



**APLIKASI *THROUGH WALL IMAGING* BERBASIS
GELOMBANG WiFi PADA *SMARTPHONE* UNTUK DETEKSI
BENDA DI DALAM TEMBOK**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Fisika (S-1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

**Muhammad David
NIM 131810201016**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, kupersembahkan skripsi ini dengan penuh rasa cinta, syukur dan terima kasih yang sebesar – besarnya untuk :

1. Ayahanda Jatim dan Ibunda Roheni, yang selalu memberikan doa, semangat, nasehat dan dorongan kepada ananda dengan segenap cinta kasih, rasa sayang dan sejuta kesabaran serta pengorbanan dalam mendidik Ananda;
2. Saudara kandung saya, Robi Dwi S yang tak pernah lelah memberi semangat, motivasi dan doa kepada saya dalam menyelesaikan skripsi;
3. Para Guru yang pernah mendidikku sejak sekolah dasar hingga perguruan tinggi, terima kasih atas semua ilmu yang telah diberikan;
4. Almamater Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

MOTTO

“Satu hal yang terpenting dalam hidup ini bukan terletak pada kemenangan, tapi usaha untuk meraihnya”^[*]

^[*]Setiawan, Davit. 2011. *I Believe I Can Fly! Special Edition*. Jakarta : PT Elex Media Komputindo.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

nama : Muhammad David

NIM : 131810201016

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: “Aplikasi *Through Wall Imaging* Berbasis Gelombang WiFi pada *Smartphone* untuk Deteksi Benda di dalam Tembok” adalah benar-benar hasil karya ilmiah sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 29 April 2018

Yang menyatakan,

Muhammad David
NIM 131810201016

SKRIPSI

**APLIKASI *THROUGH WALL IMAGING* BERBASIS
GELOMBANG WiFi PADA *SMARTPHONE* UNTUK DETEKSI
BENDA DI DALAM TEMBOK**

Oleh

Muhammad David
NIM 131810201016

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Agung Tjahjo. N, S.Si, M.Phil, Ph.D.

Dosen Pembimbing Anggota : Bowo Eko Cahyono, S.Si., M.Si., Ph.D.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Aplikasi *Through Wall Imaging* Berbasis Gelombang WiFi pada *Smartphone* untuk Deteksi Benda di dalam Tembok ” karya Muhammad David telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal :

tempat :Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Jember.

Tim Penguji :

Ketua,

Anggota I,

Agung Tjahjo N, S.Si., M.Phil., Ph.D.
NIP 196203111987021001
Anggota II,

Bowo Eko Cahyono, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP 197202101998021001
Anggota III,

Ir Misto, M.Si.
NIP 195911211991031002

Supriyadi, S.Si., M.Si.
NIP 198204242006041003

Mengesahkan
Dekan,

Drs. Sujito, Ph.D.
NIP 196102041987111001

RINGKASAN

Aplikasi *Through Wall Imaging* Berbasis Gelombang WiFi pada *Smartphone* untuk Deteksi Benda di dalam Tembok; Muhammad David, 131810201016; 2018: 71 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

WiFi merupakan teknologi yang berkembang pesat, disebabkan medianya tidak membutuhkan kabel (nirkabel). Fasilitas WiFi banyak tersedia dengan mudah misalnya pada komputer, *smartphone* dan tablet. Sinyal WiFi mengalami pelemahan yang berbeda-beda ketika mengenai sebuah bahan hal ini bisa digunakan untuk mendeteksi bagian dalam dari sebuah bangunan seperti kemampuan untuk menentukan letak dari sebuah kabel dan pipa PVC berisi air tanpa harus merusak gedung, salah satu teknologi yang digunakan yaitu *Through Wall Imaging*. *Through Wall Imaging* merupakan pendekatan pencitraan yang dibutuhkan dalam banyak bidang untuk dapat memberikan gambaran suatu objek tanpa harus membedahnya. Penelitian ini akan diaplikasikan untuk mendeteksi sinyal WiFi dalam bentuk proyeksi pelemahan sinyal di dalam tembok dengan memanfaatkan WiFi *smartphone*. Penelitian ini dilakukan dengan mencari nilai pelemahan pada tembok (batu bata), pipa PVC berisi air dan kabel. Kehidupan sehari-hari penempatan saluran pipa air dan kabel yang lupa penempatan awalnya, sehingga penelitian ini diharapkan untuk menemukan keduanya bisa dilakukan tanpa membongkar atau merusak tembok.

Sinyal WiFi yang digunakan pada penelitian berasal dari WiFi *smartphone* dengan frekuensi 2.4 GHz. *Smartphone* yang pertama digunakan sebagai *transmitter* (pengirim) dan yang kedua sebagai *receiver* (penerima) sinyal WiFi. *Receiver* dapat membaca nilai intensitas yang diberikan *transmitter* terhadap objek yang berbeda-beda. Pengukuran intensitas masing-masing objek akan dilihat terlebih dahulu, sehingga dapat dibandingkan nilai intensitas awal dan akhir. Langkah-langkah yang dilakukan yaitu pengukuran nilai intensitas pada tembok (batu bata), pipa PVC berisi air dan kabel. Pengukuran intensitas kemudian dilanjutkan pada tembok yang bagian dalamnya terdapat pipa PVC berisi air dan kabel.

Hasil pengukuran yang didapat yaitu nilai koefisien pelemahan batu bata berada direntang 5 dan 16. Pipa PVC berisi air didapatkan nilai koefisien pelemahan 8 dan 23 dan untuk kabel yaitu 6 dan 34. Ketika bahan divariasikan ketebalannya nilai yang didapatkan semakin melemah. Percobaan aplikasi ketika di tempatkan paralon berisi air dan kabel di dalam tembok (batu bata) secara umum terdapat pelemahan yang dapat dicurigai sebagai akibat penambahan bahan lain.

Penelitian ini menggunakan bahan berupa batu bata, pipa PVC berisi air dan kabel, penelitian-penelitian terkait selanjutnya diharapkan untuk dapat lebih mengembangkan untuk bahan yang lain.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Aplikasi *Through Wall Imaging* Berbasis Gelombang WiFi pada *Smartphone* untuk Deteksi Benda di Dalam Tembok”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S-1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu dengan sepuh hati penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Agung Tjahjo N, S.Si., M.Phil., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Bapak Bowo Eko Cahyono, S.Si., M.Si., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan, dukungan, arahan dan motivasi sehingga penelitian ini dapat terselesaikan;
2. Bapak Ir Misto, M.Si., selaku Dosen Penguji I dan Bapak Supriyadi, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan, kritik, dan saran demi sempurnanya skripsi ini;
3. Bapak Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi, M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing dan memberi motivasi selama menempuh perkuliahan;
4. Tim Tugas Akhir: Ahmad Fauzi, Ahmad Imam Qulyubi, M. Taufik, Jamaluddin, Lilis Fitriyaningtyas, Nur'irvansyah dan M. Norhamid yang telah telah memberikan waktu dan tenaganya untuk pengambilan data dan berdiskusi ;
5. Sahabat-sahabat saya Ahmad Fauzi, Siti Nur Faidah, Ilham Heru Baskoro, dan Khoirul Anwar yang senantiasa memberikan banyak warna selama menempuh studi dan bersedia meluangkan waktunya untuk sekedar bercerita asam, manis serta pahitnya bangku perkuliahan ;

6. Organisasi intra kampus yang telah memberikan pengalaman kepada saya Dewan Perwakilan Mahasiswa (DPM) FMIPA, UKM IONS, BADAN PERWAKILAN MAHASISWA (BPM) UNEJ dan UKM PELITA UNEJ.
7. Keluarga besar HMI Cabang Jember Komisariat Mipa angkatan 1999-2018 yang telah memberikan kesempatan untuk belajar dan teman seperjuangan ketika dikomisariat Bima S, Evan Agus M, Edy, Taqrub, Maksum.
8. Teman-teman angkatan 2013 “Physicopat 13Hz” yang senantiasa memberi saya semangat dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini ;

Penulis sadar akan keterbatasan dan kurang sempurnanya penulisan skripsi ini, oleh karena itu segala saran dan kritik yang bersifat membangun akan sangat penulis harapkan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memberikan tambahan pengetahuan bagi yang membacanya.

Jember, April 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR	ii
DAFTAR LAMPIRAN	ii
BAB 1. PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	2
2.1 Teknologi Tomografi	2
2.2 WiFi	2
2.3 Smartphone	2
2.4 Aplikasi Pembaca Kekuatan Wi-Fi	2
2.5 Koefisien Pelemahan Benda	2
BAB 3. METODE PENELITIAN	2
3.1 Rancangan Penelitian	2
3.2 Jenis dan Sumber Data Penelitian	2
3.2.1 Jenis Penelitian	2
3.2.1 Sumber Data Penelitian	2
3.4 Kerangka Pemecahan Masalah	2
3.5 Metode Analisis Data	2

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	2
4.1 Pengukuran intensitas pada tembok (batu bata)	2
A) Batu Bata Ketebalan 4 cm	2
B) Batu bata ketebalan 8 cm	2
C) Batu Bata Ketebalan 12 cm	2
4.2.1 Koefisien pelemahan pipa PVC berisi air	2
4.2.2 Hubungan I dan I_0 terhadap x	2
4.3 Pengukuran bahan kabel	2
4.3.1 Koefisien pelemahan	2
4.3.2 Hubungan I dan I_0 terhadap x	2
4.4 Aplikasi pipa PVC dan kabel di dalam tembok	2
4.4.1 Aplikasi pipa PVC di dalam tembok	2
4.4.2 Aplikasi kabel di dalam tembok	2
BAB 5. PENUTUP	2
5.1 Kesimpulan	2
5.2 Saran	2
DAFTAR PUSTAKA	2
LAMPIRAN	2

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Pelemahan sinyal WiFi yang ditransmisikan dari beberapa benda pada frekuensi 2.4 GHz	9
4.1 Data hasil pelemahan dari ukuran tembok 4 cm, 8 cm, dan 12 cm dengan penelitian (Hu, 2013)	29
4.2 Data koefisien pelemahan dari tiga variasi paralon berisi air	32
4.3 Data nilai pelemahan dari tembaga dengan isi tembaga 4, 3 dan 2 di dalam kabel dengan penelitian (Hu, 2013)	38

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Proyeksi dari sepasang silinder	6
2.2 Spektrum gelombang elektromagnetik	8
2.3 Aplikasi WiFi Overview	360
3.1 Diagram alir kegiatan penelitian	10
3.2 Sinyal yang dilewatkan pada penampang	13
3.3 a) Gambar proyeksi <i>transmitter</i> terhadap beberapa titik <i>receiver</i> (b) Gambar contoh proyeksi <i>transmitter</i> terhadap <i>receiver</i> untuk mendapatkan nilai x	14
3.4 (a) Menemukan pelemahan tembok (b) Menemukan pelemahan pipa berisi air (c) Menemukan pelemahan kabel	14
3.5 (a) sinyal yang dilewatkan pada penampang tembok dengan 2 variasi ketebalan (b) sinyal yang dilewatkan pada penampang pipa berisi air dengan 2 penambahan variasi ukuran (c) sinyal yang dilewatkan pada penampang kabel dengan 2 variasi jumlah tembaga	16
3.6 Percobaan 3 menemukan pelemahan pipa berisi air dan kabel tanpa diketahui posisinya	17
3.7 Grafik hubungan antara intensitas dan ketebalan	18
3.8 Grafik hubungan antara intensitas dan ketebalan dengan proyeksi receiver bergerak	20
4.1 Grafik hubungan antara intensitas (I dan I_0) Vs x pada tembok dengan ketebalan 4 cm	21
4.2 Grafik hubungan antara $\ln(I/I_0)$ dan x pada batu bata dengan ketebalan 4 cm	23
4.3 Grafik hubungan antara intensitas (I dan I_0) Vs x pada tembok dengan ketebalan 8 cm	24
4.4 Grafik hubungan antara $\ln(I/I_0)$ dan x pada batu bata dengan ketebalan 8 cm	25
4.5 Grafik hubungan antara intensitas (I dan I_0) Vs x pada tembok dengan ketebalan 12 cm	26
4.6 Grafik hubungan antara $\ln(I/I_0)$ dan x pada batu bata dengan ketebalan 12 cm	27
4.7 Grafik hubungan antara intensitas (I dan I_0) Vs x pipa PVC 1 dim	28
4.8 Grafik hubungan antara intensitas (I dan I_0) Vs x pipa PVC 3/4 dim	31
	32

