



### PROTEKSI ISI PROPOSAL

Dilarang menyalin, menyimpan, memperbanyak sebagian atau seluruh isi proposal ini dalam bentuk apapun kecuali oleh pengusul dan pengelola administrasi penelitian

### PROPOSAL PENELITIAN 2018

ID Proposal: 085259a7-8e23-4b8c-b7bb-722ad400a0e8  
Rencana Pelaksanaan Penelitian: tahun 2019 s.d. tahun 2019

#### 1. JUDUL PENELITIAN

APLIKASI METODE FINITE DIFFERENCE TIME DOMAIN (FDTD) DALAM MENJELASKAN GEJALA FISIS GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MAHASISWA TEKNIK UNIVERSITAS NURUL JADID PAITON PROBOLINGGO

Bidang Fokus RIRN / Bidang Unggulan Perguruan Tinggi	Tema	Topik (jika ada)	Rumpun Bidang Ilmu
Teknologi Informasi dan Komunikasi	Pengembangan sistem berbasis Kecerdasan buatan	Pengembangan aplikasi sistem cerdas	Teknik Elektro

Kategori (Kompetitif Nasional/ Desentralisasi/ Penugasan)	Skema Penelitian	Strata (Dasar/ Terapan/ Pengembangan)	SBK (Dasar, Terapan, Pengembangan)	Target Akhir TKT	Lama Penelitian (Tahun)
Penelitian Kompetitif Nasional	Penelitian Dosen Pemula	SBK Riset Pembinaan/Kapasitas	SBK Riset Pembinaan/Kapasitas	2	1

#### 2. IDENTITAS PENGUSUL

Nama, Peran	Perguruan Tinggi/ Institusi	Program Studi/ Bagian	Bidang Tugas	ID Sinta	H-Index
MUHAMMAD HASAN BASRI Ketua Pengusul	Universitas Nurul Jadid	Teknik Elektro		6164057	0
MUH. HAMZAH Anggota Pengusul 1	Universitas Nurul Jadid	Ilmu Keperawatan	Membantu penyusunan instrument, seminar, analisis data, penyusunan laporan, dan coding, Perancangan Pembelajaran.	6667229	0

#### 3. MITRA KERJASAMA PENELITIAN (JIKA ADA)

Pelaksanaan penelitian dapat melibatkan mitra kerjasama, yaitu mitra kerjasama dalam melaksanakan

penelitian, mitra sebagai calon pengguna hasil penelitian, atau mitra investor

Mitra	Nama Mitra
-------	------------

#### 4. LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

##### Luaran Wajib

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian ( <i>accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya</i> )	Keterangan ( <i>url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya</i> )
1	Publikasi Ilmiah Jurnal Nasional Tidak Terakreditasi	accepted/published	Jurnal Nasional

##### Luaran Tambahan

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian ( <i>accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya</i> )	Keterangan ( <i>url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya</i> )
1	Keikutsertaan dalam Seminar Nasional	sudah dilaksanakan	Surabaya

#### 5. ANGGARAN

Rencana anggaran biaya PPM mengacu pada PMK yang berlaku dengan besaran minimum dan maksimum sebagaimana diatur pada buku Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Edisi 12.

**Total RAB 1 Tahun Rp. 19,780,000**

**Tahun 1 Total Rp. 19,780,000**

Jenis Pembelanjaan	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
HONOR	Teknisi Pembuat Sofwear FDTD	12,000	24.00	120,000	2,880,000
BELANJA BAHAN	ATK	400,000	1.00	400,000	400,000
BELANJA BAHAN	Langganan Internet	300,000	6.00	300,000	1,800,000
BELANJA BAHAN	Komputer (PC)	4,000,000	1.00	4,000,000	4,000,000
BELANJA BAHAN	Proposal	150,000	4.00	150,000	600,000
BELANJA BAHAN	laporan Akhir	150,000	4.00	150,000	600,000
BELANJA BAHAN	Publikasi	750,000	1.00	750,000	750,000
BELANJA BAHAN	Langganan Jurnal	1,000,000	1.00	1,000,000	1,000,000
BELANJA BAHAN	Modul Sistem FDTD	75,000	10.00	75,000	750,000
BELANJA BAHAN	DVD RW	20,000	10.00	20,000	200,000
BELANJA PERJALANAN LAINNYA	Pemateri Pelatihan FDTD	1,300,000	1.00	1,300,000	1,300,000
BELANJA PERJALANAN LAINNYA	Mahasiswa UNUJA	25,000	20.00	25,000	500,000
BELANJA PERJALANAN LAINNYA	Seminar	5,000,000	1.00	5,000,000	5,000,000

Ringkasan penelitian tidak lebih dari 500 kata yang berisi latarbelakang penelitian, tujuan dan tahapan metode penelitian, luaran yang ditargetkan, serta uraian TKT penelitian yang diusulkan.

