

# BAB I

## PENDAHULUAN

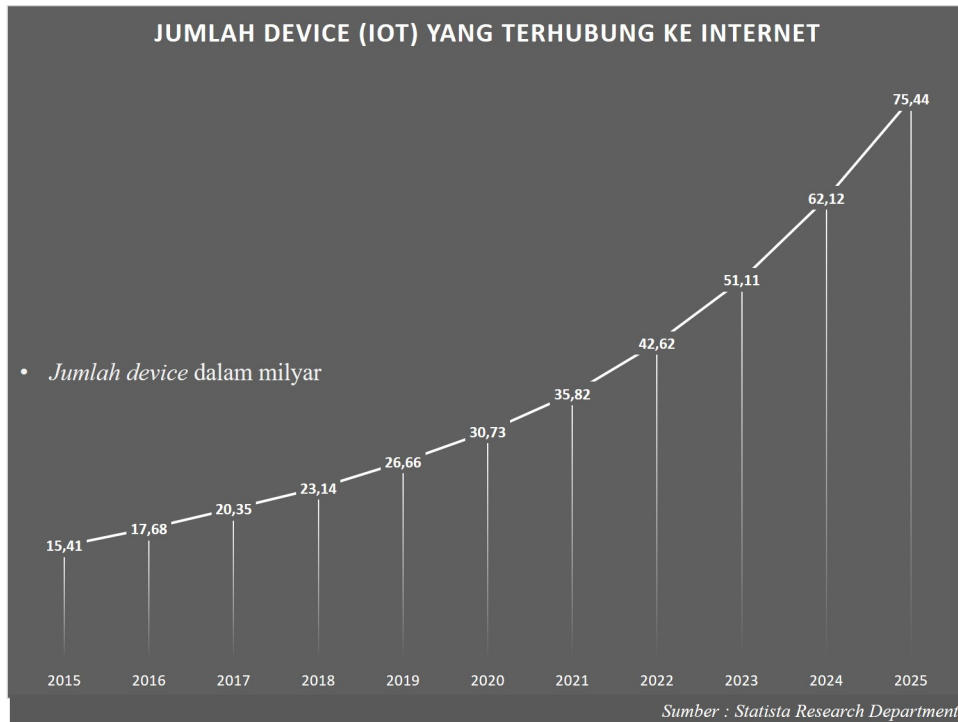
### 1.1 Latar Belakang

Terdapat 45 negara kepulauan di dunia dan Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar yang memiliki lebih dari 3000 pelabuhan. Pelabuhan – pelabuhan tersebut memiliki fungsi sebagai tempat kapal bersandar, naik-turun penumpang, bongkar muat barang serta tempat berpindah intra dan antar moda transportasi. Data BPS tahun 2017 menunjukkan bahwa pelabuhan Indonesia memiliki 842.081 kunjungan kapal, dalam maupun luar negeri, dan jumlah kunjungan diperkirakan akan terus meningkat setiap tahunnya. Sehingga sesuai kebijakan pemerintah untuk mengimplementasikan Internet of things (IoT) dalam kegiatan industri pada roadmap making Indonesia 4.0 menjadikan beberapa layanan pelabuhan dilayani oleh IoT. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan produktivitas dan pendapatan negara dalam ekspor dan impor [1]. Salah satu contoh pelabuhan yang sudah menerapkan IoT adalah Cikarang *dry port* beberapa layanan yang telah menggunakan IoT misalnya *electronic delivery order (e-DO)*, *auto gate system*, *e-Billing*, *e-Payment* dan lain sebagainya [2].

Gambar 1.1 memperlihatkan jumlah *device*<sup>1</sup> IoT yang terhubung ke Internet sejak tahun 2015 hingga 2025 yang terus meningkat setiap tahunnya [3]. Jumlah *device* pada IoT yang banyak menyebabkan *multiple access* konvensional tidak cocok digunakan. Permasalahan yang terjadi ketika di pelabuhan menggunakan *multiple access* konvensional seperti *Time Division Multiple Access (TDMA)*, *Frequency Division Multiple Access (FDMA)*, *Code Division Multiple Access (CDMA)* adalah jaringan menjadi penuh oleh permintaan akses dari *user* yang sangat banyak. Hal ini terjadi, karena TDMA, FDMA dan CDMA merupakan *multiple access scheduling* yang memberikan akses kepada *user* untuk mengirimkan data mengikuti *scheduling* tertentu [4]. Jaringan akan menjadi penuh ketika *scheduling* yang ditentukan tidak dapat mengatur jumlah *user* yang banyak sehingga menyebabkan peluang terjadinya *collision* meningkat dan jumlah paket yang hilang atau rusak semakin banyak. Selain itu, kondisi pelabuhan yang memiliki banyak *obstacles*, karena komponen logam seperti peti kemas, *hopper*, RTG *crane* mengakibatkan adanya

---

<sup>1</sup>Dalam Tugas Akhir ini kata "user" atau "device" dianggap sama dan saling dipertukarkan, kecuali jika dijelaskan kemudian.