4.9 Grafik hubungan antara intensitas (I dan Io) Vs x pipa PVC 1/2 dim	33
4.10	Grafik hubungan antara intensitas (I dan Io) Vs x pada kabel dengan isi 4 tembaga	35
4.11	Grafik hubungan antara intensitas (I dan Io) Vs x pada kabel dengan isi 3 tembaga	36
4.12	Grafik hubungan antara intensitas (I dan Io) Vs x pada kabel dengan isi 2	37
4.13	Grafik hubungan antara intensitas tembok yang di dalamnya ditempatkan pipa PVC isi air ketika transmitter di tengah	38
4.14	Grafik hubungan antara intensitas tembok yang di dalamnya ditempatkan pipa PVC isi air ketika transmitter digeser ke kanan	39
4.15	Grafik hubungan antara intensitas tembok yang di dalamnya ditempatkan pipa PVC isi air ketika transmitter digeser ke kiri	40
4.16	Grafik hubungan antara intensitas dengan x tembok yang ditempatkan pipa PVC isi air	40
4.17	Grafik hubungan antara intensitas tembok berisi kabel ketika transmitter di tengah	42
4.18	Grafik hubungan antara intensitas tembok berisi kabel ketika transmitter di geser ke kanan.....	43
4.19	Grafik hubungan antara intensitas tembok berisi kabel ketika transmitter di geser ke kiri	43
4.20	Grafik hubungan antara intensitas dengan x tembok yang di tempatkan kabel	44

LAMPIRAN

Halaman

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang semakin canggih memberikan berbagai kemudahan kerja manusia. Pada saat, ini semua hal membutuhkan sebuah informasi secara cepat, akurat dan tepat waktu. Salah satu teknologi yang digunakan dalam kehidupan manusia untuk mengirimkan informasi adalah WiFi (Khasanah dkk, 2010). WiFi merupakan teknologi yang berkembang pesat, disebabkan medianya tidak membutuhkan kabel (nirkabel). WiFi biasanya digunakan untuk bertukar data melalui sebuah jaringan. Fasilitas WiFi banyak tersedia dengan mudah misalnya pada komputer, *smartphone* dan tablet. Menurut Srirahayu dkk (2015), WiFi merupakan koneksi internet yang menggunakan frekuensi 2.4 GHz dan bekerja pada kecepatan tinggi. Sinyal WiFi mengalami pelemahan yang berbeda-beda ketika mengenai sebuah bahan hal ini bisa digunakan untuk mendeteksi bagian dalam dari sebuah bangunan seperti kemampuan untuk menentukan letak dari sebuah kabel dan pipa PVC tanpa harus merusak gedung tersebut. Selain hal itu, WiFi bisa digunakan untuk menentukan posisi objek tanpa masuk ke dalam gedung. Teknologi ini menggunakan sensor yang dapat menangkap sinyal WiFi. Sinyal dari WiFi yang dipancarkan memiliki nilai intensitas yang berbeda ketika sebelum dan sesudah menembus objek tersebut, teknologi ini dinamakan *Through Wall Imaging*.

Through Wall Imaging merupakan pendekatan pencitraan yang dibutuhkan dalam banyak bidang salah satunya yaitu tomografi. Tomografi merupakan teknologi yang dapat memberikan gambaran suatu objek tanpa harus membedahnya. Pengembangan teknologi yang menggunakan prinsip tomografi diantaranya rontgen yaitu teknologi ini bisa melihat keadaan di dalam tubuh manusia tanpa harus melakukan operasi. Selain rontgen banyak lagi berkembang peralatan berbasis teknologi tomografi dalam bidang kedokteran misalnya CT Scan, *Magnetic Resonance Imaging* (MRI), radiasi partikel nuklir (*positron emission tomography* (PET)). Gelombang elektromagnetik yang digunakan dalam tomografi yaitu sinar X, sinar gamma dan sinar ultraviolet. Gelombang tersebut

dikelompokkan ke dalam gelombang frekuensi tinggi. Gelombang WiFi termasuk gelombang *microwave* berada direntang 1 GHz - 100 GHz (Das, 2007). Ketika gelombang tersebut menumbuk suatu bahan, maka ada yang diserap, dipantulkan dan dihamburkan. Intensitas yang dihasilkan dari tumbukan tergantung pada ketebalan dan jenis benda tersebut.

Gelombang elektromagnetik ketika mengenai suatu material, maka akan menjadi lebih lemah atau teredam. Banyaknya daya yang hilang akan sangat tergantung pada frekuensi yang digunakan dan tentunya material yang dikenai. Salah satu contoh aplikasi yang sudah ada dalam dunia militer adalah sebagai pendeteksi senjata musuh dibalik tembok dan pendeteksi radar oleh angkatan laut untuk mengetahui posisi kapal musuh. Kemampuan pelemahan sinyal dipengaruhi oleh jenis dan struktur dari bahan diantaranya seperti tembok, perabotan, dan manusia. Sinyal antara lantai yang berdekatan terjadi pelemahan perkiraan sebanyak 6 dB. Untuk bahan tembaga mengalami pelemahan sinyal lebih dari 15 dB (Hu, 2013).

Menurut Peabody dkk (2012) penerapan tomografi telah dikembangkan dalam dunia militer yaitu *Through Wall Imaging Radar*. Teknologi ini memiliki kemampuan untuk mengetahui letak target di dalam gedung. Teknologi yang sudah dikembangkan yaitu menembakkan sebuah sinyal yang kemudian ketika mengenai sebuah objek akan memantul kembali, sehingga sinyal yang diterima kembali dapat melihat gambaran suatu objek yang berada di dalamnya. Berdasarkan penelitian Hu (2013) peneliti ingin mengembangkan teknologi untuk mengetahui objek menggunakan sinyal WiFi. Penelitian ini akan diaplikasikan untuk mendeteksi sinyal WiFi dalam bentuk proyeksi pelemahan sinyal di dalam tembok dengan memanfaatkan WiFi *smartphone*. Pemilihan penelitian mendeteksi anomali pada tembok yaitu dalam kehidupan sehari-hari penempatan saluran pipa air dan kabel yang lupa penempatan awalnya, maka dengan penelitian ini diharapkan untuk menemukan keduanya bisa dilakukan tanpa membongkar atau merusak tembok.

Sinyal WiFi yang digunakan pada penelitian berasal dari *smartphone* dengan frekuensi 2.4 GHz. *Smartphone* yang pertama digunakan sebagai

transmitter (pengirim) dan yang kedua sebagai *receiver* (penerima) sinyal WiFi. *Receiver* dapat membaca nilai intensitas yang diberikan *transmitter* terhadap objek yang berbeda-beda. Pengukuran intensitas masing-masing objek akan dilihat terlebih dahulu, sehingga dapat dibandingkan nilai intensitas awal dan akhir. Berdasarkan hal tersebut nilai intensitas yang didapatkan tidak sama tergantung objek yang berada di dalamnya yang dikenai sinyal WiFi tersebut. Nilai intensitas yang didapat nantinya diolah sehingga didapatkan nilai pelemahan oleh adanya material lain.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang mendasari dilakukan penelitian ini, antara lain:

1. Bagaimana perubahan intensitas sinyal WiFi yang melalui bahan dengan ketebalan yang berbeda ?
2. Bagaimana proyeksi perubahan intensitas dari WiFi ketika ada bahan yang berbeda di dalam tembok?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini, antara lain:

1. Sinyal WiFi yang digunakan yaitu frekuensi 2.4 GHz.
2. Sinyal WiFi berasal dari *smartphone*.
3. Objek yang digunakan yaitu pipa berisi air dan kabel.
4. Tembok yang digunakan yaitu batu bata.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini, antara lain:

1. Bagaimana perubahan intensitas sinyal WiFi yang melalui bahan dengan ketebalan yang berbeda.
2. Bagaimana proyeksi perubahan intensitas dari WiFi ketika ada bahan yang berbeda di dalam tembok.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan pandangan dalam bidang Tomografi khususnya dalam bidang sipil yaitu melihat bagian dalam suatu objek tanpa merusak maupun memasukkan alat. Penelitian ini dapat digunakan sebagai diagnosa dasar sebelum mengambil keputusan. Harapannya dapat memberikan gambaran yang luas bahwa ilmu fisika dapat diterapkan dalam aplikasi kehidupan sehari-hari.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

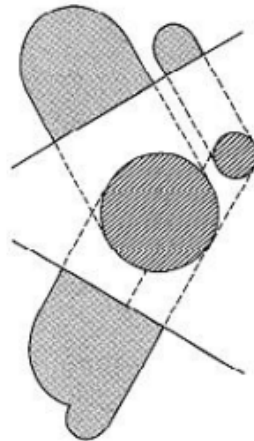
Tinjauan pustaka ini akan menjelaskan tentang teknologi tomografi, WiFi, *Smartphone*, jenis *receiver* serta aplikasi pembaca kekuatan WiFi, dan pelemahan tiap benda.

2.1 Teknologi Tomografi

Tomografi merupakan suatu gambaran dari suatu penampang-lintang dari suatu objek (Prabowo dkk, 2006). Teknologi ini mampu melihat bagian dalam dari suatu objek tanpa membelahnya. Dalam dunia kesehatan misalkan untuk melihat kondisi bagian dalam tubuh pasien sebagai diagnosa awal sebelum melakukan tindakan operasi. Pertama kali berhasil ditemukan Sinar-X oleh Rontgen pada tahun 1895. Dengan karakternya yang mampu menembus jaringan tubuh manusia Sinar-X membuat tubuh manusia yang tidak tembus cahaya menjadi transparan. Film hasil Rontgen yang merupakan citra bayangan (proyeksi) dari obyek yang dikenai Sinar-X. Sifat ini dimanfaatkan di dunia kedokteran khususnya untuk melakukan visualisasi struktur tulang dan jaringan lainnya terhadap tubuh pasien untuk keperluan diagnosa. Selain itu teknologi ini banyak dimanfaatkan dalam bidang sipil, militer, industri, geologi dan perminyakan berdasarkan kesuksesan teknologi tomografi di bidang kedokteran, berbagai model tomografi dikembangkan untuk aplikasinya dalam proses industri dengan menggabungkan teknologi sensor dan metode rekonstruksi matematis. Metode rekonstruksi yang dipakai pada umumnya hampir mirip untuk model yang satu dengan yang lain, akan tetapi pemilihan model sensor sangat tergantung pada media aplikasinya. Diantara teknologi tomografi yang dikembangkan untuk proses industri adalah *Electrical Impedance Tomography* (EIT) untuk aplikasi di bidang geologi, proses kimia, perminyakan, *Electrical Capacitance Tomography* (ECT) untuk aplikasi di pemipaan minyak, pemrosesan hidrokarbon dan industri-industri lain (Warsito, 2005).

Menurut Kak dan Slaney (1988) tomografi mengacu pada pencitraan penampang objek dari data ditransmisi dan direfleksi yang didapat dengan

menyinari objek dengan berbagai arah. Tomografi juga berhubungan dengan rekonstruksi citra dari proyeksi. Dalam pengertian yang luas proyeksi berarti informasi yang ditransmisikan saat benda disinari sudut tertentu.



Gambar 2. 1 Proyeksi dari sepasang silinder (Sumber: Kak dan Slaney, 1988)

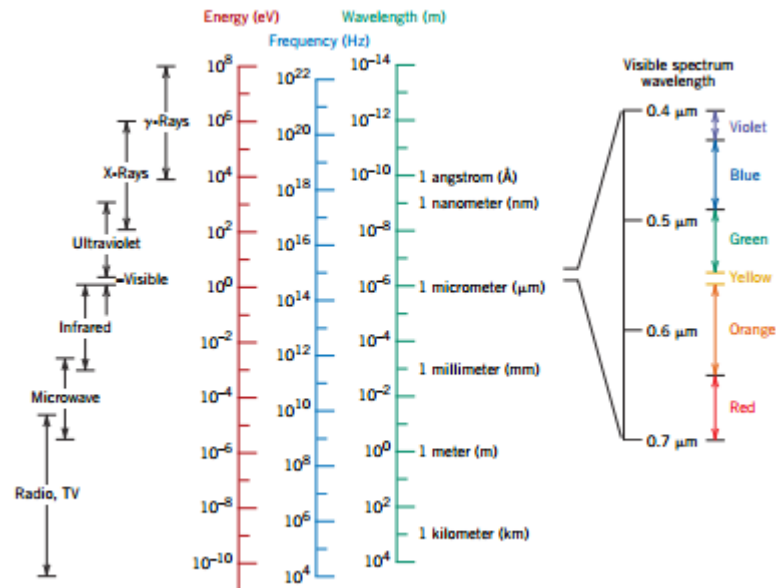
Perbedaan teknik tomografi yang dipakai di proses industri dan kedokteran antara lain kalau di dunia kedokteran ketinggian resolusi menjadi sangat penting, maka pada proses kecepatan *scanning* menjadi sangat penting untuk melakukan pencitraan objek yang umumnya mempunyai dinamika sangat tinggi. Dalam hal ini metode tomografi listrik (resistans maupun kapasitans) karena kecepatan *scanning*nya sangat tinggi (kapasitans bisa mencapai 0.1ms, sedangkan resistans mampu mencapai kecepatan 1ms) mempunyai potensi yang sangat besar dan telah mengalami pertumbuhan yang cukup dalam aplikasinya di bidang industri. Mode tomografi lain berdasarkan radiasi nuklir umumnya masih terbatas pada skala laboratorium. Perkembangan terbaru dalam teknologi tomografi kapasitans yang dikembangkan di Ohio State University (AS) juga menunjukkan kemampuan untuk melakukan *scanning* secara *volumetric* untuk menghasilkan sebuah citra *volumetric* (*volume image*) secara 4 dimensi (Warsito, 2013).