## RINGKASAN

Gelombang elektromagnetik merupakan gelombang yang susah divisualisasikan seperti kondisi real dalam kehidupan kita, untuk itu perlu metode yang tepat mengatasi masalah hal ini. Salah satu metode yang sesuai, berguna bagi mahasiswa dan menarik kita pelajari untuk masalah hal ini adalah metode *Finite Difference Time Domain* (FDTD). Metode *Finite Difference Time Domain* (FDTD) diaplikasikan untuk berbagai masalah seperti propagasi, radiasi, dan penyebaran gelombang elektromagnetik. Persamaan Curl Maxwell menunjukkan letak medan listrik dan medan magnet. Pada saat mengaplikasikan metode *Finite Difference Time Domain* (FDTD) untuk memecahkan persoalan ruang terbuka, misalnya analisa hamburan gelombang elektromagnetik, wilayah analisa ini perlu dibatasi menggunakan batas serap. Apabila batas serap tidak sempurna, maka akan menyebabkan terjadinya pantulan gelombang ke wilayah analisa yang dapat mempengaruhi nilai analisa di dalamnya.

Teori elektromagnetik merupakan suatu teori yang menjelaskan hubungan antara medan listrik dan medan magnet, yang menimbulkan rambatan gelombang elektromagnetik. Teori ini dikemukakan oleh James Clark Maxwell pada tahun 1865. Menurut Maxwell, medan listrik yang berubah akan menimbulkan medan magnet. Sementara itu, Faraday berpendapat bahwa perubahan medan magnet menimbulkan medan listrik. Dengan demikian, keterkaitan antara medan listrik dan medan magnet menyebabkan timbulnya gelombang elektromagnetik. atau dapat dikatakan bahwa gelombang elektromagnetik adalah gelombang paduan antara medan listrik dengan medan magnet yang disebabkan oleh muatan listrik bergerak dipercepat. Tahapan dari metode ini adalah studi tentang persamaan medan listrik dan magnet, menggambarkan kebergantungan ruang dan waktu serta mengkodekannya dalam bahasa program. Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT) pada skala 6 dan target dari penelitian ini adalah terciptanya softwear aplikasi metode *Finite Difference Time Domain* (FDTD) beserta buku petunjuknya untuk mahasiwa dengan diadakannya pelatihan di kampus Universitas Nurul Jadid Paiton Probolinggo dalam membantu memberikan visualisasi ,media pembelajaran serta sarana peningkatan keterampilan mahasiswa khusus nya Jurusan Teknik.

Kata kunci maksimal 5 kata

Kata Kunci : Metode *Finite Difference Time Domain* (FDTD), *Visual Basic*, Gelombang Elektromagnetik, Visualisasi, Pembelajaran.

Latar belakang penelitian tidak lebih dari 500 kata yang berisi latar belakang dan permasalahan yang akan diteliti, tujuan khusus, dan urgensi penelitian. Pada bagian ini perlu dijelaskan uraian tentang spesifikasi khusus terkait dengan skema.

## LATAR BELAKANG

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Metode *Finite Difference Time Domain* (FDTD) diperkenalkan pertama kali oleh Kane Yee pada tahun 1966 untuk menganalisis medan elektromagnetik. Metode ini sekarang banyak diterapkan sebagai metode analisis yang utama. Salah satu alasan pemilihan metode ini adalah mudah untuk menganalisis permasalahan yang didasarkan pada persamaan integral yang sangat sulit dilakukan bila dipecahkan dengan *Moment Method* dan lain-lain. Selain itu untuk menggunakan metode ini tidak memerlukan dasar-dasar pengetahuan yang mendalam [1].

Metode *Finite Difference Time Domain* (FDTD) diaplikasikan untuk berbagai masalah seperti propagasi, radiasi, dan penyebaran gelombang elektromagnetik. Persamaan Curl Maxwell menunjukkan letak medan listrik dan medan magnet. Hal ini karena muatan dan pergerakan muatan digabungkan satu sama lain sehingga keduanya saling menjaga bahkan ketika tidak ada muatan atau arus [2].

Metode *Finite Difference Time Domain* (FDTD) telah digunakan sebagai solusi numerik sejak tahun 1920, dan digunakan secara luas pada berbagai bidang. Beberapa bidang yang cukup banyak menggunakan metodologi ini contohnya adalah bidang yang mempelajari tentang gelombang elektromagnetik, seismologi, radiasi dan hamburan serta perambatan gelombang suara pada sebuah ruang akustik [3].

Penelitian lain yang berkaitan dengan *Finite Difference Time Domain* (FDTD) banyak dilakukan pada regional hyperthermia [4], penyerapan media dispersif [5], dan dampak gelombang elektromagnetik pada material biologi [6]. FDTD juga mempelajari bagaimana pengaruh dielektrik pada kasus perambatan gelombang elektromagnetik [7] dan media dispersif bergantung frekuensi [8].

