

USULAN TUGAS AKHIR

1. IDENTITAS PENGUSUL

NAMA : Abdurrahman
NRP : 05111640000087
DOSEN WALI : Arya Yudhi Wijaya, S.Kom., M.Kom.
DOSEN PEMBIMBING : 1. Dr.Eng. Radityo Anggoro, S.Kom., M.Sc.
2.

2. JUDUL TUGAS AKHIR

“Modifikasi Ad-hoc On-demand Distance Vector (AODV) Berdasarkan Fuzzy Based Trust dan Energy Awareness di Lingkungan Mobile Ad-hoc Network (MANET).”

3. LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi di era globalisasi ini berlangsung dengan sangat pesat. Faktor utama yang mendukung perkembangan tersebut adalah arsitektur jaringan yang berperan penting sebagai perantara untuk komunikasi antar pengguna. Salah satu jaringan yang semakin berkembang saat ini adalah *Mobile Ad-hoc Network* (MANET). MANET merupakan teknologi jaringan yang tersusun dari kumpulan *node* yang bersifat *mobile* yang terhubung secara nirkabel dan tidak memerlukan infrastruktur apapun untuk melakukan konfigurasi jaringan nya [1]. Pada umumnya, MANET memiliki topologi yang dinamis, kapasitas transmisi yang bervariasi, energi yang terbatas dan sekuritas fisik yang terbatas juga [2]. Setiap *node* pada MANET memiliki keterbatasan jarak transmisi nya, *node* tersebut akan memanfaatkan *node* tetangga nya untuk mengirim paket data kepada *node* tujuan yang berada diluar jangkauan nya.

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, diperlukan protokol *routing* yang bertipe *ad hoc*. Protokol ini dibagi menjadi dua, yaitu protokol dengan memanfaatkan *routing table* (*table driven*) dan protokol yang rute nya dibentuk hanya saat dibutuhkan saja (*on demand*). Protokol *on demand* mendapat perhatian yang cukup besar karena secara manajemen energi pada *node* nya lebih baik, hanya akan mencari rute dari *source node* ke *destination node* jika ada *request* untuk mengirimkan paket data. Salah satu contoh nya adalah *Ad-hoc On-demand Distance Vector* (AODV). Ketika ada *source node* yang ingin mengirimkan paket, *node* tersebut akan melakukan *broadcast Route Request* (RREQ) kepada *node* tetangga nya. Jika *node* tetangga nya memiliki rute ke *node* tujuan, *node* tersebut akan mengirimkan paket *Route Reply* (RREP) ke *source node*. Jika tidak, *node* tersebut akan terus melakukan *broadcast RREQ* ke semua *node* tetangga lainnya [3].

Namun, mekanisme seperti ini memungkinkan adanya *collision*, *routing overhead* dan pemborosan energi oleh *node* yang melakukan *broadcast RREQ* tanpa adanya seleksi terlebih lalu [4]. Pemilihan rute berdasarkan *hop count* yang minimum saja juga tidak cukup untuk mendapatkan solusi rute yang stabil dan efisien. Untuk itu, diperlukan suatu mekanisme pemilihan rute pada protokol *routing* AODV yang dapat meningkatkan *throughput*, mengurangi *routing overhead* dan *hop count* yang juga lebih efisien secara energi.

Pada tugas akhir ini, penulis mengusulkan sebuah mekanisme pencarian rute baru pada AODV menggunakan dua metode, yaitu *Fuzzy Based Trust* dan *Energy Awareness*. Metode *Fuzzy Based Trust* berperan untuk menyeleksi paket RREQ pada setiap *node* berdasarkan nilai *Trust Factor* (TF) yang mempertimbangkan faktor kekuatan sinyal, jarak antar *node* dan *energy level*. Metode *Energy Awareness* berperan untuk mendapatkan rute akhir yang efisien secara energi berdasarkan nilai *Node Energy Factor* (NEF) tertinggi dari seluruh RREQ yang diperoleh pada *destination node* dalam rentang waktu tertentu [4]. Hasil akhir yang diharapkan adalah berupa modifikasi AODV yang lebih unggul dari sisi *throughput*, *routing overhead*, *hop count* dan jumlah *node* yang masih hidup pada jaringan MANET dibandingkan dengan kinerja AODV yang sebelumnya.