2.2 WiFi

WiFi atau kepanjangan dari *Wireless Fidelity* yang memiliki pengertian sebagai sekumpulan standar yang digunakan untuk jaringan lokal nirkabel (WLAN – *Wireless Local Area Network*) yang didasari pada spesifikasi IEEE 802.11 (Sari, tanpa tahun). WiFi merupakan koneksi tanpa kabel yang menggunakan teknologi radio dengan frekuensi 2.4 GHz. WiFi merupakan teknologi berbasis internet terbaru yang dikembangkan dari standar WLAN oleh sekelompok insinyur di Amerika Serikat yang bekerja pada suatu institut yang bernama *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) pada tahun 1990 (Rogers and Edwards, 2003).

WiFi beroperasi dengan menggunakan spesifikasi dasar IEEE 802.11. Pada spesifikasi ini, WiFi menggunakan spesifikasi-spesifikasi yang berbeda pada setiap komputer, *laptop*, maupun peralatan elektronik lainnya dengan tujuan untuk menggunakan frekuensi kecepatan transfer data yang berbeda. Pada standar IEEE 802.11a memiliki kecepatan transfer data sebesar 54 Mbps yang menggunakan gelombang frekuensi 5 GHz, IEEE 802.11b memiliki kecepatan transfer data sebesar 11 Mbps yang menggunakan gelombang frekuensi 2.4 GHz, IEEE 802.11g memiliki kecepatan transfer data sebesar 54 Mbps yang menggunakan gelombang frekuensi 2.4 GHz, dan IEEE 802.11n memiliki kecepatan transfer data sebesar 100 Mbps yang menggunakan gelombang frekuensi 2.4 GHz (Forouzan, 2007).

Menurut Callister dan Rethwisch (2013), gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang terbentuk dari perambatan medan magnetik dan medan listrik. Kedua medan ini bergetar dalam arah yang saling tegak lurus. Medan magnetik dan medan listrik pembentuk gelombang elektromagnetik adalah gelombang transversal, yang arah rambatnya tegak lurus dengan arah getarnya. Spektrum gelombang elektromagnetik dapat dilihat dari frekuensinya yang ditunjukkan pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Spektrum gelombang elektromagnetik (Callister dan Rethwisch, 2013)

2.3 Smartphone

Smartphone merupakan alat komunikasi dua arah, dimanapun melakukan panggilan suara akan ditulis dalam sebuah kode tertentu dan selanjutnya diteruskan melalui antena ponsel menuju ke *base station* terdekat dimanapun melakukan panggilan (Swamardika, 2009). Setiap tahun angka pengguna di Indonesia semakin tinggi dan meningkat. *Roy Morgan Research* di Australia mengatakan bahwa pada tahun 2011 diperkirakan 65% penduduk Indonesia telah memiliki *smartphone*, kemudian pada tahun 2012 meningkat menjadi 74%, dan pada tahun 2013 meningkat menjadi 84% dari jumlah populasi penduduk Indonesia (Victorya, 2015).

Smartphone memiliki fasilitas *tethering* yang digunakan untuk berbagi sinyal. Pengembangan teknologi WiFi ini memungkinkan *smartphone* untuk menyebarkan sinyal WiFi kepada perangkat lain. WiFi bekerja pada jaringan dan perangkat sistem komunikasi nirkabel (*wireless communication system*) contohnya jaringan WLAN. Bagian terpenting dalam komunikasi nirkabel adalah propagasi gelombang, karena jalannya propagasi gelombang dari *transmitter* (Tx)

ke *receiver* (Rx) yang menunjukkan level daya terima terhadap sinyal tidak kasat mata, maka perlu adanya visualisasi (Khasanah dkk, 2010).

2.4 Aplikasi Pembaca Kekuatan WiFi

Menurut Hu (2013) besar pelemahan yang terjadi pada sinyal WiFi setelah menembus objek bergantung pada beberapa hal, diantaranya jenis ukuran objek yang digunakan, struktur atau susunan objek yang dikenai. Beberapa pengukuran pelemahan WiFi yang diakibatkan oleh suatu benda diantaranya adalah seperti ditunjukkan tabel 2.1

Tabel 2. 1 Pelemahan sinyal WiFi yang ditransmisikan dari beberapa benda pada frekuensi 2.4 GHz

Range	Objek	Loss (dB)
Low	Kaca tak berwarna	2-4
Medium	Tembok bata, marbel, kaca berwarna logam	5-8
High	Tembok beton, kertas	10-15
Very high	Perak (cermin) ,logam	>15

Sumber: Hu, (2013)

Aplikasi yang digunakan yaitu WiFi *Overview* 360 yang telah tersedia di *playstore*. Aplikasi ini mampu menerima dan mendeteksi perubahan kuat sinyal sinyal WiFi dengan interval 1 detik. Ketika *receiver* bergerak menjauh dari sumber sinyal WiFi (*hotspot*) amplitudo yang diterima *receiver* akan berubah dan intensitas sinyal WiFinya akan berkurang. Pendeteksi intensitas sinyal yang diterima oleh *receiver* bisa ditampilkan dalam bentuk angka maka diperlukan aplikasi pendeteksi sinyal WiFi. Aplikasi ini versi 4.00.05 dibuat oleh Hanauer Landstr Frankfurt Germany.



Gambar 2.3 Aplikasi WiFi Overview 360

Kekuatan sinyal WiFi yang terukur di android ditampilkan dalam bentuk satuan dBm (desibel miliwatt). Saat menggunakan sinyal WiFi status sinyal yang ada pada *smartphone* android ataupun software informasi status sinyal lainnya, biasanya ditemukan informasi kekuatan sinyal seperti ini: Kekuatan Sinyal -105 dBm 4 asu. dBm adalah singkatan untuk rasio daya dalam desibel (dB) yang dirujuk ke satuan milliwatt (mW). Satuan ini biasa digunakan dalam jaringan radio, microwave dan serat optik. Untuk angka yang didepannya ada tanda minus (-) maka nilai semakin besar maka kekuatan sinyal akan semakin kecil. Arbitrary Strength Unit (ASU) adalah sebuah nilai dalam interger (bilangan buat) sebanding dengan kekuatan sinyal yang diterima yang diukur oleh perangkat Telepon Seluler. Contohnya di gambar 5.1 bagian kanan ada 3 intensitas yang terdeteksi yaitu dengan kekuatan daya -61 dBm, -69 dBm dan - 57 dBm. Ketiga sumber WiFi tersebut yang paling kuat adalah -57 dBm, hal ini dapat diperoleh dari perhitungan persamaan kualitas kekuatan sinyal WiFi.

2.5 Koefisien Pelemahan Benda

Gelombang elektromagnetik ketika melewati bahan akan mengalami pelemahan daya yang sebanding dengan tebal bahan, daya dengan intensitas berbanding lurus sehingga ketika daya memiliki nilai yang besar maka nilai yang

dimiliki intensitas juga semakin besar. Sinyal yang sebelum dan sesudah melewati bahan dapat dirumuskan mengikuti hukum Beer-Lambert :

2.1

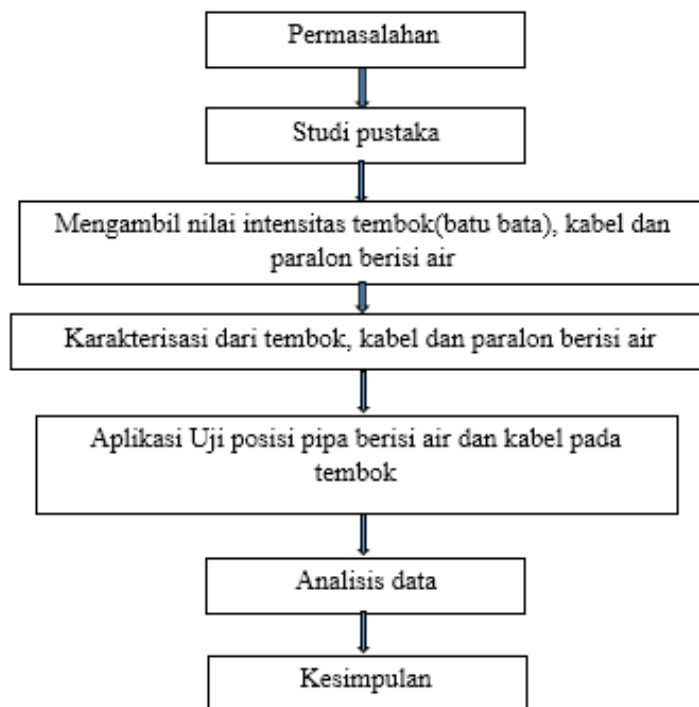
Nilai I_0 merupakan intensitas sinyal sebelum melewati objek, adalah intensitas sinyal yang ditransmisikan setelah melewati jarak x melalui objek. Dengan demikian koefisien pelemahan α bergantung pada nilai ketebalan bahan (Griffiths,1999).

Besar perubahan nilai intensitas yang diterima receiver dibandingkan dengan intensitas awalnya terletak pada fungsi eksponensialnya, dimana eksponensial tersebut dipengaruhi oleh koefisien pelemahan dari bahan tersebut (α) dan ketebalan objek yang dilewati. Pelemahan saat menembus material bergantung pada jenis materialnya. Material dengan kerapatan tinggi nilai koefisien pelemahan memiliki nilai yang tinggi (Sutomo dkk, 2012).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Desember 2017 sampai dengan selesai. Penelitian yang dilakukan adalah desain *prototype* penentuan karakteristik bahan dengan metode *Through Wall Imaging*. Alat yang digunakan adalah komputer dengan spesifikasi Intel (R) Core (TM) i3-3240 CPU @3,40 GHz x 4 dan *smartphone* (sebagai *transmitter* dan *receiver*). Permasalahan yang akan diselesaikan dalam penelitian ini yaitu mengetahui karakteristik dari suatu objek dengan variasi ketebalan dan ketika ada bahan yang berbeda di dalam tembok dengan mengetahui nilai koefisien pelemahan menggunakan metode *Through Wall Imaging*. Penelitian diawali dengan studi pustaka dari berbagai sumber yang merupakan kajian awal. Kemudian dilanjutkan dengan uji karakteristik dari bahan tembok, kabel dan pipa berisi air yang divariasikan ketebalannya dengan cara mencatat nilai intensitas yang diterima oleh *receiver*. Data intensitas yang diterima *receiver* diolah sehingga didapatkan nilai koefisien pelemahannya. Tahapan kegiatan penelitian ini dapat dijelaskan melalui diagram alir pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir kegiatan penelitian

3.2 Jenis dan Sumber Data Penelitian

3.2.1 Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental karena ada perlakuan terhadap objek. Objek dari penelitian ini yaitu kabel dan pipa PVC berisi air. Sinyal WiFi dari *smartphone* yang berfungsi sebagai *transmitter* dilewatkan melalui tembok yang di dalamnya terdapat objek-objek tersebut yang ingin dideteksi dan intensitas transmisinya diukur menggunakan *smartphone* lain yang berfungsi sebagai *receiver*. Intensitas yang telah melewati tembok yang di dalamnya terdapat objek yang nilainya terbaca pada *receiver* tersebut dicatat serta dimasukkan pada persamaan 2.1 sehingga didapat nilai pelemahannya.

3.2.1 Sumber Data Penelitian

Intensitas sinyal WiFi yang dipancarkan oleh *transmitter* akan menembus tembok terbaca oleh *receiver* setelah melalui atau menembus tembok (I) akan melemah. Besarnya pelemahan intensitas tergantung pada objek yang dikenai oleh sinyal WiFi. Perubahan ketebalan sebuah objek akan berpengaruh pada intensitas

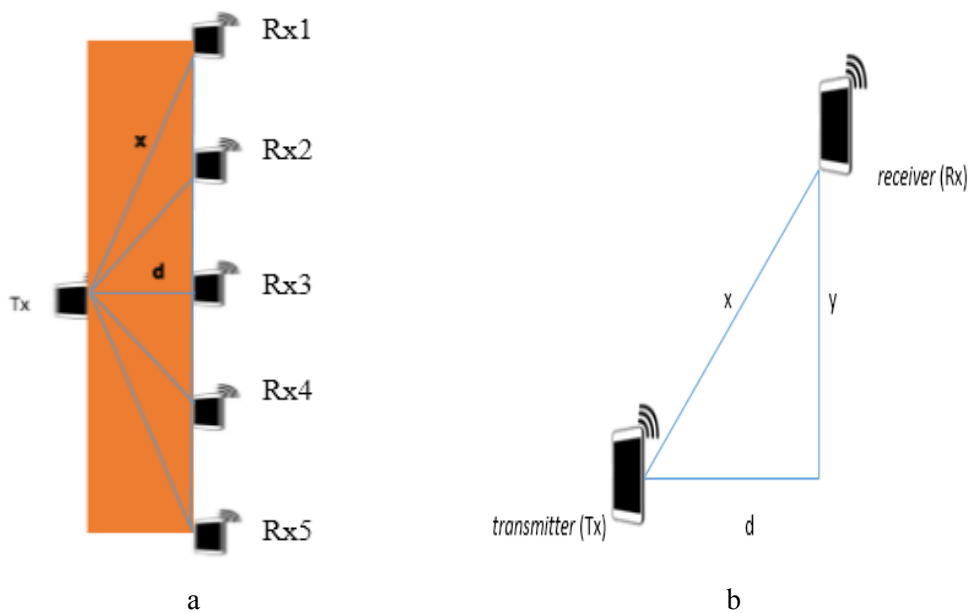
gelombang WiFi yang diterima oleh *receiver*. Nilai intensitas yang didapatkan diolah untuk mendapatkan nilai koefisien pelemahannya.

