BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Automatic Modulation Classification (AMC) adalah tahapan antara proses deteksi sinyal dan demodulasi, merupakan salah satu bahasan penting pada sistem komunikasi yang digunakan di bidang militer maupun komersial. Implementasi layanan dan sistem informasi yang handal untuk aplikasi bidang militerpada spektrum frekuensi yang sangat padat, merupakan salah satu tantangan tersendiri. Sinyal yang dikirimkan dan diterima harus dijamin keamanannya, sebaliknya sinyal yang dimilikimusuh diharapkanharus mampu dideteksi, diidentifikasi, dan diganggu. Spektrum dari sinyal tersebut bisa dari frekuensi tinggi sampai dengan rendahdan format modulasinya bisa bervariasi dari skema *simple narrowband* sampai dengan *wideband*. Selain itu, deteksi format modulasi juga merupakan topik yang sangat penting di bidang komersial khususnya pada *software defined radio* (SDR) yang mampu mencakup berbagai jenis sistem komunikasi. Biasanya informasi pendukung dikirimkan untuk digunakan pada proses rekonfigurasi dari sistem SDR. Sedangkan, teknik deteksi dimana *transmitter* tidak memberikan informasi pendukung berkaitan dengan parameter sinyal yang dikirimkan, dapat dilakukan dengan *intelligent receiver* sehingga mampu meningkatkan efisiensi transmisi dengan mengurangi *overhead*. Desain sistem klasifikasi modulasi secara efektif terdiri dari dua tahapan yaitu *preprocessing* dan pemilihan algortima klasifikasi yang tepat. *Preprocessing* biasanya meliputi reduksi *noise*, estimasi frekuensi *carrier*, periode simbol, daya sinyal, equalisasi, dll. Perbedaan akurasi dari sistem *preprocessing* menentukan pemilihan algoritma dari sistem klasifikasi yang akan digunakan. Ada metode klasifikasi memerlukan estimasi *preprocessing* dengan akurasi tinggi, sebaliknya ada beberapa metode yang tidak sensitif terhadap parameter-parameter yang tidak diketahui.

Secara umum terdapat dua algoritma yang dapat digunakan dalam AMC yaitu metode *likelihood-based* (LB) dan *feature-based* (FB)[1]. Algoritma LB didasarkan pada fungsi *likelihood*dari sinyal yang dideteksi dan proses keputusan dilakukan dengan melakukan perbandingan terhadap nilai rasio *likelihood* dan *threshold*. Solusi

yang ditawarkan dari algoritma LB adalah optimal pada pendekatan bayesian artinya mampu meminimalisasi kemungkinan terjadinya salah dalam pengklasifikasian. Solusi yang optimal itu didapatkan dengan proses komputasi yang kompleks. Pada pendekatan FB, proses klasifikasi dilakukan dengan mengambil beberapa ciri dari sinyal yang dideteksi kemudian proses keputusannya didasarkan pada nilai dari ciri-ciri tersebut. Pendekatan FB ini lebih sederhana untuk diimplementasikan dan apabila metode ini dapat didesain dengan baik maka akan mampu dicapai performansi yang optimal. Jika skema modulasi dapat diidentifikasi secara tepat, maka proses lainnya seperti demodulasi sinyal dan ekstraksi informasi dapat berjalan dengan baik. Secara umum, AMC merupakan bahasan yang sangat menantang khususnya pada kondisi lingkungan transmisi yang tidak mendukung yaitu pada propagasi *multipath*, kanal yang *frequency selective* dan *time varying* dengan tidak tersedianya informasi tambahan terhadap sinyal yang akan dideteksi.

Pada beberapa tahun terakhir, banyak ditemukan teknologi baru dalam bidang komunikasi *wireless*. Industri *wireless* menunjukan perhatian yang penting terhadap sistem *orthogonal frequency division multiplexing* (OFDM) karena efisiensi dari skema OFDM yang mampu mentransmisikan informasi pada kanal *frequency selective fading* tanpa memerlukan *equalizer* yang kompleks. Pentransmisian informasi dengan skema OFDM juga lebih hemat *bandwidth* karena penggunaan multi-*carrier* yang saling *orthogonal*. Penemuan teknologi OFDM tersebut memberikan tantangan tersendiri terhadap perkembangan sinyal *intelligence* dan sistem SDR seperti bagaimana membedakan antara sinyal OFDM dan modulasi yang *single carrier*, identifikasi dari sinyal *multicarrier* yang ditransmisikan menggunakan skema modulasi dan parameter yang berbeda-beda, dll.

Klasifikasi skema modulasi sudah banyak dilakukan dengan berbagai algoritma yang berbeda-beda[1]. Pada [2] dengan metode *amplitude normalization* mampu membedakan sinyal dengan modulasi QPSK dan 16 QAM pada kanal AWGN. Pada [22] dilakukan klasifikasi terhadap skema modulasi QPSK, 16-QAM, 64-QAM dengan menggunakan ciri statistik orde tinggi dan *tree* diagram sebagai pengklasifikasinya pada kanal AWGN. Pada [11] dilakukan identifikasi QPSK, 16-QAM, 64-QAM pada kanal AWGN menggunakan ciri statistik orde satu sampai empat pada kanal AWGN. Pada [17] dilakukan klasifikasi modulasi 16-QAM dan

64-QAM dari sinyal OFDM 4096 *subcarrier* dengan kanal AWGN menggunakan ciri statistik *amplitude moment*. Pada [3] dilakukan klasifikasi BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM dari sinyal OFDM 64 sub-*carrier* pada kanal *multipath* tetapi dengan asumsi *receiver* memiliki pengetahuan yang tepat terhadap respon kanal dan didapatkan akurasi klasifikasi yang tinggi pada SNR lebih dari 18 dB.