Metode FDTD yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode Yee [9] yang pernah digunakan untuk menyelesaikan persamaan Maxwell untuk perambatan gelombang elektromagnetik menggunakan skema leapfrog pada Staggered Cartesian Grids. Maka dari itu, pembuatan aplikasi numerik menggunakan *Finite Difference Time Domain* (FDTD) sangat baik dan berguna untuk mahasiswa dalam membantu memberikan visualisasi, media pembelajaran serta sarana peningkatan keterampilan mahasiswa.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana menggunakan metode *Finite Difference Time Domain* (FDTD) dalam berbagai kasus gelombang Elektromagnetik?
2. Berapa besar pemanfaatan menggunakan *Finite Difference Time Domain* (FDTD) untuk mahasiswa teknik UNUJA?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui metode *Finite Difference Time Domain* (FDTD) dalam berbagai kasus gelombang Elektromagnetik.
2. Mengetahui pemanfaatan menggunakan *Finite Difference Time Domain* (FDTD) untuk mahasiswa teknik Universitas Nurul Jadid.

### 1.4 Batasan Masalah

Pembatasan masalah pada penelitian ini meliputi :

1. Aplikasi menggunakan program Visual Basic.
2. Penggunaan aplikasi metode *Finite Difference Time Domain* (FDTD) untuk mahasiswa Teknik Unuja.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Diperoleh pengetahuan tentang aplikasi metode *Finite Difference Time Domain* (FDTD) untuk mahasiswa Teknik UNUJA.
2. Dapat membantu mahasiswa menyelesaikan berbagai permasalahan dibidang material, elektronika, komputasi dan signal telekomunikasi.

### 1.6 Target Luaran

Target luaran dari penelitian ini adalah terciptanya sebuah aplikasi *metode Finite Difference Time Domain* (FDTD) untuk mahasiswa Teknik UNUJA.

**Tabel 1.1 : Rencana Target Capaian**

No	Jenis Luaran	Indikator Capaian
1	Publikasi ilmiah di jurnal nasional (ber ISSN)	Draft

2	Pemakalah dalam temu ilmiah	Nasional	Tidak ada
		Lokal	Pelatihan
3	Bahan ajar	Modul FDTD	
4	Luaran lainnya jika ada (Teknologi Tepat Guna, Model/Purwarupa/Desain/Karya seni/Rekayasa Sosial)	Softwear FDTD	
5	Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT)	Skala 6	

Tinjauan pustaka tidak lebih dari 1000 kata dengan mengemukakan *state of the art* dalam bidang yang diteliti. Bagan dapat dibuat dalam bentuk JPG/PNG yang kemudian disisipkan dalam isian ini. Sumber pustaka/referensi primer yang relevan dan dengan mengutamakan hasil penelitian pada jurnal ilmiah dan/atau paten yang terkini. Disarankan penggunaan sumber pustaka 10 tahun terakhir.

## TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Finite Difference Time Domain (FDTD)*

Selain *moment method* dan *Finite Element method* untuk analisa hantaran gelombang elektromagnet (*Computational Electromagnetics*) digunakan pula *Finite Difference Time Domain (FDTD)*, dimana metoda ini sekarang banyak diterapkan sebagai metode analisa yang utama. Setelah memperkenalkan metode *Finite Difference Time Domain (FDTD)* untuk menganalisa medan elektromagnet dan mulai berkembang bersamaan dengan meningkatnya teknologi komputer. Metode ini sekarang banyak sekali diterapkan tidak hanya pada Soal Hamburan Medan Elektromagnet saja, tetapi diterapkan pula untuk menganalisa persoalan sulit seperti antena, sirkuit datar dan lain-lain [9].

#### 2.1.1 Bentuk Persamaan Transmission line

Salah satu bentuk dasar dari sistem propagasi gelombang elektromagnetik dari sumber sampai ujung terminal yaitu bentuk transmission line. Bentuk satu dimensi dari transmission line akan memberikan gambaran model fisika yang merepresentasikan tegangan dan arus sepanjang sumbu- $x$ . Adapun bentuk persamaan yang merepresentasikan transmission line bergantung waktu untuk tegangan dan arus adalah sebagai berikut:

$$\frac{\partial I(x,t)}{\partial x} = -C \frac{\partial V(x,t)}{\partial t}, \quad \frac{\partial V(x,t)}{\partial x} = -L \frac{\partial I(x,t)}{\partial t}$$

Dimana  $V(x,t)$  adalah menggambarkan posisi tegangan sepanjang sumbu- $x$  dan bergantung waktu  $t$ ,  $I(x,t)$  adalah aliran arus, dan induktansi persatuan panjang  $L$  (H/m) dan kapasitansi persatuan panjang  $C$  (F/m).