Proses sinyal pada *transmitter* yang dilewatkan pada penampang dan diterima oleh *receiver* dapat dilihat melalui gambar 3.2 di bawah ini



Gambar 3. 2 Sinyal yang dilewatkan pada penampang

Proses sinyal pada *transmitter* yang dilewatkan dan diterima oleh *receiver* dengan proyeksi dapat dijelaskan melalui gambar 3.3 di bawah ini



Gambar 3. 3 (a) Gambar proyeksi *transmitter* terhadap beberapa titik *receiver* (b) Gambar contoh proyeksi *transmitter* terhadap *receiver* untuk mendapatkan nilai x

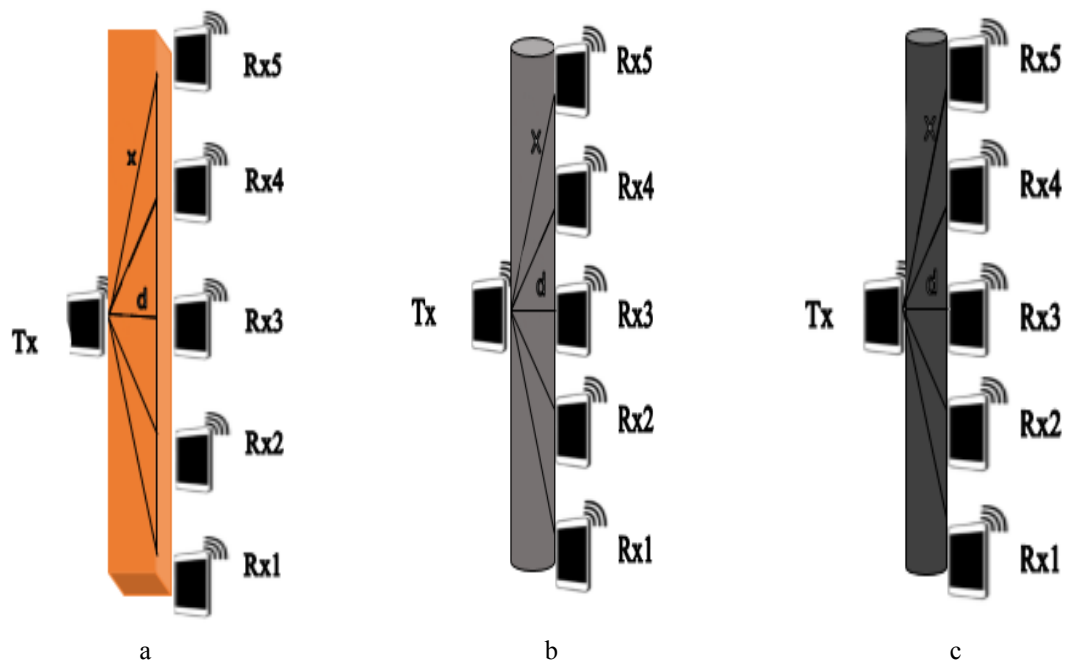
Pada gambar 3.3 tentang proyeksi *transmitter* dan *receiver* menjelaskan bahwa letak dari *receiver* akan digeser. Setiap pergeseran *receiver* akan diambil nilai intensitasnya sehingga nilai intensitas yang terbaca berbeda pada setiap titik. Nilai d adalah ketebalan tembok, nilai y adalah nilai tegak lurus jarak *receiver* terhadap *transmitter* sedangkan x adalah nilai jarak *transmitter* dan *receiver*.

Maka nilai I . Nilai x tersebut dimasukkan pada persamaan:

Nilai I_0 merupakan intensitas sinyal sebelum melewati objek, adalah intensitas sinyal yang ditransmisikan setelah melewati jarak x melalui objek.

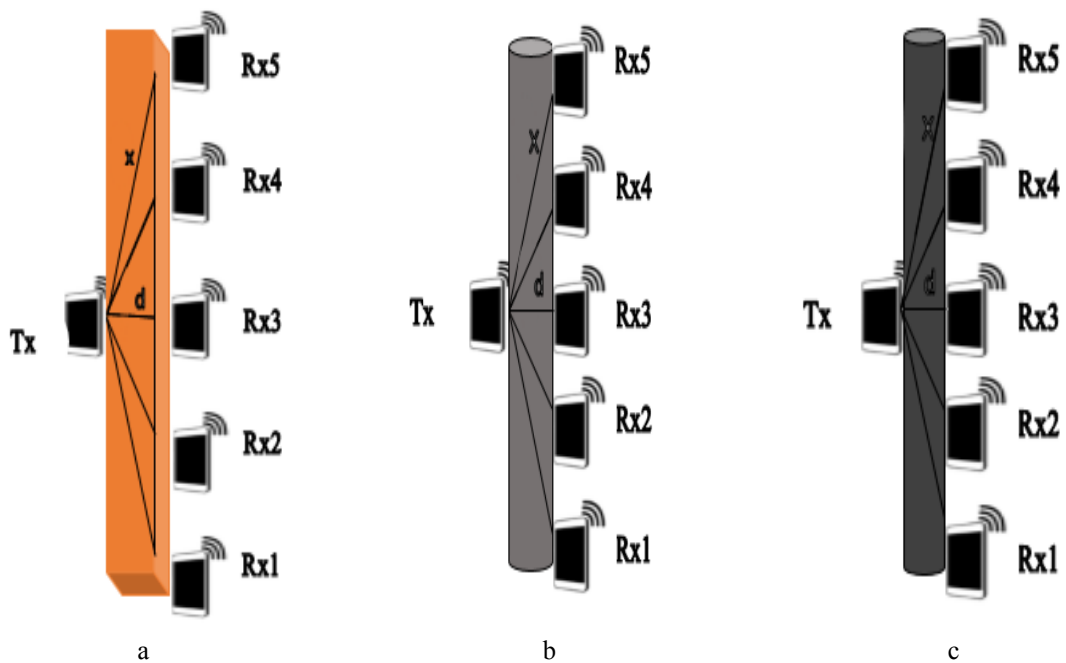
Perbedaan komposisi objek melintang dan jarak x akan menghasilkan pelemahan sinyal WiFi yang berbeda. Pada percobaan berikut akan dicari dulu nilai intensitas awal (tidak ada penghalang antara *receiver* dan *transmitter*). Berikut percobaan pada penelitian ini :

1. Percobaan 1: rancangan percobaan menggunakan bahan berbeda. Dari percobaan 1 ini akan ditemukan variasi pelemahan sinyal WiFi dari objek yang berbeda lalu data data tersebut diambil rata-ratanya sehingga ditemukan nilai koefisien pelemahan batu bata, pipa berisi air dan kabel. Gambar di bawah ini yaitu tembok memiliki ketebalan 4 cm, pipa PVC dengan ukuran $\frac{1}{2}$ dim dan gambar c kabel isi 2 tembaga dengan panjang 24 cm.



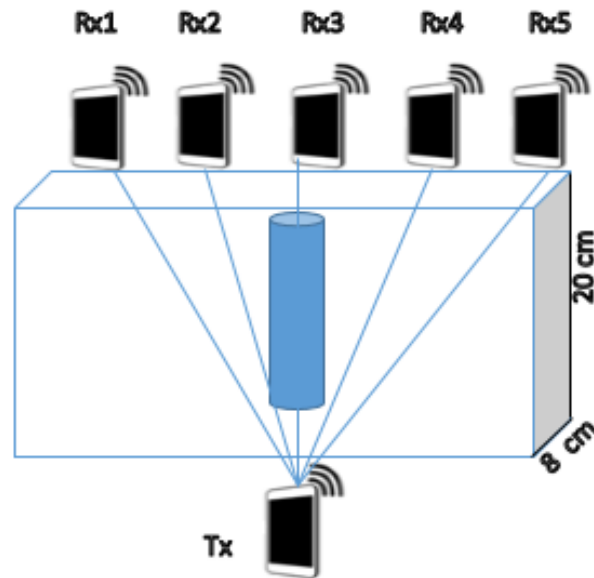
Gambar 3. 4 (a) Menemukan pelemahan tembok (b) Menemukan pelemahan pipa berisi air (c) Menemukan pelemahan kabel

2. Percobaan 2 : rancangan percobaan seperti gambar menggunakan yaitu tembok, pipa berisi air dan kabel. Dari percobaan 2 ini akan ditemukan variasi pelemahan gelombang WiFi berdasarkan ketebalan. Ketebalan tembok yaitu 8 cm dan 12 cm. Pipa PVC dengan ukuran 1 dan 3/4 dim divariasikan hingga 3 kali pengambilan data intensitas sinyal WiFi. Kabel berisi 3 dan 4 tembaga dengan ukuran panjang 24 cm.



Gambar 3.5 (a) sinyal yang dilewatkan pada penampang tembok dengan ditambah 2 variasi ketebalan (8 cm dan 12 cm) (b) sinyal yang dilewatkan pada penampang pipa berisi air dengan ditambah 2 variasi ukuran (1 dim dan $\frac{3}{4}$ dim) (c) sinyal yang dilewatkan pada penampang kabel dengan ditambah 2 variasi jumlah tembaga

3. Percobaan 3 ini menggunakan tembok yang sebagian temboknya ada pipa berisi air dan kabel di bagian dalamnya. Tembok ditempatkan diantara *transmitter* dan *receiver* yang posisinya disejajarkan. Lalu data intensitas di tiap posisi diambil, untuk dicari anomali pelemahan intensitas sinyal WiFi. Berdasarkan anomali tersebut nantinya akan diketahui posisi dari pipa berisi air dan kabel yang berada di dalam tembok. Pada percobaan ketiga *transmitter* digeser 3 kali.



Gambar 3.6 Percobaan 3 menemukan pelemahan pipa berisi air dan kabel tanpa diketahui posisinya

3.3 Definisi Operasional Variabel dan Skala Pengukuran

Variabel dalam penelitian ini ada 2 bagian yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi variabel terikat. Variabel terikat yaitu variabel yang nilainya mengikuti variabel bebas. Variabel bebas dan variabel terikat pada penelitian ini yaitu:

- Variabel bebas yang digunakan yaitu ketebalan tembok dan posisi penempatan pipa (berisi air) dan kabel dalam tembok.
- Variabel terikat yang digunakan yaitu nilai pelemahan gelombang WiFi dan ketebalan objek. Nilai pelemahan gelombang WiFi
- Data model yang digunakan yaitu ketebalan tembok divariasikan dan posisi objek diletakkan bebas dimana saja. Nilai I akan menunjukkan posisi pipa yang berisi air atau kabel dalam tembok

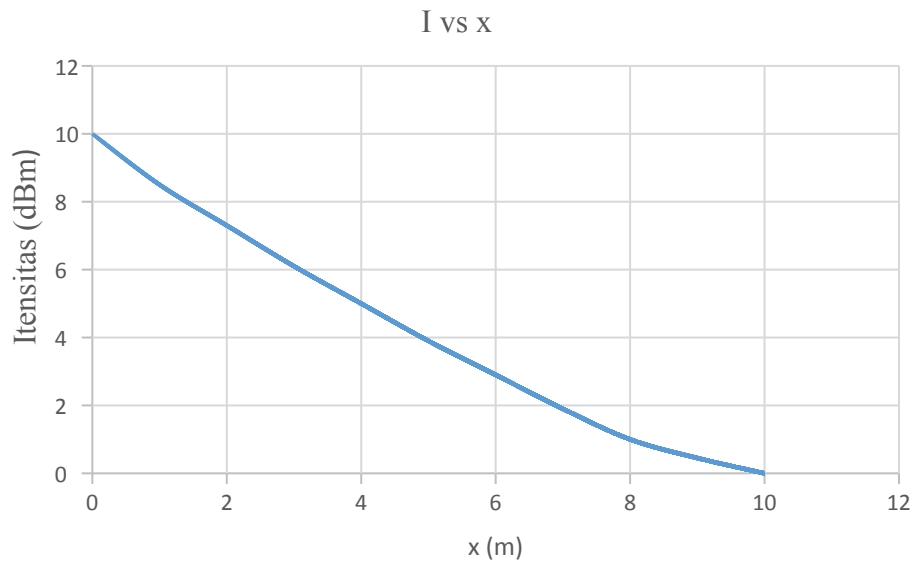
3.4 Kerangka Pemecahan Masalah

Permasalahan ini dapat diaplikasikan untuk bidang sipil yaitu menentukan pipa air dan kabel di dalam tembok. Untuk mendapatkan gambaran dari objek yang diamati dengan lebih teliti sangat diperlukan model matematis dan proyeksi dari pelemahan gelombang WiFi yang melewati objek sehingga mampu menentukan benda jenis apa yang teramati, dengan ketebalan dan jaraknya.