4. RUMUSAN MASALAH

Berikut beberapa hal yang menjadi rumusan masalah pada tugas akhir ini:

1. Bagaimana melakukan pemilihan rute AODV berdasarkan nilai *Trust Factor* (TF) dan *Node Energy Factor* (NEF)?
2. Bagaimana dampak perubahan yang dilakukan terhadap kinerja AODV secara keseluruhan?

5. BATASAN MASALAH

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Jaringan yang digunakan adalah jaringan *Mobile Ad-hoc Network* (MANET).
2. Routing protocol yang diujicobakan yaitu AODV.
3. Simulasi pengujian jaringan menggunakan *Network Simulator 2* (NS-2).

6. TUJUAN PEMBUATAN TUGAS AKHIR

Tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan mekanisme pemilihan rute AODV berdasarkan nilai *Trust Factor* (TF) dan *Node Energy Factor* (NEF) di lingkungan MANET.
2. Mendapatkan perbandingan hasil analisis dari perubahan performa AODV modifikasi terhadap AODV sebelumnya.

7. MANFAAT TUGAS AKHIR

Tugas akhir ini memiliki manfaat berupa hasil analisis dari dampak performa AODV terhadap modifikasi yang dilakukan sebagai referensi bagi para peneliti AODV kedepannya.

8. TINJAUAN PUSTAKA

8.1. Mobile Ad-hoc Network (MANET)

Mobile Ad-hoc Network (MANET) merupakan teknologi jaringan yang tersusun dari kumpulan *node* yang bersifat *mobile* yang terhubung secara nirkabel dan tidak memerlukan infrastruktur apapun. Pada dasarnya, skema *routing* pada MANET terbagi menjadi dua model, yaitu protokol *proactive* dan *reactive*. Pada protokol *proactive* seperti *Destination Sequenced Distance Vector* (DSDV) dan *Optimized Link State Routing* (OLSR), rute kepada *node* tujuan didefinisikan dan diperbarui secara berkala. Pada protokol *reactive* seperti *Ad-hoc On-demand Distance Vector* (AODV) dan *Dynamic Source Routing* (DSR), rute kepada *node* tujuan dibentuk saat ada keinginan untuk mengirim paket data dari *source node*.

Kelebihan dari MANET adalah terpisah dari administrasi jaringan sentral, setiap *node* dapat berperan sebagai *host* maupun *router* dan *node* dapat melakukan konfigurasi serta perbaikan hubungannya dengan *node* lain tanpa campur tangan manusia. Adapun kekurangan dari MANET adalah sumber daya yang sangat terbatas, tidak ada otorisasi pusat, dan lebih rawan terhadap serangan karena memiliki sekuritas fisik yang juga terbatas [5].

8.2. Ad-hoc On-demand Distance Vector (AODV)

Ad-hoc On-demand Distance Vector (AODV) merupakan *reactive routing protocol* yang terbaru dan populer saat ini. AODV bersifat *multi hop*

dimana pemilihan rute nya berdasarkan jumlah *hop count* yang minimum. Ketika *source node* ingin mengirim paket data kepada suatu *node* tujuan yang tidak diketahui, *node* tersebut akan membuat skema *routing discovery* dengan melakukan *broadcast* paket *Route Request* (RREQ) kepada seluruh *node* tetangga nya. Saat menerima RREQ, ketika *node* tetangga mempunyai rute yang valid kepada *node* tujuan, *node* tersebut akan mengirim paket *Route Reply* (RREP) kepada *source node*. Jika tidak, *node* ini akan membuat *reverse path* dan melakukan *broadcast* RREQ kepada seluruh *node* tetangga nya. Proses ini diulang hingga RREQ sampai ke *destination node* [4].