### 2.1.2 Aproksimasi Persmaan Differensial

Solusi numerik dari persamaan (1) untuk couple orde pertama persamaan transmission line dapat diselesaikan dengan “finite-difference” dengan bentuk aproksimasi fungsi  $f(x,t)$  yang bergerak dari  $x \pm \Delta x/2$  dengan bentuk persamaan:

$$f\left(x \pm \frac{\Delta x}{2}\right) = f(x) \pm \frac{\partial f(x)}{\partial x} \frac{\Delta x}{2} + \frac{1}{2!} \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x^2} \left(\frac{\Delta x}{2}\right)^2 \pm \frac{\partial^3 f(x)}{\partial x^3} \left(\frac{\Delta x}{2}\right)^3 + \dots \quad 2$$

### 2.1.3 Solusi Bentuk Explicit untuk Waktu

Bentuk aproksimasi persamaan transmission line pada persamaan (1) untuk persamaan diferensial orde duanya dapat dituliskan

$$\frac{I(x + \Delta x/2, t) - I(x - \Delta x/2, t)}{\Delta x} \approx -C \frac{V(x, t + \Delta t/2) - V(x, t - \Delta t/2)}{\Delta t} \quad 3$$

dimana  $\Delta x$  dan  $\Delta t$  adalah spasi spasial dan waktu secara diskrit. Kedua persamaan di atas adalah persamaan differensial dalam fungsi posisi dan waktu. Persamaan tersebut merupakan bentuk persamaan aproksimasi diskrit untuk  $V$  dan  $I$  dalam posisi dan waktu dalam interval  $\Delta x$  dan  $\Delta t$  [10].

### 2.1.4 Bentuk Numerik Dispersi

Propagasi gelombang pada persamaan 3 dalam bentuk diskrit bisa dikombinasikan. Jika kita substitusikan persamaan 3, maka akan kita dapatkan persamaannya yaitu

$$I_{i+\frac{1}{2}}^{n+1} = I_{i+\frac{1}{2}}^n - \frac{\Delta t}{L\Delta x} \left[ \left( V_{i+1}^{n-\frac{1}{2}} - \frac{\Delta t}{C\Delta x} \left( I_{i+\frac{3}{2}}^n - I_{i+\frac{1}{2}}^n \right) \right) - \left( V_i^{n-\frac{1}{2}} - \frac{\Delta t}{C\Delta x} \left( I_{i+\frac{1}{2}}^n - I_{i-\frac{1}{2}}^n \right) \right) \right] \quad 4$$

### 2.1.5 Stabilitas FDTD

Stabilitas FDTD membahas bagaimana kita menentukan selang waktu  $\Delta t$  [11]. Sebuah gelombang elektromagnetik merambat di ruang bebas tidak bisa pergi lebih

cepat dari kecepatan cahaya. untuk menyebarkan jarak satu sel membutuhkan waktu minimal  $\Delta t = \Delta x/c_0$ . Untuk bentuk dua simulasi dimensi, kita harus memungkinkan untuk propagasi dalam arah diagonal, yang membawa persyaratan waktu untuk  $\Delta t = \frac{\Delta x}{\sqrt{2}c_0}$  dan simulasi tiga dimensi membutuhkan  $\Delta t = \frac{\Delta x}{\sqrt{3}c_0}$ . Hal ini diringkas oleh “Courant Condition” untuk n dimensi dengan persamaan

$$\Delta t \leq \frac{\Delta x}{\sqrt{nc_0}} \quad 5$$

## 2.2 Algoritma Yee Untuk Persamaan Maxwell

Metode *Finite Difference Time Domain* (FDTD) yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode Yee (9) yang pernah digunakan untuk menyelesaikan persamaan Maxwell untuk perambatan gelombang elektromagnetik menggunakan skema leapfrog pada Staggered Cartesian Grids. Metode ini dapat digunakan pada kasus akustik dengan menggunakan orde pertama dimana kecepatan (*Velocity*) dan tekanan (*Pressure*) ditambah dengan persamaan differensial..

### 2.2.1 Persamaan Maxwell

Hubungan secara matematis antara medan radiasi elektromagnetik bergantung waktu untuk arus dan kerapatan muatan secara umum diperkenalkan oleh Maxwell. Adapun bentuk persamaannya adalah sebagai berikut:

$$\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = -\nabla \times \vec{E} - \vec{M} \quad (\text{hukum Faraday}) \quad 6$$

$$\frac{\partial \vec{D}}{\partial t} = \nabla \times \vec{H} - \vec{J} \quad (\text{Hukum Amper}) \quad 7$$

$$\begin{aligned} \nabla \cdot \vec{D} &= \rho \\ \nabla \cdot \vec{B} &= \rho^* \end{aligned} \quad (\text{hukum Gauss}) \quad 8$$

### 2.2.2 Persamaan Algoritma Yee

Pada tahun 1966, Kane, S, Yee memberikan solusi secara discret persamaan Maxwell bergantung waktu menggunakan teori *central difference* terhadap posisi dan waktu. Formulasi yang diberikan bentuk discret persamaan Maxwell dalam bentuk grid volume