Data intensitas WiFi dari *transmitter* yang diterima oleh *receiver* akan diolah. Proses untuk mendapatkan model matematisnya menggunakan percobaan dengan jenis objek yang sama lalu divariasikan ketebalan objek tersebut dan langkah selanjutnya objek ditempatkan di dalam tembok kemudian nilai intensitas dicatat. Dari percobaan ini akan didapatkan pelemahan intensitas sinyal WiFi yang berbeda-beda.

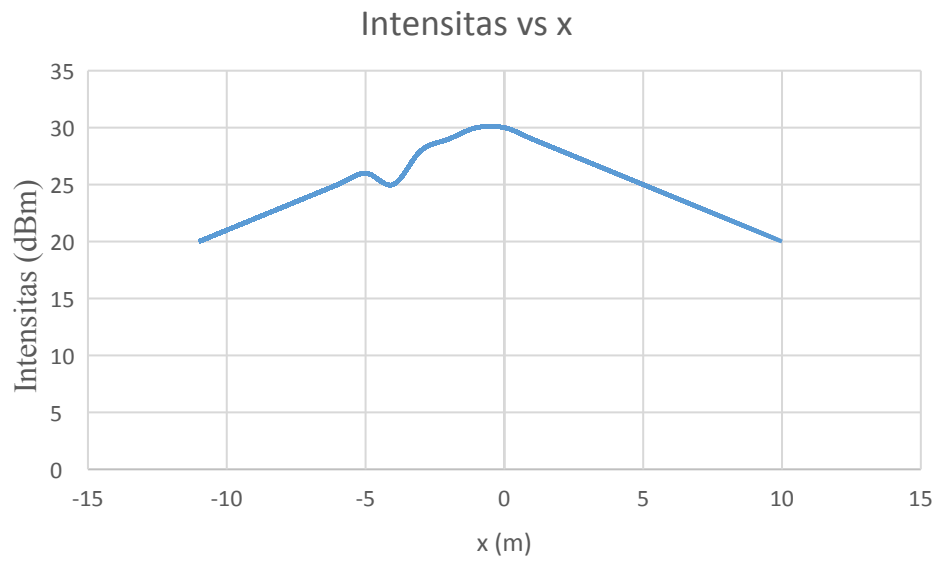
3.5 Metode Analisis Data

Data intensitas yang diterima WiFi tiap perubahan ketebalan objek akan diperoleh pelemahan intensitas seiring ketebalan objek yang diberikan semakin besar. Data yang diperoleh dari *receiver* akan didapat variasi pelemahan berdasarkan ketebalan objek. Dari data tersebut akan dibuat grafik hubungan I dengan x ketebalan objek dan ditarik garis lurus yang mewakili titik-titik data tersebut sehingga mampu diperoleh gradiennya. Grafik ini bisa diperoleh nilai (α) berdasarkan gradien grafik tersebut.



Gambar 3. 7 Grafik hubungan antara intensitas dan ketebalan

Grafik tersebut didapat nilai α yang diwakili oleh kemiringan grafik atau gradien. Setelah mendapatkan nilai pelemahan untuk tembok, kabel dan pipa PVC seperti gambar 3.7 maka selanjutnya adalah mengukur pelemahan setiap sisi tembok yang telah ditentukan. Kemudian menentukan anomali pelemahan dari pelemahan tembok yang telah terukur tadi. Posisi saat terukur anomali (perubahan signifikan) tadi diindikasikan sebagai posisi yang terdapat pipa berisi air dan kabel di bagian dalam temboknya. Kemudian posisi pipa berisi air dan kabel berdasarkan data percobaan dibandingkan dengan posisi keadaan riilnya. Selain Rx yang digerakkan Tx digeser juga sebanyak tiga kali. Dari data-data yang diperoleh maka akan dapat dibuat grafik hubungan antara I vs x. Dari keberadaan objek akan menunjukkan adanya anomali pada grafik tersebut seperti yang dituliskan pada gambar 3.8 berikut.



Gambar 3. 8 Grafik hubungan antara intensitas dan ketebalan dengan proyeksi *receiver* bergerak

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian aplikasi *through wall imaging* berbasis gelombang WiFi pada *smartphone* untuk deteksi benda di dalam tembok yaitu:

1. Percobaan dengan bahan batu bata, pipa PVC berisi air, dan kabel memiliki perubahan intensitas sinyal WiFi yang berbeda. Nilai koefisien pelemahan batu bata berada direntang 5 dan 16. Pipa PVC berisi air didapatkan nilai koefisien pelemahan 8 dan 23 dan untuk kabel yaitu 6 dan 34. Ketika bahan divariasikan ketebalannya nilai yang didapatkan semakin melemah. Semakin jarak *transmitter* dan *receiver* jauh maka nilai intensitas semakin kecil.
2. Pada percobaan aplikasi ketika di tempatkan pipa PVC berisi air dan kabel di dalam tembok (batu bata) terjadi banyak anomali, sehingga peneliti mendapat kesulitan dalam menganalisis hasil. Secara umum terdapat pelemahan yang dapat dicurigai sebagai akibat penambahan bahan lain. Meskipun alat yang digunakan berupa WiFi *smartphone* yang cenderung belum stabil hasil tetapi hasil yang didapatkan sudah cukup baik.

5.2 Saran

Terdapat beberapa saran dari penulis yang dapat dijadikan proyeksi untuk penelitian selanjutnya. Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu lebih divariasikan ukuran dan jenis bahan yang digunakan. *Smartphone* sendiri memiliki fasilitas sinyal 2G, 3G dan 4G untuk penelitian ini sinyal yang digunakan adalah sinyal 3G mungkin penelitian berikutnya dapat dicoba sinyal 4G. Sinyal WiFi *smartphone* masih belum cukup stabil sehingga peneliti selanjutnya harus memeriksa kestabilan WiFi. Selain itu juga pada sinyal WiFi sangat sensitif mungkin untuk penelitian selanjutnya harus memperhatikan keadaan sekitar, misal ada orang yang bergerak atau ada benda yang menghalangi sinyal WiFi maka dari itu lebih diperhatikan kembali agar intensitas yang didapat akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Callister, W.D., dan D.G Rethwisch. 2013. *Material Science and Engenering An Introduction*. ed. USA: John Wiley dan Sonc.
- Das, A. 2007. *Microwave Engineering*. New Delhi: Tata McGraw-Hill.
- Edwards, J., dan Rogers, G.S. 2003. *An Introduction to Wireless Technology*. New Jersey: Prentice Hall.
- Forouzan, B. 2007. *TCP/IP Protocol Suite*. ed. New York: McGraw-Hill Companies.
- Griffiths, D.J. 1999. *Introduction to Electrodinamics*. ed. New Jersey : Prentice Hall.
- Hu, B., 2013. WiFi Based Indoor Positioning System Using Smartphones. Australia: School of Mathematical and Geospatial Sciences College of Science, Engineering and Health Royal Melbourne Institute of Technology (RMIT) University.
- Khasanah, N., Santoso ,T.B., dan Mahmudah ,H. 2010. Visualisasi Propagasi Gelombang *Indoor* Pada Wi-Fi 2,4 GHz. *Jurnal*. Surabaya: ITS.1-6.
- Peabody, J E., J.R Gregory, Charvat, J. Goodwin, dan M. Tobias. 2012. Through-Wall Imaging Radar. *Lincon Laboratory journal*. 19(1):42-118.
- Peterson, A.F., Ray, S.L. dan Mitra, R. 1998. *Computational Methods For Electromagnetics*. New York: The Institute of Electrical and Electronics Electronics Engineers, Inc.
- Prabowo, R.E., Y. Gatot., dan M.I Nurwidyanto.2006. Pemodelan Tomografi *Cross Hole* Metode Geolistrik Resistivitas (Bentuk Anomali Silindris). *Jurnal* .9(1):23-30.
- Sari, M. W. Tanpa tahun. Analisis Keamanan Jaringan Wi-Fi Menggunakan Metode Signal Scanning di Fakultas Teknik Universitas PGRI Yogyakarta. Yogyakarta: Universitas PGRI Yogyakarta.
- Srirahayu, A., Y.H. Pramono, dan M.S. Muntini. 2015. Antena *Monopole* sebagai *Transceiver Wi-Fi* Frekuensi 2,4 GHz pada Saluran Transmisi Silinder (Pipa PDAM). *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXIX HFI Jateng & DIY*. 25 April 2015. *Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)*

- Sutomo., Z Petrus, dan E, Karyanta. 2012. Desain Konseptual Perisai Irradiator Gamma. *Jurnal nuklir*. 6(1): 1-9.
- Swamardika, A. 2009. Pengaruh Radiasi Gelombang Elektromagnetik Terhadap Kesehatan Manusia. *Jurnal*. 1-4
- Victorya, R.S. 2015. Effects Of Handphone's Electromagnetic Wave Exposure On Seminiferous Tubules. *Jurnal*. 1-6
- Warsito. 2005. Review: Komputasi Tomografi dan Aplikasinya dalam Proses Industri. *Prosiding Semiloka Teknologi Simulasi dan Komputasi serta Aplikasi*: 1-11.

LAMPIRAN

4.1 Lampiran gambar, data dan grafik koefisien pelemahan pada batu bata

4.4.1 Lampiran Gambar pengukuran intensitas pada tembok



Pengukuran intensitas pada tembok (batu bata) ketebalan 4 cm



Pengukuran intensitas pada tembok (batu bata) ketebalan 8 cm



Pengukuran intensitas pada tembok (batu bata) ketebalan 12 cm

Data pengukuran intensitas sinyal WiFi yang diterima oleh *receiver* bernilai negatif (-) pada pembacaan aplikasi *smartphone*.

4.1.2 Lampiran data hasil pengukuran intensitas pada tembok (batu bata)

Tabel Lampiran 1. Data hasil pengukuran intensitas pada ketebalan bata 4 cm

No	I (dBm)			Io (dBm)			I(dBm)	Io(dBm)	x (cm)	ln(I/Io)
	1	2	3	1	2	3				
1	53	53	56	28	28	28	-54	-28	34,2	-6
2	48	48	48	26	26	26	-48	-26	32,2	-5,1
3	49	49	49	26	26	26	-49	-26	30,3	-5,3
4	46	46	49	26	26	26	-47	-26	28,3	-4,8
5	45	45	45	25	25	25	-45	-25	26,3	-4,6
6	46	46	46	25	25	25	-46	-25	24,3	-4,8
7	45	45	45	22	22	22	-45	-22	22,4	-5,3
8	40	40	40	20	20	20	-40	-20	20,4	-4,6
9	38	38	38	19	19	19	-38	-19	18,4	-4,4
10	35	35	35	18	18	18	-35	-18	16,5	-3,9
11	34	34	34	18	18	18	-34	-18	14,6	-3,7
12	34	34	34	17	17	17	-34	-17	12,6	-3,9
13	33	33	33	17	17	17	-33	-17	10,8	-3,7
14	31	31	32	16	16	16	-31	-16	8,9	-3,5
15	31	33	31	14	14	14	-32	-14	7,2	-4,1
16	31	31	31	14	14	14	-31	-14	5,6	-3,9
17	31	32	30	14	14	14	-31	-14	4,4	-3,9
18	31	31	31	12	12	12	-31	-12	4	-4,4
19	30	30	30	19	19	19	-30	-19	4,4	-2,5
20	31	31	31	20	20	20	-31	-20	5,6	-2,5
21	35	35	37	22	22	22	-36	-22	7,2	-3,1
22	38	38	38	23	23	23	-38	-23	8,9	-3,5
23	41	41	41	25	25	25	-41	-25	10,8	-3,7
24	45	45	45	28	28	28	-45	-28	12,6	-3,9
25	47	48	48	30	30	30	-48	-30	14,6	-4,1
26	49	49	49	30	30	29	-49	-30	16,5	-4,5
27	50	50	51	33	33	33	-50	-33	18,4	-4
28	52	52	50	30	30	30	-51	-30	20,4	-4,9
29	55	55	55	31	31	31	-55	-31	22,4	-5,5
30	58	57	58	32	32	32	-58	-32	24,3	-5,9
31	59	58	59	33	33	33	-59	-33	26,3	-5,9
32	60	63	60	32	32	32	-61	-32	28,3	-6,7
33	64	64	62	33	33	33	-63	-33	30,3	-7
34	64	63	64	34	34	34	-64	-34	32,2	-6,8
35	64	66	69	38	38	38	-66	-38	34,2	-6,5