8.3. Network Simulator 2 (NS-2)

Network Simulator 2 atau NS-2 adalah aplikasi simulator bersifat *open-source* yang di desain khusus untuk riset komunikasi jaringan. NS-2 memiliki kemampuan untuk mensimulasikan protokol-protokol penting seperti TCP, FTP, DSR, AODV dan yang lainnya. Aplikasi ini berbasis Unix dan menggunakan TCL sebagai bahasa *scripting* nya. NS-2 menggunakan dua bahasa pemrograman utama, yaitu C++ dan *Object-oriented Tool Command Language* (OTcl). C++ pada NS-2 berperan sebagai yang mendefinisikan mekanisme internal dari objek simulasi, lalu OTcl melakukan proses *assembly* dan konfigurasi objek serta penjadwalan *event* secara diskrit. C++ dan OTcl dihubungkan menggunakan TclCL [6].

8.4. Fuzzy Logic

Fuzzy Logic adalah metode komputasi berdasarkan *degrees of truth*, bukan hanya benar atau salah seperti pada metode *Boolean Logic*. Metode ini terkesan meniru cara manusia dalam mengambil keputusan. Dari sekian banyak data yang diterima sebagai *input*, data tadi dibentuk interval nya dan dinyatakan tingkat kebenarannya sesuai dengan hasil analisis atau aturan tertentu didukung dengan interpretasi data yang logis [7].

$$f(x; a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & c \leq x \end{cases}$$

Gambar 1: Triangular Membership Function

Arsitektur utama pada *Fuzzy Logic* memiliki 4 komponen, yaitu *Rule Base*, *Fuzzification*, *Inference Engine* dan *Defuzzification*. *Rule Base* berisi beberapa aturan dan kondisi IF-THEN yang diberikan oleh para ahli sebagai sistem pengambil keputusan. *Fuzzification* digunakan untuk mengonversi *input*

data menjadi *fuzzy sets*. *Inference Engine* memberikan keputusan terhadap *fuzzy input* sesuai dengan aturan yang telah didefinisikan, salah satu contoh aturan nya adalah seperti pada Gambar 1. *Defuzzification* digunakan untuk mengonversi *fuzzy set* yang diperoleh dari *Inference Engine* menjadi *output* yang valid [8].

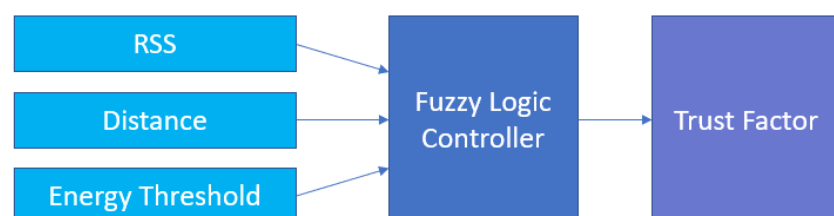
8.5. MATLAB

MATLAB adalah platform *programming* yang di desain secara khusus untuk para insinyur dan peneliti. Aplikasi ini menggunakan bahasa MATLAB yang berbasis matrix yang memungkinkan komputasi matematika secara natural. MATLAB juga dapat digunakan untuk melakukan analisis data, membuat algoritma, model matematika dan berbagai aplikasi [9].

9. RINGKASAN ISI TUGAS AKHIR

AODV merupakan *routing protocol* yang termasuk dalam klasifikasi reaktif *routing protocol*, yang hanya me-request sebuah rute saat dibutuhkan. AODV memiliki *Route Discovery* dan *Route Maintenance*. *Route Discovery* berupa *Route Request* (RREQ) dan *Route Reply* (RREP). Sedangkan *Route Maintenance* berupa data, *route update* dan *Route Error* (RERR). AODV memerlukan setiap *node* untuk menjaga tabel *routing* yang berisi *field Destination IP*, *Destination Sequence Number*, *Next Hop*, *Hop Count*, *Lifetime* dan *Routing Flags*. Pada AODV, dipastikan tidak akan terjadinya *loops* saat melakukan *Route Discovery* dan ketika ada *link* yang putus, *node* tersebut akan segera mengirim paket RERR kepada *node* sumber [10].

