - 0 + 4 - 46,70 - (-75) = 54,50 \text{ dBm}$$

$$\text{MAPL (d = 2,8 m)} = 22,2 - 0 + 4 - 50,01 - (-75) = 51,19 \text{ dBm}$$

$$P_R \text{ (d = 4,1 m)} = 20 + 2 + 4 - 52,30 = -26,30 \text{ dB}$$

$$P_R \text{ (d = 2,8 m)} = 20 + 2 + 4 - 48,99 = -22,99 \text{ dB}$$

Pada Gambar 4.3. ini merupakan nilai EIRP yang didapat dari hasil simulasi pada software Ekahau site survey.



Gambar 4.3 Nilai EIRP di lantai 1 pada software Ekahau Site Survey

Pada Gambar 4.4. merupakan layout di lantai 1 yang menunjukkan nilai d (jarak) dari AP ke pengguna, yang didapat dari hasil simulasi pada software Ekahau site survey dengan jarak 4,1 m.



Gambar 4.4 Nilai d pada jarak 4,1 m

Pada Gambar 4.5. merupakan layout di lantai 1 yang menunjukkan nilai d (jarak) dari AP ke pengguna, yang didapat dari hasil simulasi pada software Ekahau Site Survey dengan jarak 2,8 m.



Gambar 4.5 Nilai d pada jarak 2,8 m

2. Perhitungan di Lantai 2

Pada simulasi *coverage area* yang dilakukan di lantai 2 menggunakan 3 buah AP dengan channel 1 memiliki jarak 5,3 m, channel 6 memiliki jarak 5,1 m, dan channel 11 memiliki jarak 5,4 m Sehingga nilai FSL-nya adalah:

$$\begin{aligned} \text{FSL (d = 5,3 m)} &= (-27,55) + 20\log(2.400) + 20\log(5,3) \\ &= 54,53 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{FSL (d = 5,1 m)} &= (-27,55) + 20\log(2.400) + 20\log(5,1) \\ &= 54,20 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\text{FSL (d = 5,4 m)} = (-27,55) + 20\log(2.400) + 20\log(5,4)$$

$$= 54,70 \text{ dB}$$

Nilai Margin-nya adalah:

$$\text{Margin (d = 5,3 m)} = 20 + 79 - 54,53 = 44,47 \text{ dB}$$

$$\text{Margin (d = 5,1 m)} = 20 + 79 - 54,20 = 44,80 \text{ dB}$$

$$\text{Margin (d = 5,4 m)} = 20 + 79 - 54,70 = 44,30 \text{ dB}$$

$$\text{Nilai EIRP} = 22,2 \text{ dBm}$$

$$\text{MAPL (d = 5,3 m)} = 22,2 - 0 + 4 - 44,47 - (-75) = 56,73 \text{ dBm}$$

$$\text{MAPL (d = 5,1 m)} = 22,2 - 0 + 4 - 44,80 - (-75) = 56,40 \text{ dBm}$$

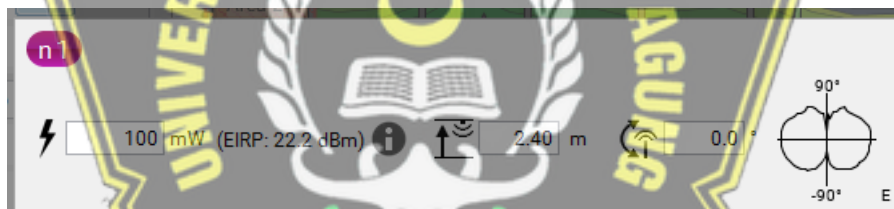
$$\text{MAPL (d = 5,4 m)} = 22,2 - 0 + 4 - 44,30 - (-75) = 56,90 \text{ dBm}$$

$$P_R \text{ (d = 5,3 m)} = 20 + 2 + 4 - 54,53 = -28,53 \text{ dB}$$

$$P_R \text{ (d = 5,1 m)} = 20 + 2 + 4 - 54,20 = -28,20 \text{ dB}$$

$$P_R \text{ (d = 5,4 m)} = 20 + 2 + 4 - 54,70 = -28,70 \text{ dB}$$

Pada Gambar 4.6. merupakan nilai EIRP yang didapat dari hasil simulasi pada software Ekahau Site Survey.



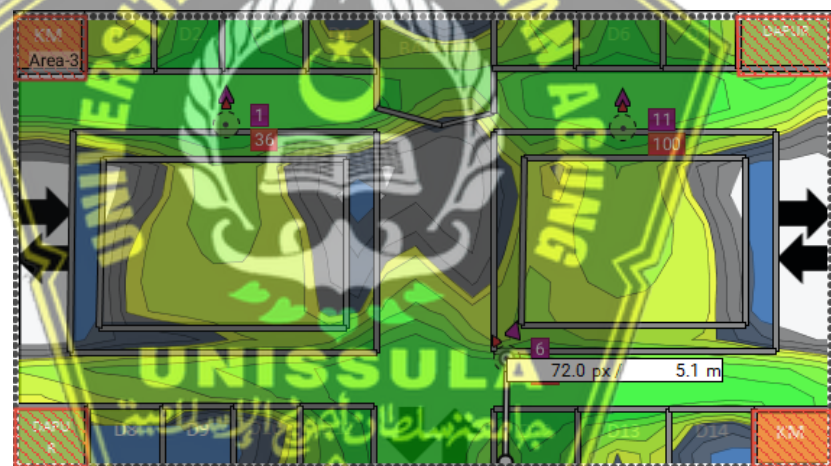
Gambar 4.6 Nilai EIRP di lantai 2 pada software Ekahau Site Survey

Pada Gambar 4.7. merupakan layout di lantai 2 yang menunjukkan nilai d (jarak) dari AP ke pengguna, yang didapat dari hasil simulasi pada software Ekahau Site Survey dengan jarak 5,3 m.



Gambar 4.7 Nilai d pada jarak 5,3 m

Pada Gambar 4.8. merupakan layout di lantai 2 yang menunjukkan nilai d (jarak) dari AP ke pengguna, yang didapat dari hasil simulasi pada software Ekahau Site Survey dengan jarak 5,1 m.



Gambar 4.8 Nilai d pada jarak 5,1 m

Pada Gambar 4.9. merupakan layout di lantai 2 yang menunjukkan nilai d (jarak) dari AP ke pengguna, yang didapat dari hasil simulasi pada software Ekahau Site Survey dengan jarak 5,4 m.



Gambar 4.9 Nilai d pada jarak 5,4 m

3. Perhitungan di Lantai 3

Pada simulasi *coverage area* yang dilakukan di lantai 3 menggunakan 2 buah AP yaitu channel 1 dengan jarak 5,3 m, channel 6 dengan jarak 4,9 m. Sehingga nilai FSL-nya adalah:

$$\begin{aligned} \text{FSL} (d = 5,3 \text{ m}) &= (-27,55) + 20\log(2.400) + 20\log(5,3) \\ &= 54,53 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{FSL} (d = 4,9 \text{ m}) &= (-27,55) + 20\log(2.400) + 20\log(4,9) \\ &= 53,85 \text{ dB} \end{aligned}$$