Tabel Lampiran 2. Data hasil pengukuran intensitas pada ketebalan bata 8 cm

No	I (dBm)			Io (dBm)			I (dBm)	Io (dBm)	x(cm)	ln(I/Io)
	1	2	3	1	2	3				
1	57	57	57	35	35	35	-57	-35	34,9	-4
2	55	55	55	33	33	33	-55	-33	33	-5,1
3	55	54	54	33	33	33	-54	-33	31	-4,9
4	54	54	54	33	33	33	-54	-33	29,1	-4,8
5	53	53	53	32	32	32	-53	-32	27,2	-4,8
6	52	53	53	31	31	31	-53	-31	25,3	-5
7	51	51	51	30	30	30	-51	-30	23,4	-4,8
8	49	50	50	30	30	30	-50	-30	21,5	-4,5
9	49	49	49	27	28	28	-49	-28	19,7	-4,9
10	46	46	46	26	26	26	-46	-26	17,9	-4,6
11	44	44	44	25	25	25	-44	-25	16,1	-4,4
12	44	41	44	25	25	25	-43	-25	14,4	-4,1
13	40	41	41	24	25	23	-41	-24	12,8	-3,8
14	39	39	39	23	23	23	-39	-23	11,3	-3,7
15	38	38	38	22	22	22	-38	-22	10	-3,7
16	37	37	37	22	22	22	-37	-22	8,94	-3,5
17	33	33	33	21	21	21	-33	-21	8,25	-2,8
18	32	32	32	20	20	20	-32	-20	8	-2,8
19	31	33	32	23	23	23	-32	-23	8,2	-2,1
20	33	34	34	23	23	23	-34	-23	8,9	-2,5
21	37	37	37	26	26	26	-37	-26	10	-2,5
22	40	40	41	29	29	29	-40	-29	11,3	-2,6
23	45	45	45	30	30	30	-45	-30	12,8	-3,5
24	47	47	47	31	31	31	-47	-31	14,4	-3,7
25	48	48	48	33	33	33	-48	-33	16,1	-3,5
26	50	50	50	33	33	33	-50	-33	17,9	-3,9
27	50	51	51	33	33	33	-51	-33	19,7	-4,1
28	53	53	52	35	35	35	-53	-35	21,5	-4,1
29	55	54	54	37	37	37	-54	-37	23,4	-4
30	56	56	56	38	38	38	-56	-38	25,3	-4,1
31	56	56	56	34	34	34	-56	-34	27,2	-5,1
32	55	58	58	34	34	34	-57	-34	29,1	-5,3
33	56	58	58	35	35	35	-57	-35	31	-5,1
34	56	58	59	35	35	35	-58	-35	33	-5,2
35	57	59	59	34	34	34	-58	-34	34,9	-5,6

Tabel Lampiran 3. Data hasil pengukuran intensitas pada ketebalan bata 12 cm

No	I (dBm)			Io (dBm)			I(dBm)	Io(dBm)	x(cm)	ln(I/Io)
	1	2	3	1	2	3				
1	61	61	63	35	35	35	-62	-35	36,1	-6,1
2	61	61	60	34	34	24	-61	-31	34,2	-6,9
3	59	59	60	33	32	36	-59	-34	32,3	-5,9
4	59	59	59	33	32	32	-59	-32	30,5	-6,1
5	58	58	58	32	32	32	-58	-32	28,6	-6
6	59	57	57	32	32	33	-58	-32	26,8	-5,8
7	57	57	57	32	30	32	-57	-31	25,1	-5,9
8	58	57	57	31	32	31	-57	-31	23,3	-6
9	56	56	56	31	31	31	-56	-31	21,6	-5,8
10	55	55	54	31	31	32	-55	-31	20	-5,4
11	55	55	55	33	33	25	-55	-30	18,4	-5,7
12	54	54	54	32	30	30	-54	-31	17	-5,4
13	53	43	43	30	30	30	-46	-30	15,6	-3,8
14	51	52	52	29	29	27	-52	-28	14,4	-5,4
15	49	49	49	26	26	26	-49	-26	13,4	-5,3
16	49	49	49	25	25	25	-49	-25	12,6	-5,5
17	46	46	46	25	25	25	-46	-25	12,2	-4,8
18	44	44	44	21	21	21	-44	-21	12	-5,3
19	45	45	45	21	21	21	-45	-21	12,2	-5,5
20	46	46	47	21	21	21	-46	-21	12,6	-5,8
21	47	47	47	25	25	25	-47	-25	13,4	-5,1
22	49	49	49	26	26	26	-49	-26	14,4	-5,3
23	50	50	50	27	27	27	-50	-27	15,6	-5,3
24	51	51	51	27	27	27	-51	-27	17	-5,5
25	53	53	53	29	30	30	-53	-30	18,4	-5,4
26	50	50	50	30	30	29	-50	-30	20	-4,7
27	52	51	51	30	30	30	-51	-30	21,6	-4,9
28	52	52	52	31	21	25	-52	-26	23,3	-6,1
29	53	53	53	26	26	26	-53	-26	25,1	-6,2
30	54	54	54	26	26	26	-54	-26	26,8	-6,4
31	55	55	55	27	27	27	-55	-27	28,6	-6,4
32	56	56	56	28	28	28	-56	-28	30,5	-6,4
33	57	57	57	32	32	32	-57	-32	32,3	-5,8
34	62	62	60	35	35	35	-61	-35	34,2	-6,1
35	62	62	60	35	34	35	-61	-35	36,1	-6,1

4.2. Lampiran gambar, data dan grafik pengukuran intensitas pada pipa PVC isi air

4.2.1 Lampiran gambar pengukuran intensitas pada pipa PVC isi air



Pengukuran intensitas pada pipa PVC berisi air ukuran 1 dim



Pengukuran intensitas pada pipa PVC berisi air ukuran 3/4 dim



Pengukuran intensitas pada pipa PVC berisi air ukuran 1/2 dim

4.2.2 Tabel lampiran data hasil pengukuran intensitas pipa PVC

Tabel Lampiran 4. Data hasil pengukuran intensitas pipa PVC 1 dim

No	I			Io			I (dBm)	Io(dBm)	x(cm)	ln(I/Io)
	1	2	3	1	2	3				
1	44	44	44	0	30	30	-44	-30	18,3	-3,2
2	40	40	41	7	27	27	-40	-27	16,3	-3,1
3	35	35	35	8	28	28	-35	-28	14,4	-1,6
4	34	34	34	8	28	28	-34	-28	12,4	-1,4
5	34	34	34	5	25	25	-34	-25	10,5	-2,1
6	33	34	33	3	23	24	-33	-23	8,6	-2,3
7	33	33	33	1	21	21	-33	-21	6,8	-2,8
8	32	32	32	7	17	17	-32	-17	5,1	-3,5
9	29	29	29	4	14	14	-29	-14	3,7	-3,5
10	35	35	35	3	13	13	-35	-13	3,2	-5,1
11	29	29	29	4	14	14	-29	-14	3,7	-3,5
12	31	31	31	5	15	15	-31	-15	5,1	-3,7
13	32	32	32	6	16	16	-32	-16	6,8	-3,7
14	41	41	41	7	17	17	-41	-17	8,6	-5,5
15	42	42	42	8	18	19	-42	-18	10,5	-5,4
16	42	42	42	0	20	20	-42	-20	12,4	-5,1
17	40	40	40	2	22	22	-40	-22	14,4	-4,1
18	43	43	43	1	21	21	-43	-21	16,3	-5,1
19	44	44	44	2	22	22	-44	-22	18,3	-5,1

Tabel Lampiran 5. Data hasil pengukuran intensitas pipa PVC 3/4 dim

No	I			Io			i (dBm)	Io(dBm)	x (cm)	ln(I/Io)
	1	2	3	1	2	3				
1	48	48	48	1	31	31	-48	-31	18,2	-3,9

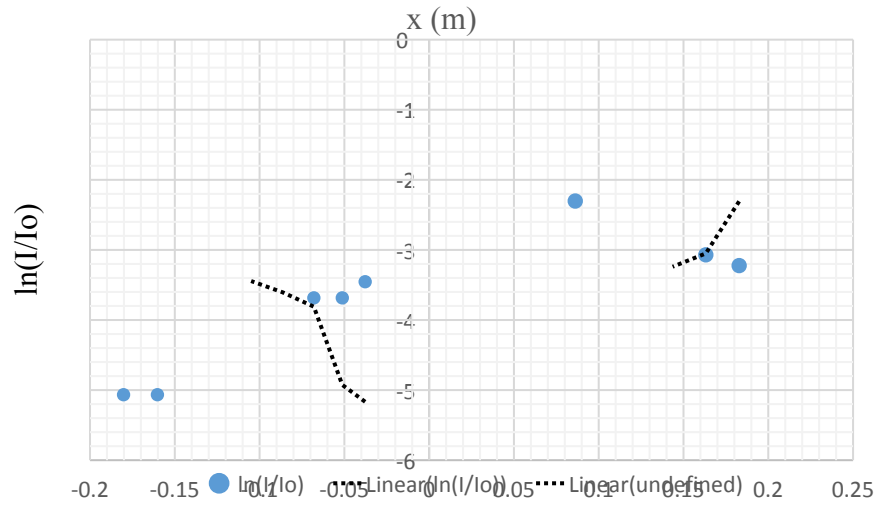
2	48	48	48	2	8	28	28	-48	-28	16,2	-4,6
3	45	45	45	2	7	27	27	-45	-27	14,2	-4,1
4	43	43	43	2	7	27	27	-43	-27	12,3	-3,7
5	41	41	41	2	7	27	27	-41	-27	10,3	-3,2
6	39	39	39	1	9	19	19	-39	-19	8,4	-4,6
7	38	38	38	1	8	18	18	-38	-18	6,5	-4,6
8	37	37	37	1	5	15	16	-37	-15	4,7	-5
9	35	35	35	1	3	13	15	-35	-14	3,2	-4,9
10	36	36	36	1	3	13	13	-36	-13	2,6	-5,3
11	38	38	38	1	3	13	13	-38	-13	3,2	-5,8
12	38	38	38	1	4	14	14	-38	-14	4,7	-5,5
13	42	42	42	1	7	17	17	-42	-17	6,5	-5,8
14	48	48	48	2	0	20	20	-48	-20	8,4	-6,4
15	44	44	45	2	1	21	21	-44	-21	10,3	-5,4
16	44	44	44	2	1	21	21	-44	-21	12,3	-5,3
17	45	45	46	2	1	21	21	-45	-21	14,2	-5,6
18	48	48	48	2	1	21	21	-48	-21	16,2	-6,2
19	49	49	49	2	3	23	23	-49	-23	18,2	-6

Tabel Lampiran 6. Data hasil pengukuran intensitas pipa PVC 1/2 dim

No	I (dBm)			Io (dBm)			I (dBm)	Io (dBm)	x (cm)	ln(I/Io)
	1	2	3	1	2	3				
1	45	45	45	2	5	25	-45	-25	18,1	-4,6
2	41	41	40	2	3	23	-41	-23	16,2	-4,1
3	37	37	38	2	4	24	-37	-24	14,2	-3,1
4	35	35	35	2	0	20	-35	-20	12,2	-3,5
5	41	41	35	1	9	19	-39	-19	10,2	-4,6
6	34	34	34	2	0	20	-34	-20	8,3	-3,2
7	32	36	36	1	9	19	-35	-19	6,3	-3,6
8	33	33	33	1	7	17	-33	-17	4,5	-3,7
9	33	34	34	1	6	16	-34	-16	2,9	-4,1
10	34	34	34	1	1	11	-34	-11	2,2	-5,3
11	32	35	34	1	3	13	-34	-13	2,9	-4,8
12	34	34	34	1	4	14	-34	-14	4,5	-4,6
13	34	34	34	1	6	16	-34	-16	6,3	-4,1
14	37	33	33	2	0	20	-34	-20	8,3	-3,3
15	34	34	34	2	0	20	-34	-20	10,2	-3,2
16	38	38	38	2	0	20	-38	-20	12,2	-4,1
17	37	37	37	2	1	21	-37	-21	14,2	-3,7
18	38	38	38	2	1	21	-38	-21	16,2	-3,9
19	40	46	46	2	1	21	-44	-21	18,1	-5,3

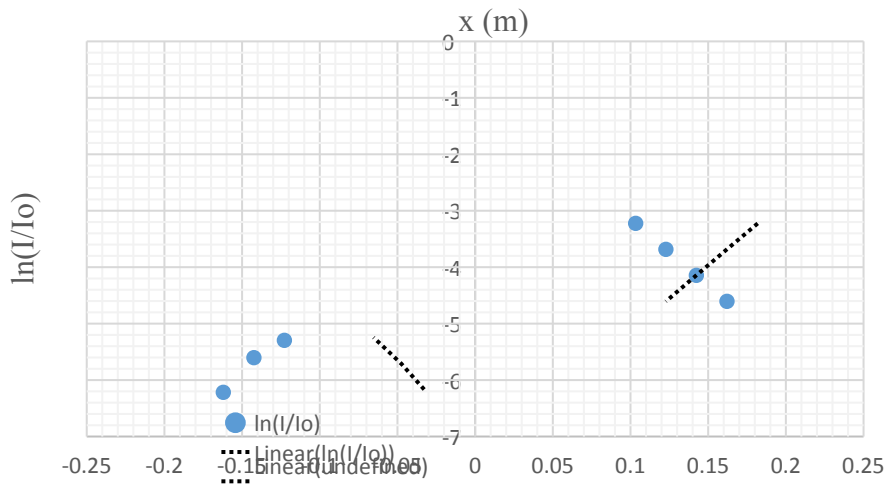
4.2.3 Grafik koefisien pelemahan hasil pengukuran intensitas pipa PVC