Pada tugas akhir ini akan dibuat sebuah implementasi dari AODV yang dimodifikasi pada Network Simulator NS-2 yang kemudian di analisis dan dibandingkan hasilnya dengan AODV sebelumnya menggunakan perbandingan grafik. Hasil modifikasi yang akan dibuat adalah penentuan pemilihan rute AODV di lingkungan MANET berdasarkan nilai *Trust Factor* (TF) dan *Node Energy Factor* (NEF). TF ini berperan untuk menyeleksi paket RREQ yang diterima oleh *node* tetangga, diharapkan agar tidak terjadi nya *flooding* paket RREQ serta meningkatkan *throughput*, mengurangi jumlah *hop count* dan mengurangi *routing overhead*. Sementara NEF berperan untuk menentukan rute mana yang memiliki tingkat energi terbesar, diharapkan agar semakin banyak *node* yang hidup akibat dari pembagian *resource* energi yang optimal.



Gambar 2: Fuzzy Inference Engine untuk AODV modifikasi

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi Trust Factor (TF) sebagai *input* untuk *Fuzzy Inference Engine* (FIE) antara lain:

1. Received Signal Strength (RSS)

RSS adalah nilai atau persentase kekuatan sinyal suatu *node* yang diterima oleh *node* tetangga nya saat mendapat RREQ. Rentang pada RSS berkisar dari -10 dBm sampai dengan -110 dBm. Semakin tinggi nilai RSS berarti sinyal yang diterima oleh node semakin kuat, begitu juga sebaliknya. Kekuatan sinyal dapat diukur dengan rumus berikut:

$$P_r = P_t \cdot G_t \cdot G_r / 4\pi d^2$$

dimana:

P_r = Received signal power

P_t = Transmitted signal power

G_t = Transmitter antenna gain

G_r = Receiver antenna gain

d = Distance between nodes

Karena *node* pada MANET bergerak secara tidak teratur, nilai RSS node perlu diperhatikan agar *throughput* nya maksimal [11]. Variabel linguistik yang ditetapkan untuk RSS adalah *Weak*, *Medium* dan *Strong*.

Ho: *Trust Factor* (TF) akan optimal ketika RSS bernilai *Strong*.

2. Distance

Distance adalah jarak antara *node* tetangga dengan *node* yang melakukan *broadcast* RREQ. Pada umum nya, semakin dekat jarak nya maka semakin kuat nilai RSS nya. Namun, pemilihan rute seperti ini akan meningkatkan *hop count* suatu rute. Jika jarak nya semakin jauh, maka ada kemungkinan *node* tetangga bergerak keluar dari jangkauan transmisi *node* tersebut [4]. Variabel linguistik yang ditetapkan untuk *Distance* adalah *Near*, *Medium* dan *Far*.

Jarak antar *node* dapat diukur dengan rumus berikut:

$$d = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

dimana (X1, Y1) dan (X2, Y2) adalah koordinat dari *node transmitter* dan *receiver* paket RREQ.

Ho: *Trust Factor* (TF) akan optimal ketika *Distance* bernilai *Medium*.

3. Energy Level (EL)

Energy Level adalah tingkat energi pada baterai suatu *node* tetangga. Semakin rendah energi nya, maka *node* tersebut semakin rawan untuk mati. Untuk itu, partisipasi *broadcast RREQ* oleh *node* tersebut harus dikurangi [4]. Variabel linguistik yang ditetapkan untuk EL adalah *Safe*, *Warning*, dan *Critical*.