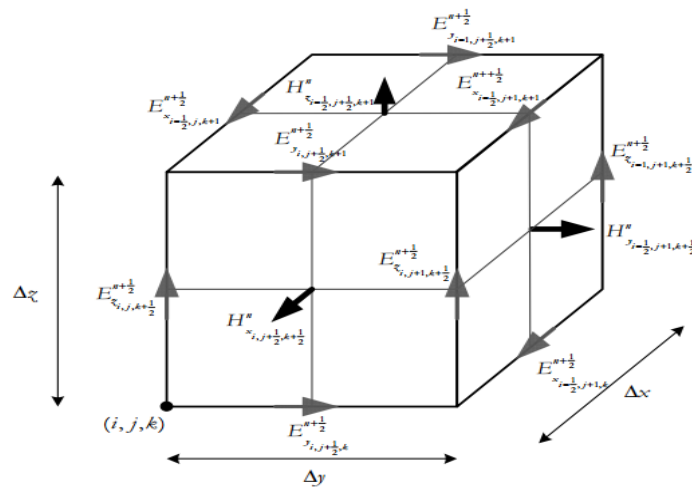


(*rectangular grid*). Dalam hal ini bentuk grid yang disajikan dalam tiga dimensi yang setiap sel nya memiliki dimensi  $\Delta x$ ,  $\Delta y$ , dan  $\Delta z$  dalam sumbu kartesian. Bentuk diskrit dari grid yang diberikan yaitu  $(x,y,z)_{i,j,k} = (i\Delta x, j\Delta y, k\Delta z)$  dimana  $i,j$ , dan  $k$  adalah bilangan bulat.

Hal yang sama dalam pembuatan diskrit untuk waktu dituliskan  $t = n\Delta t$ . Persamaan fungsi secara umum untuk diskrit posisi dan waktu dapat dituliskan dengan persamaan

$$f(x, y, z, t) = f(i\Delta x, j\Delta y, k\Delta z, n\Delta t) = f_{i,j,k}^n \quad 9$$

Adapun bentuk penggambaran grid yang diberikan , menggambarkan perjalanan pola medan listrik  $E$  dan magnet  $H$  yang saling tegak lurus satu sama lain adalah sebagai berikut:



Gambar 1 : Bentuk pertama bagian grid secara umum, struktur, bentuk kubus dan penyebaran medan  $E$  dan  $H$

Ilustrasi dari gambar di atas untuk penggambaran persamaan Maxwell dalam medium isotropik yaitu

$$\mu \frac{\partial H_x}{\partial t} = \frac{\partial E_y}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial y} - M_x \quad 10$$

Pada gambar di atas terlihat bahwa pola medan magnet  $H$  sebagai pusat, sehingga persamaan diskrit untuk sumbu  $x$  menurut hukum Amper dituliskan

$$\varepsilon \left( \frac{E_x^{n+\frac{1}{2}} - E_x^{n-\frac{1}{2}}}{\Delta t} \right) = \left( \frac{H_z^{n+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k} - H_z^{n+\frac{1}{2},j-\frac{1}{2},k}}{\Delta y} \right) - \left( \frac{H_y^{n+\frac{1}{2},j,k+\frac{1}{2}} - H_y^{n+\frac{1}{2},j,k-\frac{1}{2}}}{\Delta z} \right) - J_x^{n+\frac{1}{2},j,k} \quad 11$$

## 2.3 Hukum Gauss

Bentuk diskrit persamaan Maxwell dalam persamaan curl untuk hukum Gauss memiliki solusi secara numerik. Persamaan medan magnet untuk hukum Gauss yaitu

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0 \quad 12$$

untuk persamaan diferensialnya

$$\frac{\partial}{\partial t} \nabla \cdot \vec{B} = 0 \quad 13$$

### 2.3.1 Absorbing Boundary Condition (Teori ABC)

Teori ini memperkenalkan penyerapan kondisi batas yang diperlukan untuk menjaga  $E$  keluar dan bidang  $H$  dari yang dipantulkan kembali. Biasanya, dalam menghitung bidang  $E$ , kita perlu mengetahui nilai  $H$  sekitarnya, ini adalah asumsi dasar metode *Finite Difference Time Domain* FDTD, di kondisi batas kita tidak akan memiliki nilai ke satu sisi [12]. Namun, kami memiliki keuntungan karena kita tahu tidak ada sumber-sumber di luar bidang batas. Oleh karena itu, bidang di batas harus menyebarkan ke luar. Kita akan menggunakan dua fakta ini untuk memperkirakan nilai di akhir dengan menggunakan nilai sebelumnya .