Grafik hubungan antara intensitas $\ln(I/I_0)$ dengan x

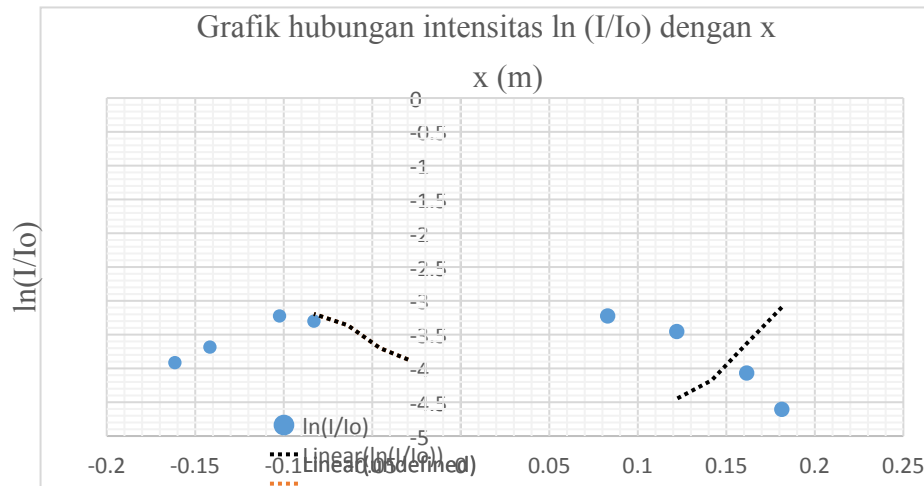


Gambar 4.7 Grafik hubungan antara $\ln(I/I_0)$ Vs x pada pipa PVC 1 dim

Grafik hubungan antara intensitas $\ln(I/I_0)$ dengan x



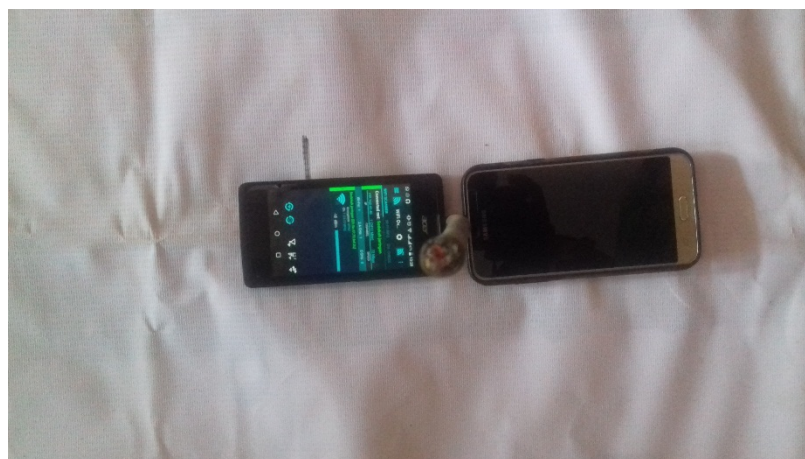
Grafik hubungan antara $\ln(I/I_0)$ Vs x pada pipa PVC 3/4 dim



Grafik hubungan antara intensitas $\ln(I/I_0)$ terhadap x pada pipa PVC 1/2 dim

4.3 Lampiran gambar, data dan grafik pengukuran intensitas pada kabel

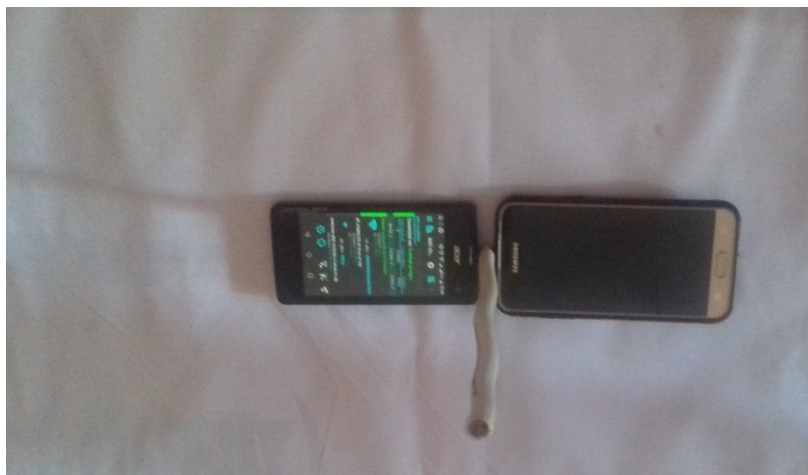
4.3.1 Lampiran gambar pengukuran intensitas pada kabel



Gambar pengukuran intensitas pada kabel 4 tembaga



Gambar pengukuran intensitas pada kabel 3 tembaga



Gambar pengukuran intensitas pada kabel 2 tembaga

4.3.2 Lampiran tabel data hasil pengukuran intensitas pada kabel

Tabel Lampiran 7. Data hasil pengukuran intensitas kabel isi 4 tembaga

No	I (dBm)			Io (dBm)			I (dBm)	Io (dBm)	x(cm)	ln(I/Io)
	1	2	3	1	2	3				
1	42	42	47	27	27	27	-44	-27	18	-4,1
2	40	40	40	26	26	26	-40	-26	16	-3,2
3	37	37	37	26	26	26	-37	-26	14	-3,1

4	34	34	34	24	24	23	-34	-24	12	-3,2
5	34	34	34	20	20	20	-34	-20	10	-3,6
6	31	31	31	16	16	23	-31	-18	8,06	-3,2
7	28	28	31	17	17	17	-29	-17	6,08	-3
8	26	26	26	16	16	16	-26	-16	4,12	-2,8
9	17	25	25	14	14	14	-22	-14	2,24	-1,9
10	23	23	23	14	14	14	-23	-14	1	-2,1
11	34	34	34	14	14	14	-34	-14	2,24	-4,1
12	35	35	35	16	16	16	-35	-16	4,12	-4,4
13	38	36	37	16	16	16	-37	-16	6,08	-4,4
14	39	37	37	18	18	18	-38	-18	8,06	-4,5
15	35	39	39	18	18	18	-38	-18	10	-4,5
16	36	43	38	18	18	18	-39	-18	12	-4,4
17	37	41	40	20	20	20	-39	-20	14	-4,7
18	38	41	55	19	19	19	-45	-19	16	-5,2
19	58	58	58	22	22	22	-58	-22	18	-13

Tabel Lampiran 8. Data hasil pengukuran intensitas kabel isi 3 tembaga

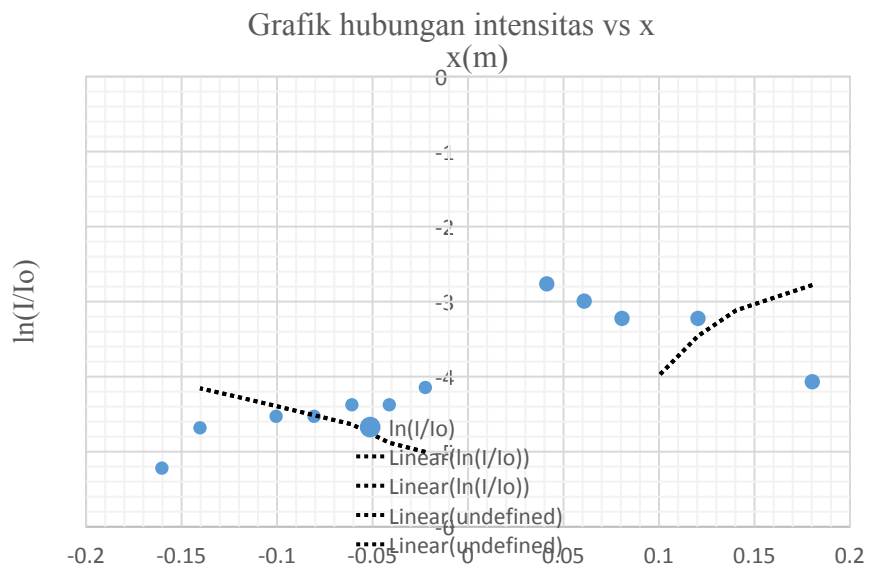
No	I (dBm)			Io (dBm)			I (dBm)	Io (dBm)	x (cm)	ln(I/Io)
	1	2	3	1	2	3				
1	50	50	50	33	33	33	-50	-33	18	-3,9
2	50	50	51	27	27	28	-50	-27	16	-5,3
3	50	50	50	27	27	27	-50	-27	14	-5,3
4	43	43	43	27	27	27	-43	-27	12	-3,7
5	40	40	41	26	26	26	-40	-26	10	-3,3
6	36	37	37	25	25	25	-37	-25	8,0	-2,7
7	34	34	34	25	25	25	-34	-25	6,0	-2,1
8	30	30	30	16	16	16	-30	-16	4,1	-3,2
9	27	24	27	17	17	17	-26	-17	2,1	-2,1
10	28	28	28	14	14	14	-28	-14	0,9	-3,2
11	34	34	34	18	18	18	-34	-18	2,1	-3,7
12	37	37	37	18	18	18	-37	-18	4,1	-4,4
13	35	35	35	16	16	16	-35	-16	6,0	-4,4
14	36	36	36	14	14	14	-36	-14	8,0	-5,1
15	39	39	39	15	15	15	-39	-15	10	-5,5
16	40	43	43	18	18	18	-42	-18	12	-5,5
17	39	39	39	18	18	18	-39	-18	14	-4,8
18	40	40	40	18	18	18	-40	-18	16	-5,1
19	44	44	44	19	19	19	-44	-19	18	-5,8

Tabel Lampiran 9. Data hasil pengukuran intensitas kabel isi 2 tembaga

No	I (dBm)			Io (dBm)			I (dBm)	Io (dBm)	x (cm)	ln(I/Io)
	1	2	3	1	2	3				
1	50	53	54	33	33	33	-52	-33	18	-4,5
2	51	51	52	27	27	28	-51	-27	16	-5,5
3	51	51	51	27	27	27	-51	-27	14	-5,5
4	50	50	50	27	27	27	-50	-27	12	-5,3
5	47	47	47	26	26	26	-47	-26	10	-4,8

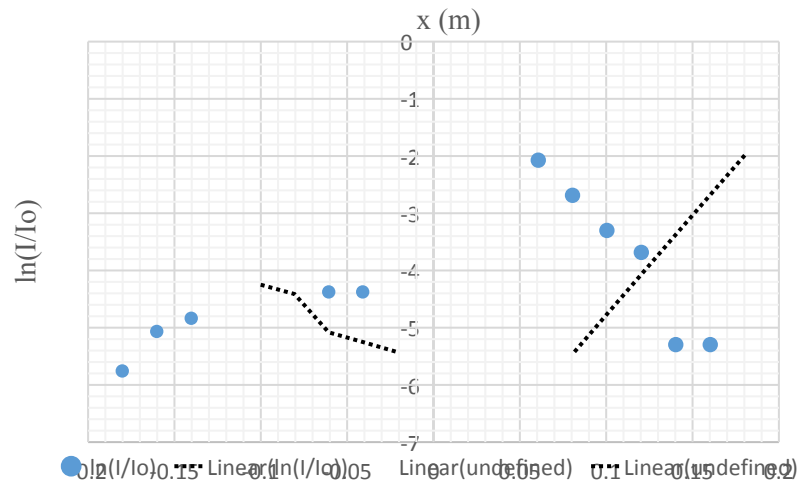
6	46	46	46	25	25	25	-46	-25	8,0	-4,8
7	43	43	44	25	25	25	-43	-25	6,0	-4,2
8	34	34	34	16	16	16	-34	-16	4,1	-4,1
9	27	27	27	17	17	17	-27	-17	2,1	-2,3
10	27	28	28	14	14	14	-28	-14	0,9	-3,1
11	31	30	31	18	18	18	-31	-18	2,1	-2,9
12	30	30	30	18	18	18	-30	-18	4,1	-2,8
13	34	34	34	16	16	16	-34	-16	6,0	-4,1
14	36	36	36	14	14	14	-36	-14	8,0	-5,1
15	36	36	36	15	15	15	-36	-15	10	-4,8
16	38	38	38	18	18	18	-38	-18	12	-4,6
17	37	40	40	18	18	18	-39	-18	14	-4,8
18	40	41	41	18	18	18	-41	-18	16	-5,2
19	42	42	43	19	19	19	-42	-19	18	-5,4

4.3.1 Grafik koefisien pelemahan pada pengukuran intensitas kabel.



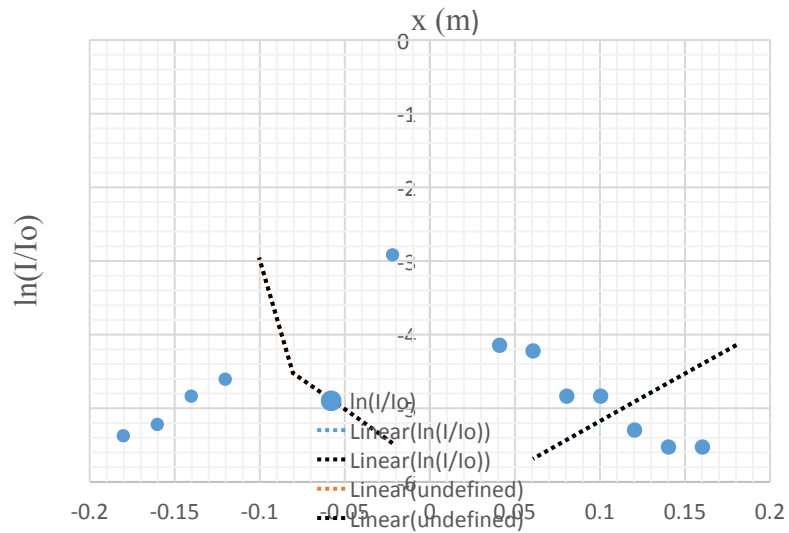
Grafik hubungan antara intensitas $\ln(I/I_0)$ dan jarak pada kabel dengan tembaga isi 4