Nilai Margin-nya adalah:

$$\text{Margin} (d = 5,3 \text{ m}) = 20 + 79 - 54,53 = 44,47 \text{ dB}$$

$$\text{Margin} (d = 4,9 \text{ m}) = 20 + 79 - 53,85 = 45,15 \text{ dB}$$

Nilai EIRP = 22,2 dBm

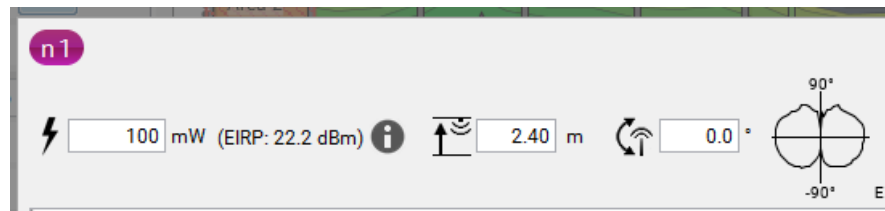
$$\text{MAPL} (d = 5,3 \text{ m}) = 22,2 - 0 + 4 - 44,47 - (-75) = 56,73 \text{ dBm}$$

$$\text{MAPL} (d = 4,9 \text{ m}) = 22,2 - 0 + 4 - 45,15 - (-75) = 56,05 \text{ dBm}$$

$$P_R (d = 5,3 \text{ m}) = 20 + 2 + 4 - 54,53 = -28,53 \text{ dB}$$

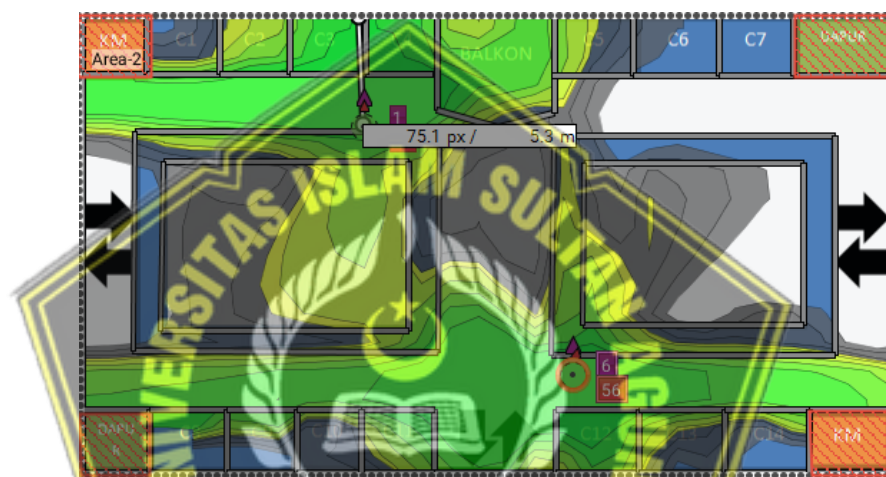
$$P_R (d = 4,9 \text{ m}) = 20 + 2 + 4 - 53,85 = -27,85 \text{ dB}$$

Pada Gambar 4.10 merupakan nilai EIRP yang didapat dari hasil simulasi pada software Ekahau Site Survey.



Gambar 4.10 Nilai EIRP di lantai 3 pada software Ekahau Site Survey

Pada Gambar 4.11. merupakan layout di lantai 3 yang menunjukkan nilai d (jarak) dari AP ke pengguna, yang didapat dari hasil simulasi pada software Ekahau Site Survey dengan jarak 5,3 m.



Gambar 4.11 Nilai d pada jarak 5,3 m

Pada Gambar 4.12. merupakan layout di lantai 3 yang menunjukkan nilai d (jarak) dari AP ke pengguna, yang didapat dari hasil simulasi pada software Ekahau Site Survey dengan jarak 4,9 m.



Gambar 4. 12 Nilai d pada jarak 4,9 m

4. Perhitungan di Lantai 4

Pada simulasi *coverage area* yang dilakukan di lantai 4 menggunakan 2 buah AP yaitu channel 1 dengan jarak (d) 4,8 m, channel 6 dengan jarak 3,8 m. Sehingga nilai FSL-nya adalah:

$$\begin{aligned} \text{FSL} (d = 4,8 \text{ m}) &= (-27,55) + 20\log(2.400) + 20\log (4,8) \\ &= 51,64 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{FSL} (d = 3,8 \text{ m}) &= (-27,55) + 20\log(2.400) + 20\log (3,8) \\ &= 53,67 \text{ dB} \end{aligned}$$

Nilai Margin-nya adalah:

$$\text{Margin} (d = 4,8 \text{ m}) = 20 + 79 - 51,64 = 47,36 \text{ dB}$$

$$\text{Margin} (d = 3,8 \text{ m}) = 20 + 79 - 53,67 = 45,33 \text{ dB}$$

Nilai EIRP = 22,2 dBm

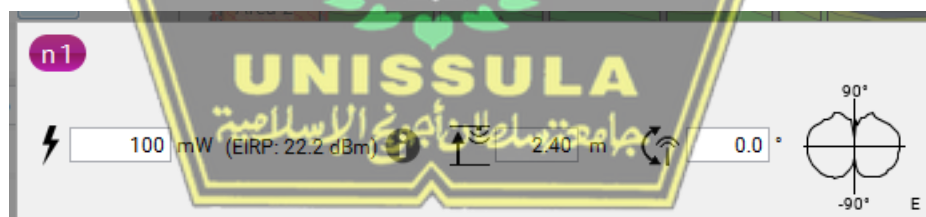
$$\text{MAPL} (d = 4,8 \text{ m}) = 22,2 - 0 + 4 - 47,36 - (-75) = 53,84 \text{ dBm}$$

$$\text{MAPL} (d = 3,8 \text{ m}) = 22,2 - 0 + 4 - 45,33 - (-75) = 55,87 \text{ dBm}$$

$$P_R (d = 4,8 \text{ m}) = 20 + 2 + 4 - 51,64 = -25,64 \text{ dB}$$

$$P_R (d = 3,8 \text{ m}) = 20 + 2 + 4 - 53,67 = -27,67 \text{ dB}$$

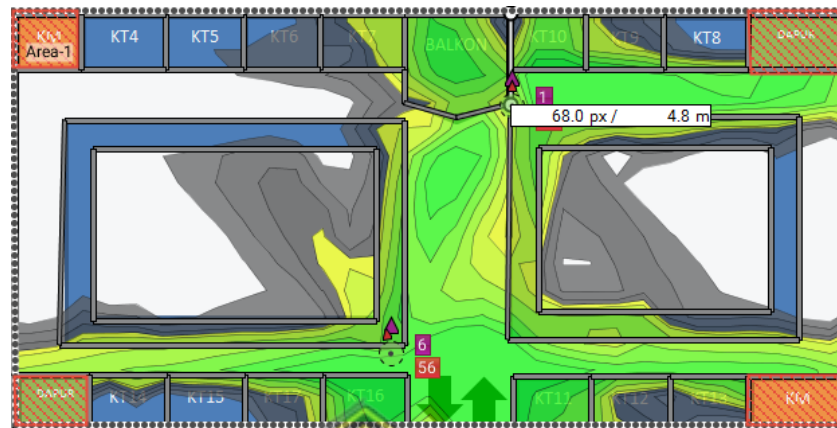
Pada Gambar 4.13. merupakan nilai EIRP yang didapat dari hasil simulasi pada software Ekahau Site Survey.



Gambar 4.13 Nilai EIRP di lantai 4 pada software Ekahau Site Survey

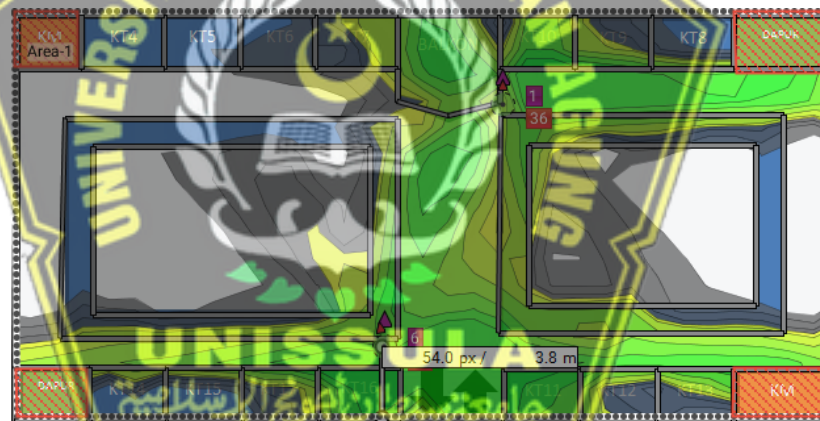
Pada Gambar 4.14. merupakan layout di lantai 4 yang menunjukkan nilai d (jarak) dari AP ke pengguna, yang didapat dari

hasil simulasi pada Software Ekahau Site Survey dengan jarak 4,8 m.



Gambar 4.14 Nilai d pada jarak 4,8 m

Pada Gambar 4.15. merupakan layout di lantai 4 yang menunjukkan nilai d (jarak) dari AP ke pengguna, yang didapat dari hasil simulasi pada software Ekahau Site Survey dengan jarak 3,8 m.