Misalkan kita mencari syarat batas diakhir di mana  $k = 0$ , jika gelombang akan menuju batas dalam ruang bebas. Bergeraknya pada  $C_0$  kecepatan cahaya. Sehingga dalam satu langkah waktu dari algoritma FDTD, bergerak.

$$\text{Jarak} = c \quad C_0 \Delta t = C_0 \frac{\Delta x}{C_0} = \frac{\Delta x}{2} \quad 14$$

### 2.3.2 Teori Perfect Matched Layer (PML)

Daerah yang dapat simulasi dengan menggunakan *Finite Difference Time Domain* (FDTD) membatasi oleh sumber daya komputer. Misalnya, dalam simulasi dua dimensi, program ini berisi matriks dua dimensi nilai-nilai dari semua bidang. Jika kita simulasi gelombang yang dihasilkan dari sumber titik merambat di ruang bebas, maka yang harus

dilakukan untuk mengatasi hal ini, refleksi tak terduga akan dihasilkan yang akan kembali ke dalam. Tidak akan ada cara untuk menentukan yang gelombang datang dan yang merupakan terpantul. Ini adalah alasan bahwa ABC telah menjadi solusi untuk masalah selama *Finite Difference Time Domain* (FDTD).

Salah satu yang paling ABC fleksibel dan efisien adalah lapisan sangat cocok (PML) yang dikembangkan oleh Berenger [12]. Ide dasarnya adalah ini: jika sebuah gelombang merambat pada medium A dan memberi pengaruh pada media B, jumlah refleksi ditentukan oleh impedansi intrinsik dari kedua media

$$r = \frac{\eta_A - \eta_B}{\eta_A + \eta_B} \quad 15$$

yang ditentukan oleh konstanta dielektrik dan permeabilitas dari dua media

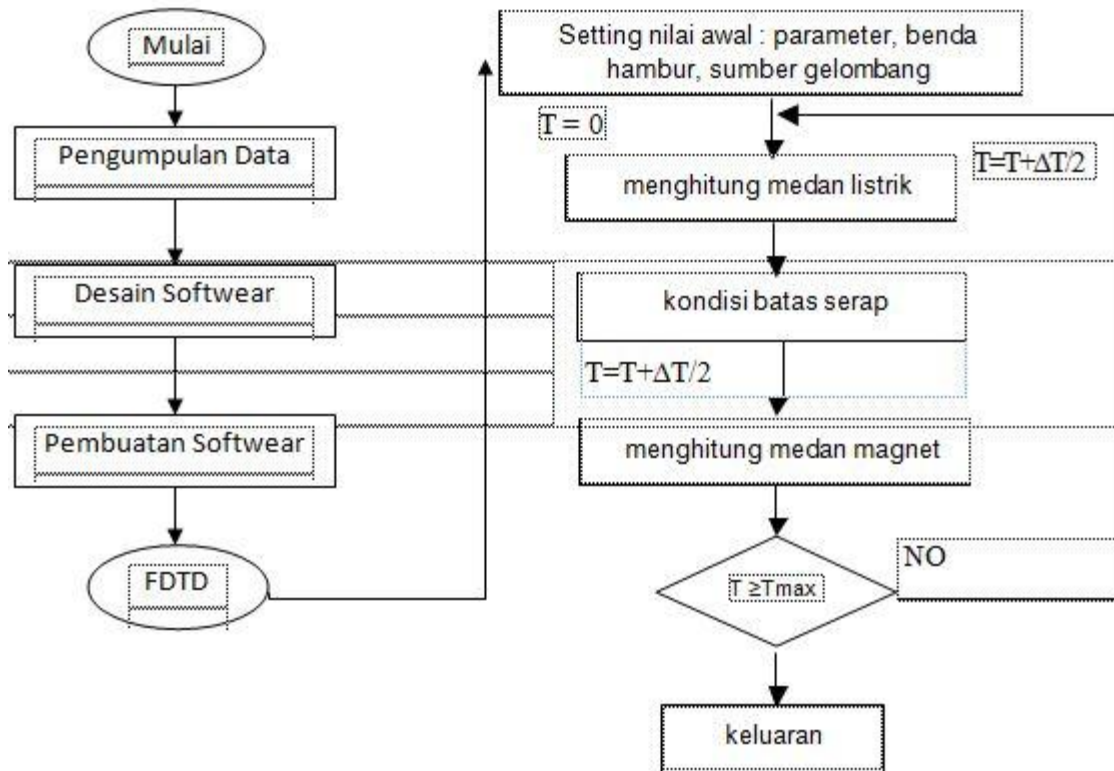
$$\eta = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \quad 16$$

Metode atau cara untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan ditulis tidak melebihi 600 kata. Bagian ini dilengkapi dengan diagram alir penelitian yang menggambarkan apa yang sudah dilaksanakan dan yang akan dikerjakan selama waktu yang diusulkan. Format diagram alir dapat berupa file JPG/PNG. Bagan penelitian harus dibuat secara utuh dengan penahapan yang jelas, mulai dari awal bagaimana proses dan luarannya, dan indikator capaian yang ditargetkan. Di bagian ini harus juga mengisi tugas masing-masing anggota pengurus sesuai tahapan penelitian yang diusulkan.