Pada penelitian ini, dilakukan klasifikasi skema modulasi QPSK, 16-QAM, 64-QAM dari sinyal OFDM 2048 *subcarrier* pada kanal *multipath* (*frequency selective fading*). Metode yang digunakan adalah *feature-based* dan klasifikasi tree diagram dengan garis batas (*threshold*) yang dioptimasi menggunakan metode *particle swarm optmization* (PSO). Ciri yang digunakan untuk klasifikasi akan dipilih dari beberapa ciri statistik yaitu *mean*, *skewness*, *kurtosis*, orde *moment*yang memiliki nilai *euclidien distance* besar dan *mean square error* terkecil pada tahap pelatihan. Metode PSO dipilih karena memiliki performansi yang baguspada bidang optimasi[12], [19], [20]sehingga diharapkan mampu memberikan kontribusi akurasi klasifikasi yang tinggi pada penelitian ini.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang dianalisis adalah bagaimana bagian *receiver* mampu klasifikasi terhadapskema modulasi yang digunakan oleh sinyal OFDM yaitu QPSK, 16-QAM dan 64-QAM, kemudian dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana memodelkan sinyal *multicarrier* OFDM dengan parameter-parameter tertentu
2. Bagaimanamemodelkan kanal *multipath*(*frequency selective fading*) berdasarkan standar kanal realistis ITU
3. Bagaimana membangkitkan kanal AWGN
4. Bagaimana melakukan deteksi dan estimasi terhadap ciri statistik *mean*,*kurtosis*, *skewness*, orde *moment*dari sinyal OFDM yang dideteksi
5. Bagaimana menggunakan perhitungan *euclidien distance* untuk melakukan seleksi terhadap ciri statistik yang secara dominan mampu memberikan separasi yang tinggi kepada ketiga skema modulasi
6. Bagaimana melakukan klasifikasi menggunakan diagram pohon (*tree diagram*) dengan *threshold* yang sudah dioptimasi menggunakan algoritma *particle swarm optimization* (PSO)

7. Bagaimana pengaruh model kanal *multipath* (*frequency selective fading*) dan AWGN terhadap performansi klasifikasi skema modulasi.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Skema modulasi sinyal OFDM yang digunakan adalah QPSK, 16-QAM, 64-QAM.
2. Model sinyal OFDM yang digunakan adalah *complex lowpass equivalent signal* dengan jumlah *subcarrier* 2048 dan panjang *cyclic prefix* sama dengan maksimum *delay spread* kanal sehingga diasumsikan tidak terjadi *inter symbol interference* (ISI) diantara simbol OFDM yang berdekatan.
3. Model kanal yang digunakan adalah gabungan antara model kanal realistis standar ITU-*large delay* dan model *fading* Smith.
4. Sistem disimulasikan menggunakan pemrograman LabView 2011

1.4 Tujuan

Tujuan penelitian tesis ini adalah :

1. Membuat sistem yang bisa digunakan untuk menyimulasikan klasifikasi skema modulasi QPSK, 16-QAM dan 64-QAM dari sinyal OFDM
2. Menentukan paramater statistik yang dominan dan mampu membedakan skema modulasi QPSK, 16-QAM dan 64-QAM dari sinyal OFDM
3. Mendapatkan akurasi yang tinggi terhadap klasifikasi skema modulasi QPSK, 16-QAM dan 64-QAM dari sinyal OFDM.

1.5 Tahap Penelitian

Langkah-langkah yang ditempuh dalam penelitianadalah:

1. Studi literatur

   Mempelajari sistem *multicarrier* OFDM, kanal multipath (*frequency selective fading*) dan AWGN, probabilitas dan statistik, algoritma optimasi PSO.

2. Penentuan diagram blok sistem

   Menentukan diagram blok sistem yang digunakan dalam proses klasifikasi skema modulasi sinyal OFDM. Diagram tersebut terdiri dari tiga blok utama yaitu *transmitter*, kanal dan detektor.

3. Pengujian dan analisis
   a) Melakukan pengujian terhadap diagram blok*transmitter* dalam menyimulasikan sistem komunikasi *multicarrier* OFDM
   b) Melakukan pengujian terhadap diagram blok kanal yang menyimulasikan kanal *multipath* dan AWGN
   c) Melakukan pengujian terhadap ekstraksi ciri statistik yaitu *mean*, *kurtosis*, *skewness*, orde *moment* dari sinyal OFDM yang dideteksi
   d) Menggunakan *euclidien distance* untuk menentukan ciri statistik yang memiliki nilai separasi tinggi untuk dapat membedakan skema modulasi QPSK, 16-QAM dan 64-QAM dari sinyal OFDM
   e) Menentukan garis batas (*threshold*) menggunakan ciri statistik yang sudah dipilih dan algoritma PSO untuk melakukan optimasi terhadap koefisien dari garis batas tersebut
   f) Menganalisis performansi klasifikasi terhadap fluktuasi kanal yang diukur pada SNR 0-30 dB.