Gambar 4.15 Nilai d pada jarak 3,8 m

B. Perhitungan Manual

1. Perhitungan di Lantai 1

Pada simulasi *coverage area* yang dilakukan di lantai 1 menggunakan 2 buah AP dengan 1 AP dengan jarak 4 m yaitu channel 1, channel 6 dengan jarak 3 m Sehingga nilai FSL-nya adalah:

$$\text{FSL} (d = 4 \text{ m}) = (-27,55) + 20\log(2.400) + 20\log(4) = 52,09 \text{ dB}$$

$$\text{FSL} (d = 3 \text{ m}) = (-27,55) + 20\log(2.400) + 20\log(3) = 49,59\text{dB}$$

Nilai Margin-nya adalah:

$$\text{Margin (d = 4 m)} = 20 + 79 - 52,09 = 46,91 \text{ dB}$$

$$\text{Margin (d = 3 m)} = 20 + 79 - 49,59 = 49,41 \text{ dB}$$

$$\text{EIRP : } 20 + 2 - 0 = 22 \text{ dBm}$$

$$\text{MAPL (d = 4 m)} = 22 - 0 + 4 - 46,91 - (-75) = 54,29 \text{ dBm}$$

$$\text{MAPL (d = 3 m)} = 22 - 0 + 4 - 49,41 - (-75) = 51,79 \text{ dBm}$$

$$P_R \text{ (d = 4 m)} = 20 + 2 + 4 - 52,09 = - 26,09 \text{ dB}$$

$$P_R \text{ (d = 3 m)} = 20 + 2 + 4 - 49,59 = - 23,59 \text{ dB}$$

2. Perhitungan di Lantai 2

Pada pengujian yang dilakukan di lantai 2 menggunakan 3 buah AP yaitu channel 1, channel 6, dan channel 11. dengan masing-masing AP memiliki jarak 5 m. Sehingga nilai FSL-nya adalah:

$$\text{FSL (d = 5 m)} = (-27,55) + 20\log(2.400) + 20\log(5) = 54,03 \text{ dB}$$

Nilai Margin-nya adalah:

$$\text{Margin (d = 5 m)} = 20 + 79 - 54,03 = 44,97 \text{ dB}$$

$$\text{EIRP : } 20 + 2 - 0 = 22 \text{ dBm}$$

$$\text{MAPL (d = 5 m)} = 22 - 0 + 4 - 44,97 - (-75) = 56,23 \text{ dBm}$$

$$P_R \text{ (d = 5 m)} = 20 + 2 + 4 - 54,03 = - 28,03 \text{ dB}$$

3. Perhitungan di Lantai 3

Pada pengujian yang dilakukan di lantai 3 menggunakan 2 buah AP dengan jarak 5 m (channel 1 dan channel 6). Sehingga nilai FSL-nya adalah:

$$\text{FSL (d = 5 m)} = (-27,55) + 20\log(2.400) + 20\log(5) = 54,03 \text{ dB}$$

Nilai Margin-nya adalah:

$$\text{Margin (d = 5 m)} = 20 + 79 - 54,03 = 44,97 \text{ dB}$$

$$\text{EIRP : } 20 + 2 - 0 = 22 \text{ dBm}$$

$$\text{MAPL (d = 5 m)} = 22 - 0 + 4 - 44,97 - (-75) = 56,23 \text{ dBm}$$

$$P_R \text{ (d = 5 m)} = 20 + 2 + 4 - 54,03 = - 28,03 \text{ dB}$$

4. Perhitungan di Lantai 4

Pada pengujian yang dilakukan di lantai 4 menggunakan 2 buah AP dengan jarak 5 m yaitu channel 1 dan channel 6 dengan jarak 4 m. Sehingga nilai FSL-nya adalah:

$$\text{FSL (d = 5 m)} = (-27,55) + 20\log(2.400) + 20\log(5) = 54,03 \text{ dB}$$

$$\text{FSL (d = 4 m)} = (-27,55) + 20\log(2.400) + 20\log(4) = 52,09 \text{ dB}$$

Nilai Margin-nya adalah:

$$\text{Margin (d = 5 m)} = 20 + 79 - 54,03 = 44,97 \text{ dB}$$

$$\text{Margin (d = 4 m)} = 20 + 79 - 52,09 = 46,91 \text{ dB}$$

$$\text{EIRP : } 20 + 2 - 0 = 22 \text{ dBm}$$

$$\text{MAPL (d = 5 m)} = 22 - 0 + 4 - 44,97 - (-75) = 54,03 \text{ dBm}$$

$$\text{MAPL (d = 4 m)} = 22 - 0 + 4 - 46,91 - (-75) = 54,29 \text{ dBm}$$

$$P_R \text{ (d = 5 m)} = 20 + 2 + 4 - 54,03 = -28,03 \text{ dB}$$

$$P_R \text{ (d = 4 m)} = 20 + 2 + 4 - 52,09 = -26,09 \text{ dB}$$

4.1.4. Analisa Perhitungan Free Space Loss, Margin, MAPL (*Maximum Allowable Path Loss*), dan Daya Yang Diterima

Berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi coverage area yang dilakukan pada software Ekahau Site Survey, maka dapat diambil analisa sebagai berikut:

1. Lantai 1

Dengan jumlah pemancar yang diestimasikan sebanyak 2 buah titik pemancar pada lantai 1 dengan jarak penempatan yang berbeda-beda. Sudah dapat untuk mengcover seluruh area pada lantai 1 Margin yang diperoleh sekitar 47,50 dB. Dengan power transmitt pada setiap channel sebesar 20 dBm dan rata-rata daya yang diterima (P_R) sebesar 24,25 dBm.

Dengan jumlah pemancar yang diestimasikan sebanyak 2 buah titik pemancar pada lantai 1 dengan jarak penempatan yang berbeda-beda. Hasil perancangan pada gambar 4.4. memperlihatkan bahwa cakupan sinyalnya mengcover ke seluruh ruangan dan menghasilkan optimasi berupa topology yang berupa denah / layout jaringan yang dapat mencangkup area lantai 1 dan ruangan yang telah ditentukan sebelumnya.

2. Lantai 2

Dengan jumlah pemancar yang diestimasikan sebanyak 3 buah titik pemancar dengan jarak yang hampir sama yaitu 5 m. Pada hasil simulasi pada gambar 4.7. terlihat bahwa sinyal hanya mencangkup bagian tengah

gedung sedangkan terdapat blank spot pada area kamar yang menjadi fokus utama dalam perancangan coverage area ini. Hal ini bisa disebabkan karena jarak AP yang terlalu jauh serta besarnya redaman yang dilewati. Seperti pada teori pada lantai 2 ini menggunakan type dinding concrete yang memiliki redaman sebesar 12 dB, dan nilai rata-rata FSL adalah 54,30 dB. sehingga rata-rata (P_R) sebesar -28,03 dBm.

3. Lantai 3

Pada lantai 3 menggunakan 2 buah pemancar dengan jarak yang sekitar 5 m. Terlihat pada tabel bahwa nilai (P_R) cukup bagus dengan rata-rata sekitar -28 dBm. pada gambar 4.11 bahwa bagian kamar sebelah timur tidak terjangkau oleh sinyal Wi-Fi atau bisa dikatakan area *blankspot* dikarenakan di area tersebut tidak terpasang AP. Sedangkan jarak dari access point yang lain cukup jauh dan terhalang oleh redaman pada dinding.

4. Lantai 4

Pada Pengujian di lantai 4 jumlah AP yang diestimasikan sebanyak 2 titik AP dengan jarak dari AP ke pengguna sekitar 4-5 m dengan nilai MAPL rata-rata sebesar 54 dBm hal ini menunjukkan koneksi Antara user dengan access point dapat berjalan dengan baik. Nilai link budget yang dihasilkan pada pengujian di lantai 4 ini cukup bagus yaitu sebesar -26 sampai -28 dBm.