Tingkat energi dapat diukur dengan rumus berikut:

$$EL = \frac{E_c}{E_i} \times 100\%$$

dimana:

EL = Node Energy Level

E_c = Node Current Energy

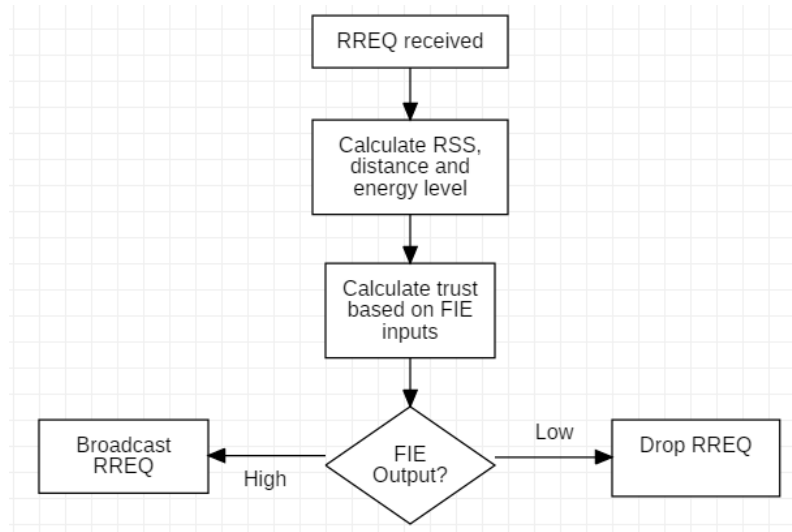
E_i = Node Initial Energy

Ho: *Trust Factor* (TF) akan optimal ketika EL bernilai *Safe*.

Ketiga faktor yang mempengaruhi *Trust Factor* (TF) tersebut akan dibuatkan *degree of membership* nya berdasarkan fungsi *Triangular Membership* dan dibuatkan *plot* nya menggunakan aplikasi MATLAB. Setelah itu, akan dibuatkan juga tabel aturan untuk *Fuzzy Inference Engine* (FIE) nya sebagai bahan dalam menghitung TF.

Adapun variabel linguistik yang ditetapkan untuk TF adalah *High* dan *Low*. Jika indikator TF nya *High*, maka paket RREQ diterima dan di *broadcast* seperti biasanya. Jika indikator TF nya *Low*, maka paket RREQ akan di *drop* oleh *node*.

Berikut ini adalah *flowchart* dari metode *Fuzzy Based Trust*:



Gambar 3: Fuzzy Based Trust Flowchart

Flowchart pada Gambar 3 akan diimplementasikan pada tiap *node* penerima paket RREQ yang kemudian menjadi bahan penentuan jalur untuk metode *Energy Awareness*, dengan *Node Energy Factor* (NEF) sebagai acuannya. Nilai NEF dapat diukur dengan rumus berikut:

$$NEF = \frac{E_r}{E_i} \times 100\%$$

$$E_r = E_c - (E_{tx} + E_{rx})$$

dimana:

NEF = Node Energy Factor

E_r = Node Residual Energy

E_c = Node Current Energy

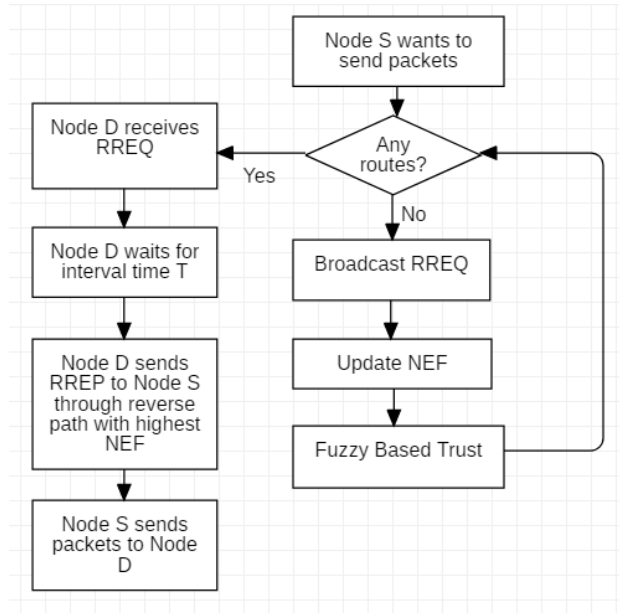
E_{tx} , E_{rx} = Consumed energy for each transmitted/received packet