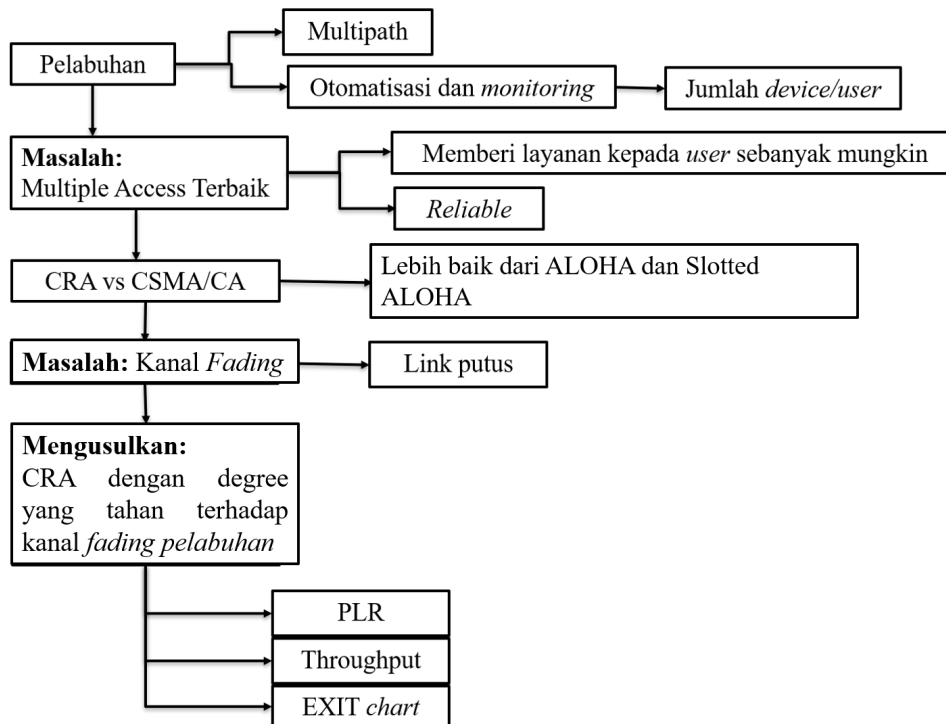


**Gambar 1.1.** Jumlah perangkat IOT yang terhubung ke Internet sejak 2015 hingga 2025.

*multipath fading*. *Multipath fading* pada sistem komunikasi dapat menyebabkan putusnya link komunikasi sehingga mengakibatkan kinerja sistem menjadi buruk. Oleh sebab itu, sistem komunikasi di pelabuhan membutuhkan teknik *multiple access* yang *reliable*.

Tugas Akhir ini mengusulkan *multiple access Coded Random Access (CRA)* untuk mengatasi permasalahan akses *device* secara *massive* seperti pada [5, 6]. CRA adalah sebuah teknik *multiple access* acak yang melakukan deteksi dengan *Successive Interference Cancellation (SIC)* seperti pada *low-density parity-check (LDPC) codes* untuk menghindari adanya paket hilang, karena *collision* [7, 8, 9]. *Base Station* pada CRA mampu menyimpan data pada slot yang bertabrakan dan menggunakannya dalam proses pemulihan transmisi berdasarkan pembatalan SIC [10, 11]. Tetapi, kelemahan CRA adalah terbatasnya nilai *degree* yang dapat di-*decode* [12, 13, 14]. Perbedaan CRA konvensional dengan CRA pada sistem komunikasi di pelabuhan terletak pada *optimum degree* yang digunakan. *Optimum degree* pada CRA khusus pelabuhan didesain tahan terhadap *fading* sehingga mampu meminimalisir terjadinya link putus.

Tugas Akhir ini juga akan membandingkan kinerja sistem komunikasi menggunakan *Carrier-Sense Multiple Access with Collision Avoidance (CSMA/CA)*. Hal ini dilakukan untuk menguji keandalan CRA dengan *multiple random access* lain-



**Gambar 1.2.** Diagram ikhtisar Tugas Akhir.

nya. CSMA/CA dipilih, karena memiliki kinerja yang lebih baik daripada ALOHA dan Slotted ALOHA seperti yang terdapat pada penelitian [15, 16, 17, 18]. Kinerja yang dianalisis berupa *Paket-Loss Rate* (PLR) dan *throughput*. Pengujian dilakukan secara adil menggunakan jumlah *time slot* dan *user* yang sama.

Untuk lebih memahami penelitian pada Tugas Akhir lebih lanjut dapat dilihat diagram ikhtisar pada Gambar 1.2. Pelabuhan memiliki kanal *multipath* akibat banyaknya logam dan *device* yang banyak akibat aplikasi otomatisasi dan *monitoring*, sehingga memerlukan teknik *multiple access* yang *reliable*. Teknik *Multiple access* yang baik adalah teknik yang mampu memberikan layanan kepada *user* sebanyak mungkin serta *reliable*.