4.1.5. Perhitungan Area Cakupan WLAN

A. Perhitungan Pada Software Ekahau Site Survey

1. Perhitungan di lantai 1

- a) Diketahui: $d = 4,1$ m, MAPL = 54,50 dBm, FSL = 52,30 dB, yang melewati 2 dinding type concrete yang memiliki nilai redaman sebesar 12 dB. dengan menggunakan persamaan pada rumus cost 231 multiwall, (2.1) maka:

$$54,50 = 52,30 + 20 \log d + (2 \times 12)$$

$$54,50 = 76,30 + 20 \log d$$

$$54,50 - 76,30 = 20 \log d$$

$$-21,8 = 20 \log d$$

$$\frac{-21,8}{20} = d$$

$$d = 8,128 \text{ m}$$

Untuk luas area cell-nya adalah:

$$\begin{aligned} L &= 2,6 \times d^2 \\ &= 2,6 \times 8,128^2 \\ &= 171,76 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- b) Diketahui: $d = 2,8 \text{ m}$, $\text{MAPL} = 51,19 \text{ dBm}$, $\text{FSL} = 48,99 \text{ dB}$, yang melewati 1 dinding type concrete yang memiliki nilai redaman sebesar 12 dB . dengan menggunakan persamaan pada rumus cost 231 multiwall, (2.1) maka:

$$51,19 = 48,99 + 20 \log d + (1 \times 12)$$

$$51,19 = 54,99 + 20 \log d$$

$$51,19 - 54,99 = 20 \log d$$

$$-3,8 = 20 \log d$$

$$\frac{-3,8}{20} = d$$

$$d = 3,235 \text{ m}$$

Untuk luas area cell-nya adalah:

$$\begin{aligned} L &= 2,6 \times d^2 \\ &= 2,6 \times 3,235^2 \\ &= 27,209 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

2. Perhitungan di lantai 2

- a) Diketahui: $d = 5,4 \text{ m}$, $\text{MAPL} = 56,90 \text{ dBm}$, $\text{FSL} = 54,70 \text{ dB}$, yang melewati 2 dinding type concrete yang memiliki nilai redaman sebesar 12 dB . dengan menggunakan persamaan pada rumus cost 231 multiwall, (2.1) maka:

$$56,90 = 54,70 + 20 \log d + (2 \times 12)$$

$$56,90 = 78,70 + 20 \log d$$

$$56,90 - 78,70 = 20 \log d$$

$$-21,8 = 20 \log d$$

$$\frac{-21,8}{20} = d$$

$$d = 8,128 \text{ m}$$

Untuk luas area cell-nya adalah:

$$L = 2,6 \times d^2$$

$$= 2,6 \times 8,128^2$$

$$= 171,76 \text{ m}^2$$

- b) Diketahui: $d = 5,1 \text{ m}$, $\text{MAPL} = 56,40 \text{ dBm}$, $\text{FSL} = 54,20 \text{ dB}$, yang melewati 2 dinding type concrete yang memiliki nilai redaman sebesar 12 dB. dengan menggunakan persamaan pada rumus cost 231 multiwall, (2.1) maka:

$$56,40 = 54,20 + 20 \log d + (2 \times 12)$$

$$56,40 = 78,20 + 20 \log d$$

$$56,40 - 78,20 = 20 \log d$$

$$-21,8 = 20 \log d$$

$$\frac{-21,8}{20} = d$$

$$d = 8,128 \text{ m}$$

Untuk luas area cell-nya adalah:

$$L = 2,6 \times d^2$$

$$= 2,6 \times 8,128^2$$

$$= 171,76 \text{ m}^2$$

- c) Diketahui: $d = 5,3 \text{ m}$, $\text{MAPL} = 56,73 \text{ dBm}$, $\text{FSL} = 54,53 \text{ dB}$, yang melewati 1 dinding type concrete yang memiliki nilai redaman sebesar 12 dB. dengan menggunakan persamaan pada rumus cost 231 multiwall, (2.1) maka:

$$56,73 = 54,53 + 20 \log d + (1 \times 12)$$

$$56,73 = 66,53 + 20 \log d$$

$$\begin{aligned}
 56,73 - 66,53 &= 20 \log d \\
 -9,8 &= 20 \log d \\
 \frac{-9,8}{20} &= d \\
 d &= 3,235 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Untuk luas area cell-nya adalah:

$$\begin{aligned}
 L &= 2,6 \times d^2 \\
 &= 2,6 \times 3,235^2 \\
 &= 27,209 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

3. Perhitungan di lantai 3

- a) Diketahui: $d = 5,3 \text{ m}$, $\text{MAPL} = 56.73 \text{ dBm}$, $\text{FSL} = 54,53 \text{ dB}$, yang melewati 1 dinding type concrete yang memiliki nilai redaman sebesar 12 dB . dengan menggunakan persamaan pada rumus cost 231 multiwall, (2.1) maka:

$$56,73 = 54,53 + 20 \log d + (1 \times 12)$$

$$56,73 = 66,53 + 20 \log d$$

$$56,73 - 66,53 = 20 \log d$$

$$-9,8 = 20 \log d$$

$$\frac{-9,8}{20} = d$$

$$d = 3,235 \text{ m}$$

Untuk luas area cell-nya adalah:

$$\begin{aligned}
 L &= 2,6 \times d^2 \\
 &= 2,6 \times 3,235^2 \\
 &= 27,209 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

- b) Diketahui: $d = 4,9 \text{ m}$, $\text{MAPL} = 56,05 \text{ dBm}$, $\text{FSL} = 53,85 \text{ dB}$, yang melewati 2 dinding type concrete yang memiliki nilai redaman sebesar 12 dB . dengan menggunakan persamaan pada rumus cost 231 multiwall, (2.1) maka:

$$56,05 = 53,85 + 20 \log d + (2 \times 12)$$

$$56,05 = 77,85 + 20 \log d$$

$$56,05 - 77,85 = 20 \log d$$

$$-21,8 = 20 \log d$$

$$\frac{-21,8}{20} = d$$

$$d = 8,128 \text{ m}$$

Untuk luas area cell-nya adalah:

$$L = 2,6 \times d^2$$

$$= 2,6 \times 8,128^2$$

$$= 171,76 \text{ m}^2$$

4. Perhitungan di lantai 4

- a) Diketahui: $d = 3,8 \text{ m}$, MAPL = 53,84 dBm, FSL = 51,64 dB, yang melewati 2 dinding type concrete yang memiliki nilai redaman sebesar 12 dB. dengan menggunakan persamaan pada rumus cost 231 multiwall, (2.1) maka:

$$53,84 = 51,64 + 20 \log d + (2 \times 12)$$

$$53,84 = 75,64 + 20 \log d$$

$$53,84 - 75,64 = 20 \log d$$

$$-21,8 = 20 \log d$$

$$\frac{-21,8}{20} = d$$

$$d = 8,128 \text{ m}$$

Untuk luas area cell-nya adalah:

$$L = 2,6 \times d^2$$

$$= 2,6 \times 8,128^2$$

$$= 171,76 \text{ m}^2$$

- b) Diketahui: $d = 4,8 \text{ m}$, MAPL = 55,87 dBm, FSL = 53,67 dB, yang melewati 1 dinding type concrete yang memiliki nilai redaman sebesar 12 dB. dengan menggunakan persamaan pada rumus cost 231 multiwall, (2.1) maka:

$$55,87 = 53,67 + 20 \log d + (1 \times 12)$$

$$55,87 = 65,67 + 20 \log d$$

$$55,87 - 65,67 = 20 \log d$$

$$-9,8 = 20 \log d$$

$$\frac{-9,8}{20} = d$$

$$d = 3,235 \text{ m}$$

Untuk luas area cell-nya adalah:

$$L = 2,6 \times d^2$$

$$= 2,6 \times 3,235^2$$

$$= 27,209 \text{ m}^2$$

B. Perhitungan Manual

1. Perhitungan di lantai 1

- a) Diketahui: $d = 4 \text{ m}$, $\text{MAPL} = 54,29 \text{ dBm}$, $\text{FSL} = 52,29 \text{ dB}$, yang melewati 1 dinding type concrete yang memiliki nilai redaman sebesar 12 dB . dengan menggunakan persamaan pada rumus cost 231 multiwall,(2.1) maka:

$$54,29 = 52,29 + 20 \log d + (1 \times 12)$$

$$54,29 = 64,29 + 20 \log d$$

$$54,29 - 64,29 = 20 \log d$$

$$-10 = 20 \log d$$

$$\frac{-10}{20} = d$$

$$d = 3,162 \text{ m}$$

Untuk luas area cell-nya adalah:

$$L = 2,6 \times d^2$$

$$= 2,6 \times 3,162^2$$

$$= 25,99 \text{ m}^2$$

- b) Diketahui: $d = 3 \text{ m}$, $\text{MAPL} = 51,79 \text{ dBm}$, $\text{FSL} = 49,59 \text{ dB}$, yang melewati 1 dinding type concrete yang memiliki nilai redaman sebesar 12 dB . dengan

menggunakan persamaan pada rumus cost 231 multiwall, (2.1) maka:

$$51,79 = 49,59 + 20 \log d + (1 \times 12)$$

$$51,79 = 61,59 + 20 \log d$$

$$51,79 - 61,59 = 20 \log d$$

$$-9,8 = 20 \log d$$

$$\frac{-9,8}{20} = d$$

$$d = 3,235 \text{ m}$$

Untuk luas area cell-nya adalah:

$$L = 2,6 \times d^2$$

$$= 2,6 \times 3,235^2$$

$$= 27,209 \text{ m}^2$$

2. Perhitungan di lantai 2

a) Diketahui: $d = 5 \text{ m}$, $\text{MAPL} = 56,23 \text{ dBm}$, $\text{FSL} = 54,03 \text{ dB}$, yang melewati 2 dinding type concrete yang memiliki nilai redaman sebesar 12 dB. dengan menggunakan persamaan pada rumus cost 231 multiwall, (2.1) maka:

$$56,23 = 54,03 + 20 \log d + (2 \times 12)$$

$$56,23 = 78,03 + 20 \log d$$

$$56,23 - 78,03 = 20 \log d$$

$$-21,8 = 20 \log d$$

$$\frac{-21,8}{20} = d$$

$$d = 8,128 \text{ m}$$

Untuk luas area cell-nya adalah:

$$L = 2,6 \times d^2$$

$$= 2,6 \times 8,128^2$$

$$= 171,76 \text{ m}^2$$

3. Perhitungan di lantai 3

- a) Diketahui: $d = 5 \text{ m}$, $\text{MAPL} = 56,23 \text{ dBm}$, $\text{FSL} = 54,03 \text{ dB}$, yang melewati 2 dinding type concrete yang memiliki nilai redaman sebesar 12 dB . dengan menggunakan persamaan pada rumus cost 231 multiwall, (2.1) maka:

$$56,23 = 54,03 + 20 \log d + (2 \times 12)$$

$$56,23 = 78,03 + 20 \log d$$

$$56,23 - 78,03 = 20 \log d$$

$$-21,8 = 20 \log d$$

$$\frac{-21,8}{20} = d$$

$$d = 8,128 \text{ m}$$

Untuk luas area cell-nya adalah:

$$L = 2,6 \times d^2$$

$$= 2,6 \times 8,128^2$$

$$= 171,76 \text{ m}^2$$

4. Perhitungan di lantai 4

- a) Diketahui: $d = 4 \text{ m}$, $\text{MAPL} = 54,29 \text{ dBm}$, $\text{FSL} = 52,29 \text{ dB}$, yang melewati 1 dinding type concrete yang memiliki nilai redaman sebesar 12 dB . dengan menggunakan persamaan pada rumus cost 231 multiwall, (2.1) maka:

$$54,29 = 52,29 + 20 \log d + (1 \times 12)$$

$$54,29 = 64,29 + 20 \log d$$

$$54,29 - 64,29 = 20 \log d$$

$$-10 = 20 \log d$$

$$\frac{-10}{20} = d$$

$$d = 3,162 \text{ m}$$

Untuk luas area cell-nya adalah:

$$L = 2,6 \times d^2$$

$$= 2,6 \times 3,162^2$$

$$= 25,99 \text{ m}^2$$

- b) Diketahui: $d = 5 \text{ m}$, $\text{MAPL} = 56,23 \text{ dBm}$, $\text{FSL} = 54,03 \text{ dB}$, yang melewati 1 dinding type concrete yang memiliki nilai redaman sebesar 12 dB . dengan menggunakan persamaan pada rumus cost 231 multiwall, (2.1) maka:

$$56,23 = 54,03 + 20 \log d + (1 \times 12)$$

$$56,23 = 66,03 + 20 \log d$$

$$56,23 - 66,03 = 20 \log d$$

$$-9,8 = 20 \log d$$

$$\frac{-9,8}{20} = d$$

$$d = 3,325 \text{ m}$$

Untuk luas area cell-nya adalah:

$$L = 2,6 \times d^2$$

$$= 2,6 \times 3,325^2$$

$$= 27,209 \text{ m}^2$$

4.1.6. Analisa Cakupan WLAN

Pada hasil perhitungan yang telah dilakukan secara manual maupun perhitungan yang diperoleh dari simulasi pada software Ekahau Site Survey terlihat hasilnya tidak terlalu berbeda jauh, hal ini bisa dilihat misalnya pada pengujian di lantai 4, dimana pada perhitungan secara manual nilai P_{RX} pada jarak 4 m sebesar $-26,09 \text{ dB}$ sedangkan nilai P_{RX} pada simulasi menggunakan software didapatkan $-26,30$ dan cakupan area per acces point rata-rata disetiap lantai adalah sebesar $171,76 \text{ m}^2$. Hasil perhitungan cakupan WLAN ini bergantung karena berbagai faktor diantaranya adalah nilai MAPL, FSL maupun jarak dari AP ke pengguna.

Berdasarkan perhitungan diatas luas *coverage area* tertinggi adalah $171,76 \text{ m}^2$. Pada penelitian ini perencanaan coverage area pada setiap lantai adalah 500 m^2 , sehingga jumlah AP disetiap lantai berdasarkan hasil cakupan tertinggi dengan menggunakan persamaan (2.11) adalah:

$$N_{AP} = \frac{500,00}{171,76} = 2,91 = 3$$

4.1.7. Analisa Perhitungan Kapasitas Pengguna

Berdasarkan perhitungan kapasitas pengguna dibutuhkan bandwidth sebesar 90 Mbps agar dapat mencakup seluruh area digedung asrama mahasiswa dengan bandwidth untuk setiap pengguna sebesar 1,33 Mbps. Pada perhitungan jumlah AP dibutuhkan 3 buah AP disetiap lantai dengan estimasi 80% pengguna aktif, sedangkan perhitungan jumlah AP berdasarkan luas cakupan area WLAN dibutuhkan 3 buah AP disetiap lantai hal ini juga bergantung pada jenis router yang digunakan, penempatan AP dan juga ketinggian antenna.

4.1.8. Perhitungan Nilai Received Signal Level (RSL)

Sebelum menghitung nilai RSL perlu diketahui terlebih dahulu nilai IRL dengan menggunakan persamaan (2.12) berikut ini:

A. Perhitungan Manual

Pada lantai 1

$$IRL (d = 4) = 22 - 52,09 = - 30,09 \text{ dBm}$$

$$IRL (d = 3) = 22 - 49,59 = - 27,59 \text{ dBm}$$

Pada lantai 2

$$IRL (d = 5) = 22 - 54,03 = - 32,03 \text{ dBm}$$

Pada lantai 3

$$IRL (d = 5) = 22 - 54,03 = - 32,03 \text{ dBm}$$

Pada lantai 4

$$IRL (d = 4) = 22 - 52,09 = - 30,09 \text{ dBm}$$

$$IRL (d = 5) = 22 - 54,03 = - 32,03 \text{ dBm}$$

Sehingga dengan menggunakan persamaan pada (2.13), diperoleh:

Pada lantai 1

$$RSL (d = 4) = - 30,09 + 4 - 0 = - 26,09 \text{ dBm}$$

$$RSL (d = 3) = - 27,59 + 4 - 0 = - 23,59 \text{ dBm}$$

Pada lantai 2

$$\text{RSL (d = 5)} = - 32,03 + 4 - 0 = - 28,03 \text{ dBm}$$

Pada lantai 3

$$\text{RSL (d = 5)} = - 32,03 + 4 - 0 = - 28,03 \text{ dBm}$$

Pada lantai 4

$$\text{RSL (d = 4)} = - 30,09 + 4 - 0 = - 26,09 \text{ dBm}$$

$$\text{RSL (d = 5)} = - 32,03 + 4 - 0 = - 28,03 \text{ dBm}$$

B. Hasil pada Simulasi

Berdasarkan hasil pengujian RSL yang dilakukan pada setiap lantai dengan menggunakan software Ekahau Site Survey didapatkan sebuah data sebagai berikut:

Tabel 4.2 Hasil Pengujian RSL Pada Software ESS

Hasil Pengujian RSL Pada Software ESS		
Lantai	d (jarak)	RSL (dBm)
1	2,8 m	- 40 sampai - 35 dBm
	4,1 m	- 55 sampai - 50 dBm
2	5,1 m	- 45 sampai - 40 dBm
	5,3 m	- 50 sampai - 45 dBm
	5,4 m	- 55 sampai - 50 dBm
3	4,9 m	- 50 sampai - 45 dBm
	5,3 m	- 60 sampai - 55 dBm
4	4,8 m	- 45 sampai - 40 dBm
	3,8 m	- 40 sampai - 35 dBm

4.1.9. Analisa Perhitungan RSL

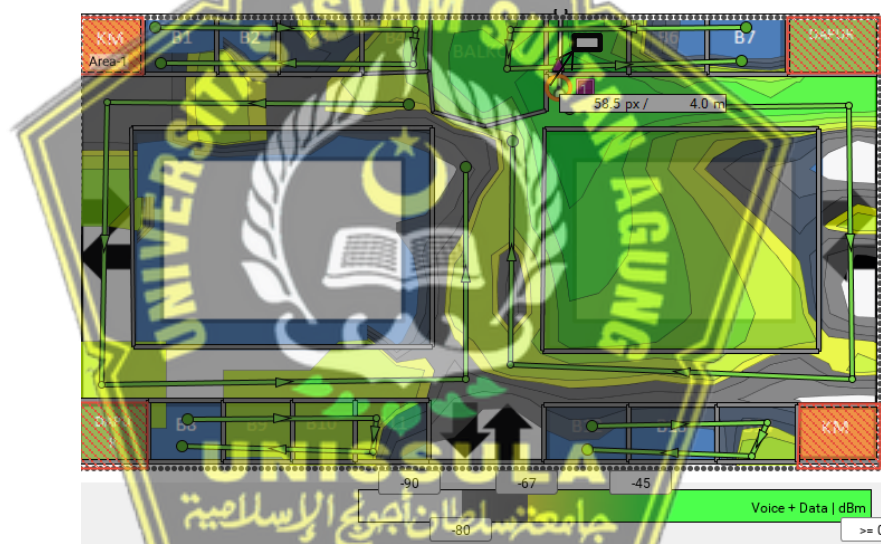
Dari tabel dan perbandingan antara pengukuran menggunakan software Ekahau Site Survey dengan perhitungan menggunakan persamaan rumus terdapat perbedaan. Pada simulasi jarak terdekat yaitu 4 meter hasil pengukuran menunjukkan bahwa kuat sinyal / RSL adalah sebesar - 50 sampai - 45 dBm sedangkan jika menggunakan rumus perhitungan didapatkan RSL sebesar - 26 sampai - 28 dBm. Selisih antara keduanya adalah sekitar 2-5 dBm. Pada jarak tersebut kondisi jalur perambatan melewati 1 buah redaman dinding. Sedangkan pada jarak terjauh yaitu 5,3 meter hasil pengukuran menggunakan Ekahau Site Survey menunjukkan hasil

sebesar - 60 sampai - 55 dBm sedangkan dari hasil perhitungan rumus sebesar - 28,3 dBm . Pada jarak ini nilai RSL mengalami penurunan sangat signifikan karena berbagai faktor selain jarak juga faktor medium perambatan sinyal yang terhalang oleh redaman dinding yang bersekat-sekat.

4.1.10. Hasil Pengujian Di Lapangan

A. Layout Hasil Pengujian di lapangan

Pada Gambar 4.16. merupakan layout dan visualisasi dari hasil cakupan area di lantai 2 yang menunjukkan hasil pengujian pada jenis router yang telah terpasang di gedung pesanmasa, dengan spesifikasi yang hampir sama dengan yang disimulasikan pada software Ekahau Site Survey didapatkan jarak router dengan pengguna adalah 4 m.



Gambar 4.16 jarak router dari pengguna ($d = 4$ m)

B. Perhitungan

1. Cakupan Area

Diketahui: $R_X = 79$ dBm

$$d = 4 \text{ m}$$

Sehingga dengan menggunakan persamaan (2.9), (2.5), (2.6), dan (2.7) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{FSL} &= (-27,55) + 20\log f + 20\log d \\ &= (-27,55 + 20\log (2.400) + 20\log (4) = 52,09 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\text{Margin} = 20 + 79 - 52,09 = 46,91 \text{ dB}$$

$$\text{EIRP} = 20 + 2 - 0 = 22 \text{ dBm}$$

$$\text{MAPL} = 22 - 0 + 4 - 46,91 - (-75) = 52,09 \text{ dBm}$$

$$P_R (d = 4 \text{ m}) = 20 + 2 + 4 - 52,09 = -26,09 \text{ dB}$$

Untuk mengetahui luas cakupan area digunakan rumus (2.1) sebagai berikut:

$$52,09 = 52,09 + 20 \log d + (2 \times 12)$$

$$52,09 = 76,09 + 20 \log d$$

$$52,09 - 76,09 = 20 \log d$$

$$\frac{-24}{20} = d$$

$$d = 6,30 \text{ m}$$

Sedangkan untuk luas area cell-nya adalah

$$L = 2,6 \times d^2$$

$$= 2,6 \times 6,30^2$$

$$= 103,19 \text{ m}^2$$

2. Kekuatan Sinyal

Untuk mengetahui nilai IRL dan RSL-nya maka digunakan rumus (2.12), dan (2.13) berikut ini:

$$\text{IRL} (d = 16\text{m}) = 22 - 64,13 = -42,13 \text{ dBm}$$

$$\text{IRL} (d = 18\text{m}) = 22 - 65,15 = -43,15 \text{ dBm}$$

$$\text{IRL} (d = 20\text{m}) = 22 - 66,17 = -44,07 \text{ dBm}$$

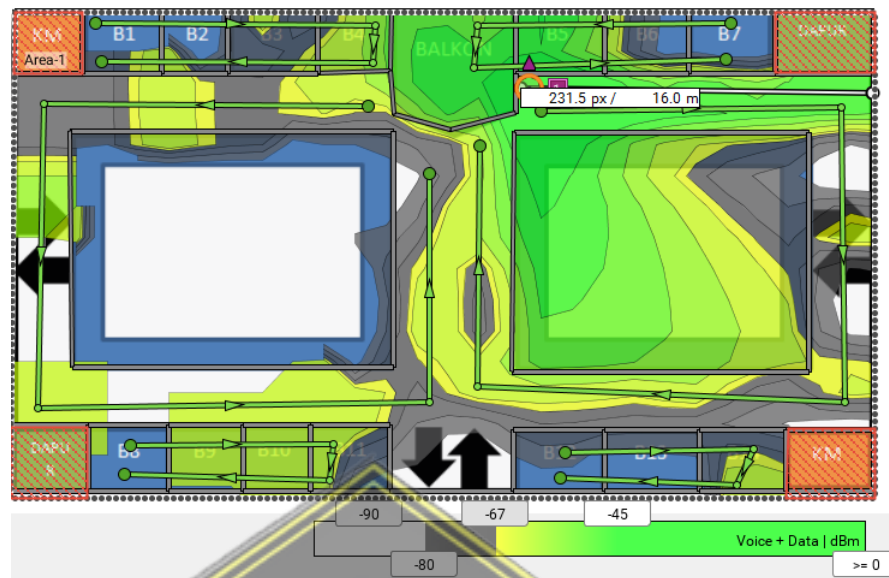
$$\text{RSL} (d = 16\text{m}) = -42,13 + 4 - 0 = -38,13 \text{ dBm}$$