Source node yang akan mengirim paket kepada *destination node* akan melakukan *broadcast* paket RREQ ke semua *node* tetangga nya. Setiap *node* yang menerima paket RREQ akan dihitung NEF nya. Jika terdapat dua nilai NEF, maka NEF yang dipilih adalah NEF yang lebih kecil. Proses ini akan terus diulang sampai *destination node* ditemukan. Dari sini bisa disimpulkan bahwa RREQ yang diterima oleh *destination node* tadi berisi NEF dengan nilai terkecil dari seluruh *node* pada *reverse path* yang telah dilalui paket RREQ tersebut [4].

Destination node akan menunggu dengan waktu interval T untuk paket RREQ lain. Jika ada lebih dari satu paket RREQ yang diterima, *destination node* akan memilih rute dengan nilai NEF yang paling tinggi, mengirim paket RREP melalui

jalur itu dan *drop* paket RREQ yang lainnya. Dengan metode ini, jumlah *node* yang hidup akan lebih banyak dibandingkan AODV sebelumnya.

Berikut ini adalah *flowchart* dari metode *Energy Awareness*:



Gambar 4: Energy Awareness Flowchart

Modifikasi AODV ini menggunakan asumsi bahwa setiap *node* memiliki GPS untuk mengetahui posisi *node* secara *real time*. Untuk menyesuaikan modifikasi AODV, paket RREQ akan ditambah dengan tiga *field* baru, yaitu posisi (X, Y) *node*, nilai kekuatan dan *gain* ($P_t \cdot G_t$) dari sinyal yang ditransmisikan oleh *node* serta NEF. Paket RREP akan ditambah dengan satu *field* baru, yaitu Route Energy Factor (REF) untuk mengetahui berapa nilai NEF pada rute AODV terpilih di *source node* tersebut.

10. METODOLOGI

a. Penyusunan proposal tugas akhir

Proposal tugas akhir ini berisi tentang deskripsi pendahuluan dari tugas akhir yang akan dibuat. Pendahuluan ini terdiri atas latar belakang diajukannya usulan tugas akhir, rumusan masalah yang diangkat, batasan masalah untuk tugas akhir, tujuan dari pembuatan tugas akhir dan manfaat dari hasil pembuatan tugas akhir. Selain itu dijabarkan pula tinjauan pustaka yang digunakan sebagai referensi pendukung pembuatan tugas akhir. Sub bab metodologi berisi penjelasan mengenai tahapan penyusunan tugas akhir mulai dari tahapan penyusunan proposal hingga penyusunan buku tugas akhir. Terdapat pula sub bab jadwal kegiatan yang menjelaskan jadwal pengerjaan tugas akhir ini.

b. Studi literatur

Untuk menunjang penyelesaian tugas akhir ini, akan dipelajari sejumlah referensi yang diperlukan dalam melakukan implementasi modifikasi AODV, yaitu mengenai *Network Simulator 2*, *Mobile Ad-hoc Network*, AODV, *Fuzzy Logic* dan MATLAB.

c. Analisis dan desain perangkat lunak

Pada tahap ini akan dilakukan analisis pada metode *Fuzzy Based Trust*, terutama dalam menentukan interval yang optimal pada *input Fuzzy Inference Engine* (FIE). Akan dilakukan percobaan dengan mengubah beberapa parameter di AODV dan melihat dampak dari perubahan tersebut sebagai bahan penentuan rumus FIE. Berbagai referensi juga akan dipelajari sebagai data pendukung untuk rumus FIE tersebut.