## METODE

### 2.1 Tahap Penelitian

Tahap pengembangan software aplikasi metode *Finite Difference Time Domain* (FDTD) ini dirangkum dalam *flowchart* di bawah ini :



**Gambar 3.1** Flowchart Penghitungan Metode *Finite Difference Time Domain* (FDTD)

## 2.2 Teknik Pengumpulan Data

Tahap-tahap dalam skema pada *flowchat* penelitian di atas, dapat diuraikan sebagai berikut :

### 1. Pengumpulan data

Tahapan awal yang dilakukan adalah pengumpulan data dengan cara studi literatur. Studi literatur ini berisi mengenai kajian penulis dari beberapa acuan yang diperoleh baik berupa karya ilmiah, jurnal, buku, maupun bersumber dari internet yang ada kaitannya dengan tema penelitian yang berfungsi sebagai penunjang untuk mempermudah dalam proses penelitian ini.

### 2. Desain softwear

Berdasarkan kebutuhan, maka perlu digambarkan pemikiran-pemikiran permasalahan umum yaitu softwear aplikasi metode *Finite Difference Time Domain* (FDTD), diantaranya :

- a. Program FDTD gelombang elektromagnetik di *free space*, yaitu penjalaran gelombang pada udara bebas.

- b. Program FDTD gelombang elektromagnetik dengan *absorbing boundary condition* yaitu penjalaran gelombang dengan penyerapan pada syarat batas.
- c. Program FDTD gelombang elektromagnetik dengan *pulse hitting dielectric medium*, yaitu penjalaran gelombang pada medium dielektrik.
- d. Program FDTD gelombang elektromagnetik dengan *pulse sinusoidal hitting dielectric medium*, yaitu penjalaran gelombang berbentuk pulsa sinus pada medium dielektrik.
- e. Program FDTD gelombang elektromagnetik dengan *pulse lossy dielectric medium*, yaitu penjalaran gelombang pada medium dielektrik yang mengalami peluruhan.
- f. Program FDTD gelombang elektromagnetik dengan *forier transformatin*, yaitu penjalaran gelombang yang mengalami transformasi forier.

Dalam mendesain softwear aplikasi metode *Finite Difference Time Domain* (FDTD) maka akan lebih mudah bagi mahasiswa untuk mempelajari, mengembangkan dan menerapkan pada berbagai kasus yang lainnya disegala bidang.

### 3. Pembuatan Softwear

Sebelum pembuatan softwear sebaiknya digunakan perangkat komputer yang memadai untuk desain dan pemograman. Pembuatan softwear menggunakan aplikasi visual basic 6.0 dimana dari segi bahasa program lebih mudah dan untuk mendapatkan master program relatif mudah didapatkan.

### 4. Program *Finite Difference Time Domain* (FDTD)

Pada tahap ini dilakukan pengukuran-pengukuran besaran yang meliputi waktu perjalaran pulsa, dielektrik bahan , dan berbagai ketetapan pada penjalaran gelombang.

## 2.3 Tempat dan Kurun Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di kampus Universitas Nurul Jadid Paiton Probolinggo. Penelitian ini akan dilaksanakan dalam kurun waktu 6 bulan pada Tahun 2019. Target dari penelitian ini adalah terciptanya softwear aplikasi metode *Finite Difference Time Domain* (FDTD) untuk mahasiswa di kampus Universitas Nurul Jadid terutama pada fakultas teknik dalam membantu memberikan visualisasi, media pembelajaran serta sarana peningkatan skill mahasiswa. Hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi dalam menyelesaikan berbagai

kasus analisa fisis dalam berbagai aspek yang berkaitan dengan metode *Finite Difference Time Domain (FDTD)* di Kampus Universitas Nurul Jadid Paiton Probolinggo.

Jadwal penelitian disusun dengan mengisi langsung tabel berikut dengan memperbolehkan penambahan baris sesuai banyaknya kegiatan.

**JADWAL**

No	Nama Kegiatan	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Pra Penelitian dan Studi Pustaka												
2	Identifikasi dan Perumusan Masalah												
3	Pengumpulan Data Sofwear												
4	Pembuatan Sofwear												
5	Pelatihan												
6	Penyusunan												

Daftar pustaka disusun dan ditulis berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada usulan penelitian yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] K.S Kunz and R.J. Luebbers, *The Finite-Difference Time Domain for Electromagnetic*, Boca Raton, FL: CRC Press,1993 .
- [2] A. Taflove, *Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time Domain Method*, 3<sup>rd</sup> Editions, Boston, MA: Artech House,1995.
- [3] A.Ishimaru, *elektromagnetic Wave Propagation, Radiations, and Scaterring*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1991
- [4] D.M. Sulivan, *Mathematical methods for treatment planning in deep regional hyperthermia*, IEEE Trans.Microw.Theor.Thech. vol. MTT-39, May 1991,pp. 862-872
- [5] R.M. Joseph,S.C. Hagnes, and A. Taflove, *Direct time integration of Maxwell’s equations in linear dispersive media with absorption for scattering and propagation of femtosecond electromagnetic pulse*, Optic.Lett.,vol 16 September 1991, pp.1412-1411
- [6] C.C. Johnson and A.W. Guy, *Nonionizing electromagnetic wave effect in biological material and systems*, Proc.IEEE, vol.60 , June 1972,pp. 692-718