$$\text{RSL} (d = 16\text{m}) = -42,13 + 4 - 0 = -39,15 \text{ dBm}$$

$$\text{RSL} (d = 16\text{m}) = -42,13 + 4 - 0 = -40,07 \text{ dBm}$$

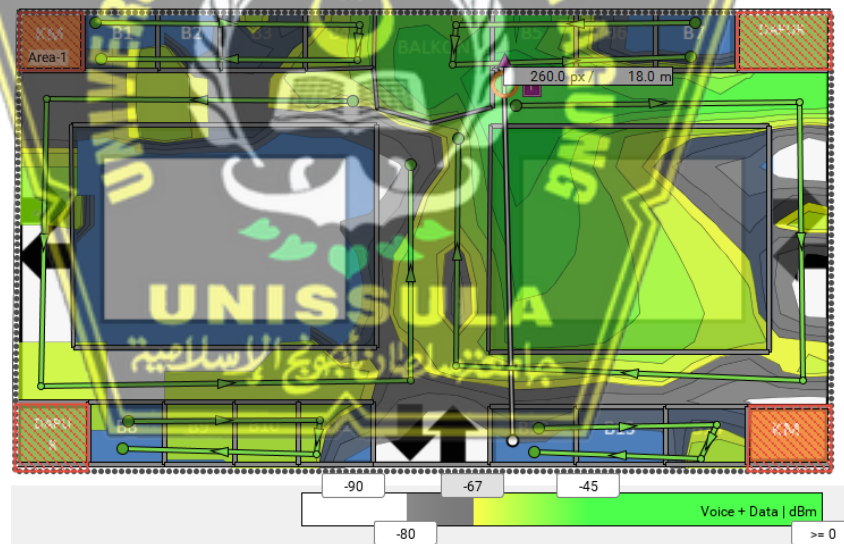
C. Hasil Simulasi Pada Software Ekahau Site Survey dan Software Gnet-Wifi

Pada Gambar 4.17. merupakan layout di lantai 2 yang menunjukkan hasil pengujian jangkauan sinyal Wi-Fi pada jarak 16 m.



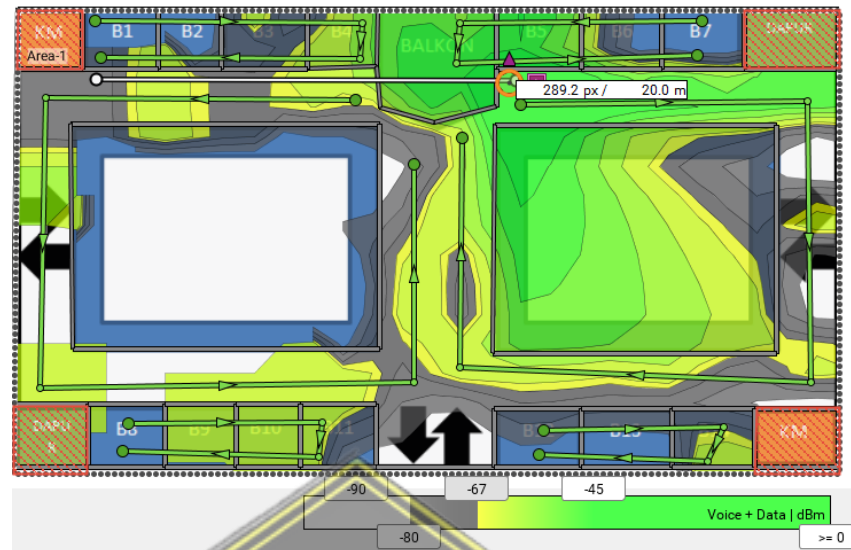
Gambar 4.17 jangkauan cakupan sinyal pada jarak 16 m

Pada Gambar 4.18, merupakan layout di lantai 2 yang menunjukkan hasil pengujian jangkauan sinyal Wi-Fi pada jarak 18 m.



Gambar 4.18 jangkauan cakupan sinyal pada jarak 18 m

Pada Gambar 4.19, merupakan layout di lantai 2 yang menunjukkan hasil pengujian jangkauan sinyal Wi-Fi pada jarak 20 m.



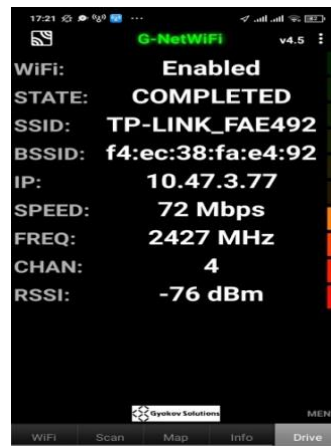
Gambar 4.19 jangkauan cakupan sinyal pada jarak 20 m

Pada Gambar 4.20. merupakan hasil pengujian kekuatan sinyal sebesar – 55 dBm dengan menggunakan software G-NetWifi yang diperoleh pada jarak 16 m.



Gambar 4.20 Hasil Pengujian Di lapangan pada jarak 16 m Dengan Software G-NetWifi

Pada Gambar 4.21. merupakan hasil pengujian kekuatan sinyal sebesar – 76 dBm dengan menggunakan software G-NetWifi yang diperoleh pada jarak 18 m.



Gambar 4.21 Hasil Pengujian Di lapangan pada jarak 18 m Dengan Software G-NetWifi

Pada Gambar 4.22. merupakan hasil pengujian kekuatan sinyal sebesar – 73 dBm dengan menggunakan software G-NetWifi yang diperoleh pada jarak 20 m.



Gambar 4.22 Hasil Pengujian Di lapangan pada jarak 20 m Dengan Software G-NetWifi

Pada Tabel 4.5. merupakan hasil pengujian kekuatan sinyal yang diperoleh dari perhitungan rumus, software Ekahau Site Survey dan software G-NetWifi.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kekuatan sinyal Rumus, Software ESS dan Software G- NetWifi

Hasil pengujian kekuatan sinyal			
d (jarak)	Rumus	Software ESS	Software G-NetWifi
16 m	- 38,13 dBm	- 50 sampai – 45 dBm	- 55 dBm
18 m	- 39,15 dBm	- 80 sampai - 75 dBm	- 76 dBm
20 m	- 40,07 dBm	- 75 sampai – 70 dBm	- 73 dBm

4.1.11. Analisa Hasil Pengujian Di Lapangan

Pada gambar hasil simulasi dilakukan pengujian jangkauan sinyal pada jarak 16 m, 18m dan 20 m. Pada jarak 16 m pada perhitungan manual didapatkan nilai RSL sebesar – 38,13 dBm sedangkan pada software nilai RSL yang didapat sebesar -50 sampai – 45 dBm serta dengan menggunakan software Gnet-Wifi didapatkan nilai RSL sebesar -55 dBm. Pada jarak 18 m pada perhitungan manual didapatkan nilai RSL sebesar – 39,15 dBm sedangkan pada software nilai RSL yang didapat sebesar -80 sampai – 75 dBm serta dengan menggunakan software Gnet-Wifi didapatkan nilai RSL sebesar -76 dBm. Pada jarak 20 m pada perhitungan manual didapatkan nilai RSL sebesar – 40,07 dBm sedangkan pada software nilai RSL yang didapat sebesar - 75 sampai – 70 dBm serta dengan menggunakan software Gnet-Wifi didapatkan nilai RSL sebesar -73 dBm. Pada jarak 16 m kondisi perambatan bebas tidak ada penghalang, sedangkan pada jarak 18 m nilai RSL mengalami penurunan yang cukup tinggi karena jarak dan redaman dinding pada jalur perambatannya.