Untuk metode *Energy Awareness*, akan dirancang algoritma pencarian rute berdasarkan *Node Energy Factor* (NEF) nya setelah analisa metode *Fuzzy Based Trust* selesai. Lalu kedua metode tersebut akan digabungkan sesuai dengan *flowchart* yang ada pada Gambar 4 dan dibuatkan *pseudocode* nya.

d. Implementasi perangkat lunak

Pada tahap ini akan dilakukan perancangan modifikasi AODV berdasarkan metode *Fuzzy Based Trust* dan *Energy Awareness* untuk mendapatkan rute yang diinginkan.

e. Pengujian dan evaluasi

Pengujian dilakukan terhadap modifikasi AODV dan AODV sebelumnya dengan menggunakan *Network Simulator 2* yang akan menghasilkan *trace file*. Dari *trace file* ini akan dihitung nilai *throughput*, *routing overhead*, *hop count* dan *number of alive nodes*. Lalu akan dibuatkan grafik perbandingan performa dari kedua protokol tersebut.

f. Penyusunan Buku Tugas Akhir

Pada tahap ini dilakukan penyusunan laporan yang menjelaskan dasar teori dan metode yang digunakan dalam tugas akhir ini serta hasil dari implementasi aplikasi perangkat lunak yang telah dibuat. Sistematika penulisan buku tugas akhir secara garis besar antara lain:

1. Pendahuluan
 - a. Latar Belakang
 - b. Rumusan Masalah
 - c. Batasan Tugas Akhir
 - d. Tujuan

- e. Metodologi
- f. Sistematika Penulisan
2. Tinjauan Pustaka
3. Desain dan Implementasi
4. Pengujian dan Evaluasi
5. Kesimpulan dan Saran
6. Daftar Pustaka

11. JADWAL KEGIATAN

Tahapan	2019				2020																									
	Desember				Januari					Februari					Maret					April										
Penyusunan Proposal																														
Studi Literatur																														
Perancangan Sistem																														
Implementasi																														
Pengujian dan Evaluasi																														
Penyusunan Buku																														

12. DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Christensson, "MANET Definition," TechTerms, 2016. [Online]. Available: <https://techterms.com/definition/manet>. [Accessed 27 December 2019].
- [2] "Difference Between MANET and VANET," RF Wireless World, 2012. [Online]. Available: <https://www.rfwireless-world.com/Terminology/MANET-vs-VANET.html>. [Accessed 27 December 2019].
- [3] S. Liu, Y. Yang and W. Wang, "Research of AODV Routing Protocol for Ad Hoc Networks," *AASRI Procedia*, vol. V, pp. 21-31, 2013.
- [4] M. A. Ryan, S. Nouh, T. M. Salem and A. M. Naguib, "EDA-AODV: Energy and Distance Aware AODV Routing Protocol," *International Journal of Computer Networks and Applications (IJCNA)*, vol. V, no. 5, 2018.
- [5] A. Khattri, "Introduction of Mobile Ad hoc Network (MANET)," GeeksForGeeks, [Online]. Available: <https://www.rfwireless-world.com/Terminology/MANET-vs-VANET.html>. [Accessed 27 December 2019].
- [6] "Network Simulator 2: Features & Basic Architecture of NS2," TutorialsWeb, [Online]. Available: <https://www.tutorialsworld.com/ns2/NS2-1.htm>. [Accessed 27 December 2019].
- [7] M. Rouse, "Fuzzy Logic," SearchEnterpriseAI, [Online]. Available: <https://searchenterpriseai.techtarget.com/definition/fuzzy-logic>. [Accessed 27 December 2019].
- [8] S. Priy and A. Rajput, "Fuzzy Logic Introduction," GeeksForGeeks, [Online]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org/fuzzy-logic-introduction/>. [Accessed 27 December 2019].

- [9] "What is MATLAB?," MathWorks, [Online]. Available: <https://www.mathworks.com/discovery/what-is-matlab.html>. [Accessed 28 December 2019].
- [10] R. Fitri Sari, A. Syarif and B. Budiardjo, "Analisis Kinerja Protokol Routing AODV Pada Jaringan Ad Hoc Hybrid," *MAKARA*, vol. XII, no. 1, pp. 7-18, 2018.
- [11] C. S. Evangeline and V. Babu Kumaravelu, "A Fuzzy Based Trust And Priority Enabled AODV Routing Scheme For Vehicular Network," *International Journal of Scientific & Technology Research*, vol. VIII, no. 10, 2019.