- [7] M.A. Stuchly and S.S. Stuchly, Dielectric properties of biological substances-tabulated, J.Microw. Power, vol 15,1980,pp.16-19
- [8] O.P. Gandhi, B. Q. Gao, and Y.Y. Chen, A frequency-dependent finite-difference time-domain formulation for general dispersive media, IEEE Trans. Microw. Theor.Tech.,vol MTT-41, April 1993,pp. 658-665
- [9] K. S. Yee, Numerical solutions of initial boundary value problem involving Maxwell's equations in isotropic media, IEEE trans. Antenn.Propag., vol .17, 1966,pp.585-589.
- [10] D.K Cheng, Field and Wave Electromagnetics, menlo Park, CA: Addison-Wesley 1992.
- [11] A. Taflove and M. Brodwin, Numerical solutions of steady state electromagnetic scattering problems using the time-dependent Maxwell's equations, IEEE. Trans.Microw.Theor.Tech.,vol 23.1975,pp.623-730.
- [12] G. Mur, Absorbing boundary conditions for the finite difference approximation of the time domain electromagnetic field equations, IEEE Trans.Electromagn. C.,vol.23,1981,pp.377-384..

**LAMPIRAN 1. BIODATA PENGUSUL****A. BIODATA KETUA PENGUSUL**

Nama	MUHAMMAD HASAN BASRI S.T, M.Si
NIDN/NIDK	2114088301
Pangkat/Jabatan	-/Tidak Punya
E-mail	hasanmohammadbasri83@gmail.com
ID Sinta	6164057
h-Index	0

**Publikasi di Jurnal Internasional terindeks**

No	Judul Artikel	Peran (First author, Corresponding author, atau co-author)	Nama Jurnal, Tahun terbit, Volume, Nomor, P-ISSN/E-ISSN	URL artikel (jika ada)
----	---------------	--	---	------------------------

**Publikasi di Jurnal Nasional Terakreditasi Peringkat 1 dan 2**

No	Judul Artikel	Peran (First author, Corresponding author, atau co-author)	Nama Jurnal, Tahun terbit, Volume, Nomor, P-ISSN/E-ISSN	URL artikel (jika ada)
----	---------------	--	---	------------------------

**Prosiding seminar/konferensi internasional terindeks**

No	Judul Artikel	Peran (First author, Corresponding author, atau co-author)	Nama Jurnal, Tahun terbit, Volume, Nomor, P-ISSN/E-ISSN	URL artikel (jika ada)
----	---------------	--	---	------------------------

**Buku**

No	Judul Buku	Tahun Penerbitan	ISBN	Penerbit	URL (jika ada)
----	------------	------------------	------	----------	----------------

**Perolehan KI**

No	Judul KI	Tahun Perolehan	Jenis KI	Nomor	Status KI (terdaftar/granted)	URL (jika ada)
----	----------	-----------------	----------	-------	-------------------------------	----------------



**B. ANGGOTA PENGUSUL 1**

Nama	MUH. HAMZAH
NIDN/NIDK	0711118601
Pangkat/Jabatan	-/Tidak Punya
E-mail	
ID Sinta	6667229
h-Index	0

**Publikasi di Jurnal Internasional terindeks**

No	Judul Artikel	Peran (First author, Corresponding author, atau co-author)	Nama Jurnal, Tahun terbit, Volume, Nomor, P-ISSN/E-ISSN	URL artikel (jika ada)
----	---------------	--	---	------------------------

**Publikasi di Jurnal Nasional Terakreditasi Peringkat 1 dan 2**

No	Judul Artikel	Peran (First author, Corresponding author, atau co-author)	Nama Jurnal, Tahun terbit, Volume, Nomor, P-ISSN/E-ISSN	URL artikel (jika ada)
----	---------------	--	---	------------------------

**Prosiding seminar/konferensi internasional terindeks**

No	Judul Artikel	Peran (First author, Corresponding author, atau co-author)	Nama Jurnal, Tahun terbit, Volume, Nomor, P-ISSN/E-ISSN	URL artikel (jika ada)
----	---------------	--	---	------------------------

**Buku**

No	Judul Buku	Tahun Penerbitan	ISBN	Penerbit	URL (jika ada)
----	------------	------------------	------	----------	----------------

**Perolehan KI**

No	Judul KI	Tahun Perolehan	Jenis KI	Nomor	Status KI (terdaftar/granted)	URL (jika ada)
----	----------	-----------------	----------	-------	-------------------------------	----------------

### LAMPIRAN 3. BUKTI PEROLEHAN KI

**PERSETUJUAN USULAN**

Tanggal Pengiriman	Tanggal Persetujuan	Nama Pimpinan Pemberi Persetujuan	Sebutan Jabatan Unit	Nama Unit Lembaga Pengusul
-	-	-	-	-