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan, perhitungan, dan pembahasan analisa data penelitian, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Parameter dalam membuat desain perancangan coverage area ini adalah spesifikasi dari router, kebutuhan bandwidth per *user* dan kapasitas *user*. Berdasarkan parameter tersebut didapatkan dengan menggunakan router type TP-Link EAP 110 dibutuhkan 9 buah router untuk dapat mengcover keseluruhan dari gedung pesanmasa.
2. Jumlah AP yang dibutuhkan untuk mencakup area disetiap lantai idealnya adalah 3 buah dengan jarak dari router ke pengguna sebsar 4-6 m, karena sinyal dapat mencakup keseluruhan dari gedung asrama dengan kekuatan sinyal yang dihasilkan sebesar -45 sampai -55 dBm.
3. Nilai link budget berkisar antara -24,03 sampai -27,88. Hal ini menunjukkan bahwa performa jaringan yang cukup baik karena level daya yang diterima tidak kurang dari sensitivitas minimum.

5.2. Saran

Dalam perhitungan estimasi pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan parameter berdasarkan studi literature yang diperoleh, untuk kesempurnaan perlu dilakukan perbandingan dengan keadaan dilapangan a dengan type router dan spesifikasi yang sama agar mampu memberikan estimasi yang lebih akurat. Serta memperhitungkan estimasi biaya tambahan yang dikeluarkan seiring pertambahan kebutuhan cell di tempat tersebut.

Daftar Pustaka

- [1] la ode safar, "Pesantren Mahasiswa Sultan Agung Semarang," 2019. .
- [2] B. Budi Rijadi, "Optimasi Jaringan Wireless Local Area Network (WLAN) Pada Model Lingkungan Perkantoran," *JET J. Elektro Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2021.
- [3] I. Nofi and Y. Putro, "Prosiding_Iwan Nofi Yono_Pustekbang_2017," pp. 282–288, 2017.
- [4] S. Hutaeruk, "SIMULASI MODEL EMPIRIS OKUMURA-HATA DAN MODEL COST 231 UNTUK RUGI-RUGI SALURAN PADA KOMUNIKASI SELULAR," vol. 2011, no. Semantik, 2011.
- [5] G. DHIAS, "Perancangan dan Analisis Coverage Area Jaringan WiFi pada Kapal Laut," *universitas telkom*, 2016. .
- [6] dan S. R. A. Prastise Titahningsih, Rakhmadhany Primananda, "Perancangan Penempatan Access Point untuk Jaringan Wifi Pada Kereta Api Penumpang," *Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. vol.02, pp. 2008–2015, 2018.
- [7] R. Eki Ahmad Zaki Hamidi, dan Nanang Ismail, "Pengukuran Coverage Outdoor Wireless LAN dengan Metode Visualisasi Di Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung," *Telekomun. Elektron. Komputasi, dan Kontrol(TELKA)*, vol. Vol.02, pp. 82–93, 2016.
- [8] L. Mahfuzh, H. Wijanto, and U. K. Usman, "Analisis Perencanaan Integrasi Jaringan LTE- Advanced Dengan Wifi 802 . 11n Existing Pada Sisi Coverage," pp. 1–6, 2016.
- [9] A. S. Muzakki, A. Mulyana, and D. A. Nurmantris, "PERANCANGAN DAN OPTIMASI JARINGAN WLAN DI SMAN 1 CIBUNGBULANG KABUPATEN BOGOR WLAN Network Design and Optimization in SMAN 1 Cibungbulang," 2019.
- [10] S. A. Panu, S. Selatan, and S. Selatan, "Perancangan Jaringan Wifi Dengan Menggunakan Mikrotik Pada SMP Negeri 3 Mallusetasi Kabupaten Barru," 2019.
- [11] P. T. Libianko Sianturi, Sahat Parulian, "Perancangan Penempatan Wireless Agar Memenuhi Akses Poin," vol. 5, no. 1, pp. 28–37, 2021.
- [12] MEILINAEKA, "Penjelasan WLAN (Wireless Local Area Network) dan Keuntunganya," *1 desember 2022*, 2022. .
- [13] A. Kerja, W. Dan, and A. Parabola, "dua titik yaitu titik A yang berada lantai dasar Masjid Ulil Albab dan titik B yang," pp. 55–75.
- [14] T. Hidayat, "Fungsi Access Point dalam Jaringan Internet, Penting Diketahui," *direktorat sistem informasi dan teknologi*, 2019. .
- [15] M. A. AMANAF, "Analisis Optimasi Perencanaan Ulang Access Point Wifi Dengan Model Pathloss COST 231 Multi Wall dan Metode Offered Bit Quantity (OBQ) Studi Kasus Gedung Telematika ITTP," *J. Telecommun. Electron. Control Eng.*, vol. 1, no. 01, pp. 32–42, 2019, doi: 10.20895/jtece.v1i01.39.
- [16] L. Putu, A. Sri, R. P. Astuti, and A. Fahmi, "PERANCANGAN DAN ANALISIS COVERAGE AREA JARINGAN WIFI PADA GERBONG KERETA API PENUMPANG EKSEKUTIF JAKARTA-BANDUNG DESIGN AND ANALISYS OF COVERAGE AREA WIFI NETWORK ON CARRIAGE EXECUTIVE RAILWAY PASSENGER DEPART JAKARTA-BANDUNG," vol. 3, no. 3, pp. 4346–4354, 2016.
- [17] M. Ulfah and N. Jamal, "Perhitungan Pathloss Teknologi 4G," *JTT (Jurnal*

- Teknol. Terpadu*), vol. 4, no. 2, p. 71, 2016, doi: 10.32487/jtt.v4i2.142.
- [18] Eni, "channel coverage Wi-Fi," *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., no. Mi, pp. 5–24, 1967.
- [19] H. R. Roesdy Saad, Kun Fayakun, "Perhitungan Link Budget Satelit Telkom-1," *Rekayasa Teknol.*, vol. 2, no. 2, p. 20, 2011.
- [20] A. Hikmaturokhman, L. Berlianti, and W. Pamungkas, "Analisa Model Propagasi Cost 231 Multi Wall pada Perancangan Jaringan Indoor Femtocell HSDPA menggunakan Radiowave Propagation Simulator," *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2015.
- [21] H. Welte, "Path Loss and Link Budget," 2016.
- [22] D. Priyokusumo, ST, MT, D. Rum Sapundani, MSi, and I. Helmanto, ST, "Analisa Tebal Bidang Tembus Gelombang Elektromagnetik USB WiFi LV-UW03," *Pros. Semin. Nas. Teknoka*, vol. 4, no. 2502, pp. E59–E68, 2019, doi: 10.22236/teknoka.v4i0.4174.
- [23] A. Hikmaturokhman, W. Pamungkas, and P. I. Setyawan, "Analisis Perhitungan Cakupan Sinyal Sistem Wcdma Pada Area Kampus Akademi Teknik Telekomunikasi Sandhy Putra Purwokerto," *J. INFOTEL - Inform. Telekomun. Elektron.*, vol. 5, no. 1, p. 21, 2013, doi: 10.20895/infotel.v5i1.110.
- [24] A. Fauzi and M. Arrofiq, "Assesment Kekuatan Daya Received Signal Level (RSL) Wireless 2.4GHz di Ruang meeting," *J. Internet Softw. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 10–17, 2020.
- [25] T. S. J. Putra and I. R. Widiyari, "Analisis Kualitas Signal Wireless Berdasarkan Received Signal Strength Indicator (RSSI) pada Universitas Kristen Satya Wacana," *Teknol. Informasi*, no. 672014132, 2018.
- [26] A. Shinta, "Apa Itu Router? Pengertian, Fungsi, dan Jenisnya," *dewaweb.com*, 2022. .
- [27] T.-L. C. Limited., "EAP110 300Mbps Wireless N Ceiling Mount Access Point," 2023. .
- [28] H. Gunawan and M. Ghiffari, "Pengelolaan Jaringan Dengan Router Mikrotik Untuk Meningkatkan Efektifitas Penggunaan Bandwith Internet (Studi Kasus Smk Ki Hajar Dewantoro Kota Tangerang)," *J. Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 1, p. 54, 2018.
- [29] "Ekahau Site Survey & Heatmap Visualizations," 2016.
- [30] I. Pada and S. Si, "JALAK HARUPAT ANALYSIS OF IEEE 802 . 11n WIFI INDOOR PLANNING IN SI JALAK HARUPAT STADION," vol. 3, no. 3, pp. 4467–4476, 2016.