Tugas Akhir ini mengusulkan CRA sebagai teknik *multiple access* untuk sistem komunikasi di pelabuhan yang lebih baik daripada ALOHA, Slotted ALOHA, dan CSMA/CA. Usulan CRA dibandingkan dengan CSMA/CA, karena CSMA/CA memiliki kinerja yang lebih baik daripada ALOHA dan Slotted ALOHA. Permasalahan *multipath fading* yang mengakibatkan terjadinya putus *link* diatasi dengan *degree* baru CRA yang dirancang tahan terhadap efek dari kanal pelabuhan. Usulan CRA dievaluasi dalam bentuk PLR, *throughput*, dan *EXIT chart*. Hasil teknologi ini diharapkan dapat menjadi rujukan dalam pengembangan teknologi sistem komunikasi di pelabuhan masa depan yang lebih *reliable*.

## 1.2 Permasalahan

Masalah dalam Tugas Akhir ini adalah belum adanya *multiple access* yang *reliable* untuk digunakan pada sistem komunikasi di pelabuhan. Hal ini, karena kebutuhan sistem komunikasi di pelabuhan yang berbeda dengan sistem komunikasi di daerah umum. Pelabuhan membutuhkan *multiple access* yang mampu memberikan akses pada *device* atau *user* dalam jumlah banyak serta memiliki kinerja yang baik meski pada kondisi pelabuhan yang memiliki banyak *obstacles* yang menyebabkan adanya *multipath fading*.

## 1.3 Tujuan

Tugas Akhir ini bertujuan untuk merancang sistem komunikasi yang sesuai dengan kondisi lingkungan pelabuhan modern. Hasil dari Tugas Akhir ini juga diharapkan dapat menjadi acuan untuk menentukan desain sistem komunikasi di pelabuhan sehingga *maximum performance* di lingkungan pelabuhan dapat segera diwujudkan.

## 1.4 Batasan Permasalahan

Tugas Akhir ini membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. *Multiple Access* yang diujikan adalah CRA dan CSMA/CA.
2. Simulasi yang dilakukan menggunakan *software* MATLAB.
3. Tugas Akhir ini mengasumsikan bahwa transmisi dilakukan secara sinkron terutama awal dan akhir pengiriman paket. ALOHA yang melakukan transmisi secara tidak sinkron tidak disimulasikan pada Tugas Akhir ini tetapi hanya teorinya saja yang dipakai.
4. Tugas Akhir ini hanya menggunakan *degree distribution* yang terdiri atas dua suku yaitu 2 *fraction* dan 2 *degree*. *Fraction* adalah bilangan desimal atau pecahan yang menyatakan persentasi dari *node* yang transmit menggunakan *degree* tertentu. *Degree* adalah jumlah paket yang dikirimkan oleh *user* pada setiap periode *contention* tersebut.

## 1.5 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang diterapkan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

### 1. Studi Literatur

Tahap ini melakukan analisis, investigasi, dan identifikasi masalah yang berkaitan dengan Tugas Akhir ini dari sumber penelitian yang sudah dikaji di berbagai literatur.

### 2. Pemodelan dan Simulasi CRA dan CSMA/CA

Tahap ini memodelkan dan mensimulasikan *multiple access* CRA dan CSMA/CA menggunakan komputer berdasarkan parameter-parameter yang adil untuk keduanya.

### 3. Analisis *packet loss rate* (PLR) dan *throughput*

Tahap ini melakukan evaluasi dan analisis terhadap PLR dan *throughput* yang didapat pada kedua *multiple access*.

### 4. Kesimpulan

Tahap ini menarik kesimpulan dari hasil yang telah didapat untuk dibandingkan dan dijadikan acuan terhadap performa tiap-tiap jaringan.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Untuk selanjutnya, Tugas Akhir ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

- **BAB 2: Konsep Dasar**

Bab ini berisi penjelasan tentang konsep CSMA, CRA, kanal *additive white Gaussian noise* (AWGN) dan *Rayleigh fading*.

- **BAB 3: Sistem Model dan Skenario Pengujian dari *Multiple Access* CRA dan CSMA/CA**

Bab ini berisi penjelasan tentang sistem model *multiple access* CRA dan CSMA/CA serta skenario pengujiannya di AWGN dan *Rayleigh fading*.

- **BAB 4: Performansi *Multiple Access* CRA dan CSMA/CA dan Analisisnya**

Bab ini berisi analisis mengenai kinerja *multiple access* CRA dan CSMA/CA di kanal *fading* menggunakan parameter yang sama.

- **BAB 5: Kesimpulan dan Saran**

Bab ini berisi pemaparan kesimpulan dari hasil studi performansi *multiple access* CRA dan CSMA/CA.