Grafik hubungan intensitas vs x



Grafik hubungan antara intensitas $\ln(I/I_0)$ dan jarak pada kabel dengan tembaga isi 3

Grafik hubungan intensitas vs x



Grafik hubungan antara intensitas $\ln(I/I_0)$ dan jarak pada kabel dengan tembaga isi 2

4.4 Gambar dan data pengukuran intensitas aplikasi (pipa PVC dan kabel) di dalam tembok

4.4.3 Gambar pengukuran intensitas aplikasi (pipa PVC dan kabel) di dalam tembok



Aplikasi tembok berisi pipa PVC



Aplikasi tembok berisi kabel



Aplikasi tembok berisi kabel

4.4.2 Lampiran data hasil pengukuran intensitas aplikasi pipa PVC berisi air dan kabel di dalam tembok.

Tabel Lampiran 10. Hasil pengukuran tembok(batu bata berisi pipa PVC) transmitter ditengah

No	I (dBm)			Io (dBm)			I(dBm)	Io(dBm)	x(cm)	ln(I/Io)
	1	2	3	1	2	3				
1	53	53	53	40	43	43	-53	-42	21,5	11,3
2	48	48	48	39	39	39	-48	-39	19,7	11,7
3	43	43	43	37	37	37	-43	-37	17,9	12,4
4	43	43	43	36	37	37	-43	-37	16,1	12,4
5	42	42	42	34	35	35	-42	-35	14,4	12,1
6	42	42	42	33	33	33	-42	-33	12,8	11,7
7	43	43	41	33	33	33	-42,3	-33	11,3	11,7
8	38	38	38	30	30	30	-38	-30	10	12
9	36	36	36	29	29	30	-36	-29	8,9	12,3
10	33	33	33	22	22	23	-33	-22	8,2	11,4
11	33	33	35	19	19	19	-33,7	-19	8	10,4
12	32	32	32	19	19	19	-32	-19	8,2	10,8
13	33	33	33	19	19	19	-33	-19	8,9	10,6
14	33	33	33	21	21	22	-33	-21	10	11,1
15	33	33	33	22	22	25	-33	-23	11,3	11,5
16	35	35	37	25	25	29	-35,7	-26	12,8	11,7
17	37	37	37	30	30	30	-37	-30	14,4	12,2
18	37	37	36	33	33	33	-36,7	-33	16,1	13
19	37	38	38	34	34	34	-37,7	-34	17,9	13
20	37	38	38	34	34	34	-37,7	-34	19,7	13
21	39	39	39	36	36	36	-39	-36	21,5	13,1

Tabel Lampiran 11. Pengukuran intensitas tembok (batu bata berisi pipa PVC) posisi transmitter di geser ke kanan

No	I (dBm)			Io (dBm)			I(dBm)	Io(dBm)	x(cm)	ln(I/Io)
	1	2	3	1	2	3				
1	46	47	47	40	43	43	-46,7	-42	21,5	12,7
2	45	45	45	39	39	39	-45	-39	19,7	12,4
3	43	43	43	37	37	37	-43	-37	17,9	12,4
4	42	42	42	36	37	37	-42	-37	16,1	12,6
5	42	42	42	34	35	35	-42	-35	14,4	12,1
6	34	34	34	33	33	33	-34	-33	12,8	13,6
7	33	33	33	33	33	33	-33	-33	11,3	13,8
8	33	33	33	30	30	30	-33	-30	10	13,1
9	32	32	32	29	29	30	-32	-29	8,9	13,2
10	33	33	34	22	22	23	-33,3	-22	8,2	11,3
11	35	35	35	19	19	19	-35	-19	8	10,1
12	35	35	35	19	19	19	-35	-19	8,2	10,1
13	34	34	34	19	19	19	-34	-19	8,9	10,4
14	35	35	35	21	21	22	-35	-21	10	10,7
15	36	36	36	22	22	25	-36	-23	11,3	10,8

16	40	40	40	25	25	29	-40	-26	12,8	10,7
17	44	44	44	30	30	30	-44	-30	14,4	10,6
18	41	41	41	33	33	33	-41	-33	16,1	12
19	41	41	41	34	34	34	-41	-34	17,9	12,2
20	40	40	43	34	34	34	-41	-34	19,7	12,2
21	40	40	39	36	36	36	-39,7	-36	21,5	13

Tabel Lampiran 12. Pengukuran intensitas tembok (batu bata berisi pipa PVC) posisi di geser ke ke kiri

No	I (dBm)			Io (dBm)			I (dBm)	Io (dBm)	x (cm)	ln(I/Io)
	1	2	3	1	2	3				
1	58	58	58	40	43	43	-58	-42	21,5	10,1
2	56	56	56	39	39	39	-56	-39	19,7	9,9
3	54	52	54	37	37	37	-53,3	-37	17,9	10,1
4	50	50	50	36	37	37	-50	-37	16,1	10,7
5	51	51	51	34	35	35	-51	-35	14,4	10,1
6	50	50	54	33	33	33	-51,3	-33	12,8	9,5
7	43	50	50	33	33	33	-47,7	-33	11,3	10,4
8	46	46	46	30	30	30	-46	-30	10	10,1
9	45	46	45	29	29	30	-45,3	-29	8,9	10,1
10	44	44	44	22	22	23	-44	-22	8,2	8,8
11	47	47	47	19	19	19	-47	-19	8	7,3
12	37	37	37	19	19	19	-37	-19	8,2	9,6
13	37	37	37	19	19	19	-37	-19	8,9	9,6
14	39	39	39	21	21	22	-39	-21	10	9,7
15	39	39	39	22	22	25	-39	-23	11,3	10,1
16	42	42	42	25	25	29	-42	-26	12,8	10,2
17	43	43	43	30	30	30	-43	-30	14,4	10,8
18	44	44	44	33	33	33	-44	-33	16,1	11,3
19	45	45	45	34	34	34	-45	-34	17,9	11,3
20	46	50	46	34	34	34	-47,3	-34	19,7	10,7
21	49	49	49	36	36	36	-49	-36	21,5	10,8

Tabel Lampiran 13. Pengukuran intensitas tembok (batu bata berisi kabel) posisi transmitter di tengah

No	I (dBm)			Io (dBm)			I(dBm)	Io(dBm)	x(cm)	ln(I/Io)
	1	2	3	1	2	3				
1	45	46	46	40	43	43	-46	-42	21,5	13
2	45	45	49	39	39	39	-46	-39	19,7	12,1
3	43	43	43	37	37	37	-43	-37	17,9	12,4
4	43	43	43	36	37	37	-43	-36,7	16,1	12,4
5	43	43	43	34	35	35	-43	-34,7	14,4	11,9
6	40	40	41	33	33	33	-40	-33	12,8	12,1
7	43	43	43	33	33	33	-43	-33	11,3	11,5
8	34	34	42	30	30	30	-37	-30	10	12,3
9	34	34	34	29	29	30	-34	-29,3	8,94	12,7
10	33	33	33	22	22	23	-33	-22,3	8,25	11,4
11	35	35	35	19	19	19	-35	-19	8	10,1
12	30	30	30	19	19	19	-30	-19	8,25	11,3
13	30	30	30	19	19	19	-30	-19	8,94	11,3
14	33	33	33	21	21	22	-33	-21,3	10	11,1
15	30	31	31	22	22	25	-31	-23	11,3	12,1
16	31	31	31	25	25	29	-31	-26,3	12,8	12,7
17	32	32	32	30	30	30	-32	-30	14,4	13,4
18	33	33	33	33	33	33	-33	-33	16,1	13,8
19	33	35	35	34	34	34	-34	-34	17,9	13,7
20	35	35	35	34	34	34	-35	-34	19,7	13,6
21	35	35	35	36	36	36	-35	-36	21,5	14

Tabel Lampiran 14. Pengukuran intensitas tembok (batu bata berisi kabel) posisi transmitter di geser ke kanan

No	I (dBm)			Io (dBm)			I(dBm)	Io(dBm)	x(cm)	ln(I/Io)
	1	2	3	1	2	3				
1	46	46	46	40	43	43	-46	-42	21,5	12,9
2	45	45	42	39	39	39	-44	-39	19,7	12,7
3	42	43	43	37	37	37	-43	-37	17,9	12,5
4	42	42	42	36	37	37	-42	-36,7	16,1	12,6
5	41	42	42	34	35	35	-42	-34,7	14,4	12,2
6	34	34	34	33	33	33	-34	-33	12,8	13,6
7	35	35	35	33	33	33	-35	-33	11,3	13,4
8	34	34	34	30	30	30	-34	-30	10	12,9
9	31	31	33	29	29	30	-32	-29,3	8,9	13,3
10	31	31	31	22	22	23	-31	-22,3	8,2	11,8

11	31	31	32	19	19	19	-31	-19	8	11
12	32	32	32	19	19	19	-32	-19	8,2	10,8
13	32	32	32	19	19	19	-32	-19	8,9	10,8
14	33	33	33	21	21	22	-33	-21,3	10	11,1
15	33	33	33	22	22	25	-33	-23	11,3	11,5
16	33	33	34	25	25	29	-33	-26,3	12,8	12,2
17	36	36	36	30	30	30	-36	-30	14,4	12,4
18	38	38	39	33	33	33	-38	-33	16,1	12,6
19	39	39	39	34	34	34	-39	-34	17,9	12,7
20	40	40	40	34	34	34	-40	-34	19,7	12,4
21	35	35	36	36	36	36	-35	-36	21,5	14

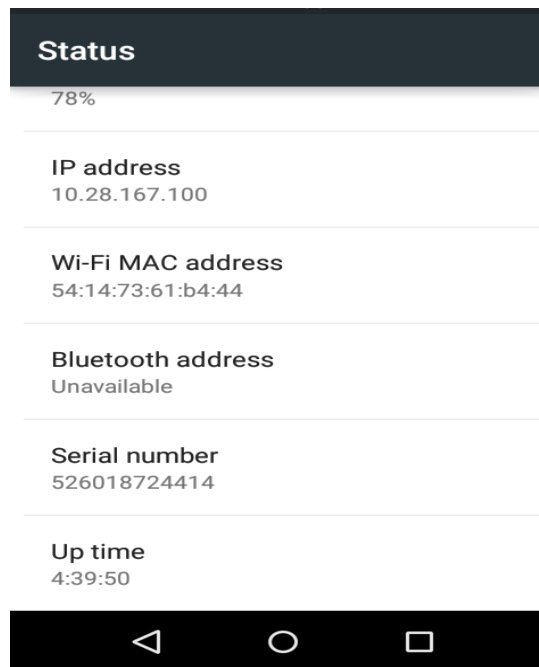
Tabel Lampiran 15. Pengukuran intensitas tembok (batu bata berisi kabel) posisi transmitter di geser ke ke kiri

No	I (dBm)			Io (dBm)			I(dBm)	Io(dBm)	x(cm)	ln(I/Io)
	1	2	3	1	2	3				
1	51	51	51	40	43	43	-51	-42	21,5	11,7
2	53	53	53	39	39	39	-53	-39	19,7	10,6
3	49	48	48	37	37	37	-48	-37	17,9	11,2
4	46	46	46	36	37	37	-46	-36,7	16,1	11,7
5	43	43	43	34	35	35	-43	-34,7	14,4	11,9
6	40	42	42	33	33	33	-41	-33	12,8	11,9
7	44	44	40	33	33	33	-43	-33	11,3	11,6
8	39	43	43	30	30	30	-42	-30	10	11,1
9	41	38	38	29	29	30	-39	-29,3	8,9	11,6
10	40	40	40	22	22	23	-40	-22,3	8,2	9,7
11	39	39	39	19	19	19	-39	-19	8	9,2
12	31	31	31	19	19	19	-31	-19	8,2	11,1
13	30	30	30	19	19	19	-30	-19	8,9	11,3
14	33	33	33	21	21	22	-33	-21,3	10	11,1
15	34	34	34	22	22	25	-34	-23	11,3	11,3
16	33	33	33	25	25	29	-33	-26,3	12,8	12,3
17	34	34	34	30	30	30	-34	-30	14,4	12,9
18	34	34	34	33	33	33	-34	-33	16,1	13,6
19	35	35	35	34	34	34	-35	-34	17,9	13,6
20	36	36	36	34	34	34	-36	-34	19,7	13,4
21	38	38	38	36	36	36	-38	-36	21,5	13,4

4.5 Spesifikasi WiFi *Smartphone*



Gambar spesifikasi WiFi *smartphone* samsung J3 sebagai *transmitter*



Gambar spesifikasi WiFi *smartphone* acer *liquide* z220 sebagai *receiver*