

BAB I

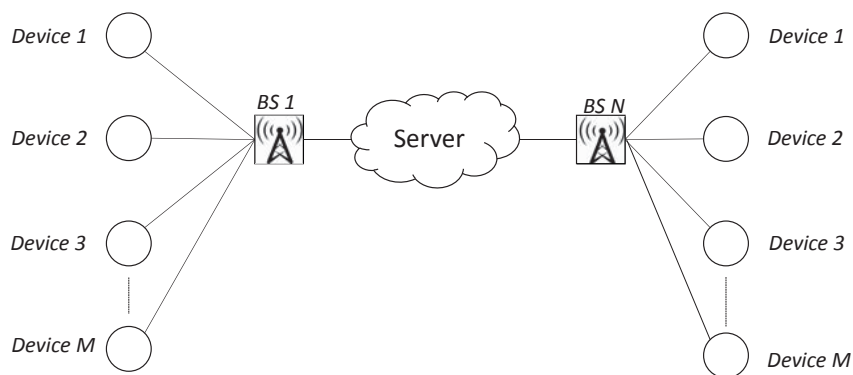
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di masa depan teknologi komunikasi dan informasi tidak lagi hanya dibutuhkan oleh manusia. Untuk menyongsong era tersebut, kini terdapat banyak penelitian untuk pengembangan integrasi solusi konektivitas misalnya dengan sensor, kendaraan, aktuator, dan sistem parkir yang mendorong *Internet of Things* (IoT). IoT terdiri atas beberapa jaringan yang memiliki objek desain yang berbeda, misalnya beberapa jaringan hanya mencakup area lokal, seperti rumah, sedangkan jaringan lainnya mencakup area yang lebih luas.

IoT merupakan salah satu aplikasi teknologi 5G. Pada era 5G, teknologi *multiple access* konvensional seperti *time division multiple access* (TDMA), *frequency division multiple access* (FDMA), *code division multiple access* (CDMA), *orthogonal frequency division multiple access* (OFDMA) membutuhkan *scheduling* yang sempurna dan diprediksi kurang mampu untuk mengatasi koneksi *random* dari banyak *devices* masa depan.

Jaringan IoT masa depan diperkirakan akan melibatkan miliaran *devices* yang saling terkoneksi dalam internet. Gambar 1.1 mengilustrasikan koneksi antara ratusan bahkan ribuan *devices* yang melakukan komunikasi dibantu oleh *base station* (BS) sebagai perantara. Teknik mekanisme akses yang dapat menangani *massive connection* dibutuhkan pada teknologi IoT. Tugas Akhir ini menganalisis



Gambar 1.1: *Massive IoT connection.*

Tabel 1.1: Mekanisme akses pada *wireless* IoT.

Mekanisme Akses	Teknologi IoT	Throughput (packets/slot)
<i>Pure</i> ALOHA	SigFox dan LoRA	$T = 0.184$
<i>Slotted</i> ALOHA	RFID, RACH LTE dan NB-IoT	$T = 0.37$
<i>Non-Slotted</i> CSMA/CA	Zigbee dan Wifi	$T = 0.5 - 0.8$
<i>Slotted</i> CSMA/CA	Zigbee	$T = 0.8$
<i>Coded Random Access</i>	SC-IoT	$T = 0.9 - 3.9$

mekanisme akses yang digunakan pada teknologi NB-IoT dan SC-IoT, yaitu, *slotted* ALOHA dan *coded random access* (CRA).

IoT dibagi menjadi empat kategori berdasarkan mekanisme aksesnya, yaitu, *pure* ALOHA, *slotted* ALOHA, *non-slotted carrier sense multiple access with collision avoidance* (CSMA/CA), dan *slotted* CSMA/CA. Tabel 1.1 menunjukkan bahwa *pure* ALOHA digunakan pada SigFox dan LoRA dan memiliki *throughput* sebesar $T = 0.184$ packets/slot, sedangkan *slotted* ALOHA digunakan pada RFID, RACH LTE dan *Narrowband Internet of Things* (NB-IoT) memiliki *throughput* sebesar $T = 0.37$ packets/slot. *Throughput* melebihi 0.5 packets/slot dicapai oleh *non-slotted* CSMA/CA dengan $T = 0.5 - 0.8$ packets/slot dan *slotted* CSMA/CA memiliki *throughput* $T = 0.8$ packets/slot [2]. Mekanisme IoT yang kelima diusulkan pada [3]–[4], dengan nama CRA yang memiliki *throughput* $T = 0.9 - 3.9$ packets/slot karena mampu memanfaatkan paket bertabrakan dan melakukan *multi user detection* (MUD), yaitu kemampuan men-*decode* lebih dari satu *user* [5].

Single Carrier Internet of Things (SC-IoT) merupakan usulan terbaru pada teknologi jaringan IoT [6]–[7]. SC-IoT menggunakan teknik *single carrier* dan menggunakan CRA sebagai mekanisme aksesnya. Penelitian [6] dan [8] dilakukan untuk mencapai syarat SC-IoT, yaitu, *delay* di bawah satu *millisecond*, *low complexity* dan konsumsi daya yang rendah karena kesederhanaan komponennya.

NB-IoT merupakan teknologi jaringan terbaru yang diperkenalkan pada 3G *Partnership Project* (3GPP) *release* 13 untuk menyediakan *wide-area coverage* pada IoT. 3GPP memperkenalkan beberapa kunci utama pada NB-IoT di antaranya yaitu penyebaran yang fleksibel, kompleksitas *devices* rendah, hemat baterai, mendukung jumlah *devices* yang sangat banyak pada satu sel, dan perluasan jaringan di luar teknologi seluler. NB-IoT yang diusulkan pada [9] menggunakan mekanisme *slotted* ALOHA dan *orthogonal frequency division multiple access* (OFDMA). Mekanisme akses yang digunakan tergolong konvensional dan memiliki kelemahan dalam mengatasi *massive multiple access*.

Permasalahan *massive multiple access* diselesaikan pada [10] dengan menggu-

nakan *coded slotted ALOHA* (CSA) yang mampu mencapai *throughput* $T = 1 \text{ packets/slot}$. Referensi [11] menggunakan konsep CSA dan *repetition codes* dan dapat mencapai *throughput* $T = 2 \text{ packets/slot}$. MUD yang dapat mendeteksi tiga, dan empat *packets/slot* digunakan pada [3] untuk meningkatkan *throughput* hingga $3,9 \text{ packets/slot}$.

Sejumlah penelitian CRA telah dilakukan dan dibandingkan dengan teknik mekanisme akses lainnya, namun belum secara adil. Tugas Akhir ini menganalisis *multiple access* yang digunakan pada jaringan NB-IoT dan SC-IoT yaitu masing-masing *slotted ALOHA* dan CRA. Mengasumsikan jaringan sebagai codes seperti [12] adalah hal yang sangat menarik, karena *behavior* jaringan yang bisa dianalisis dengan *extrinsic information transfer* (EXIT) *chart*. Sayangnya EXIT *chart* untuk jaringan NB-IoT belum ada, sehingga perbandingan NB-IoT dan SC-IoT belum bisa dilakukan secara menyeluruh. Penelitian ini menganalisis jaringan NB-IoT dan SC-IoT menggunakan EXIT *chart*. Performansi *paket loss rate* (PLR), *throughput* dan *computational complexity* dievaluasi untuk mengkonfirmasi hasil EXIT *chart*.

1.2 Tujuan dan Manfaat

Tugas Akhir ini bertujuan untuk mengevaluasi *multiple access* dan *decoding* pada NB-IoT dan SC-IoT menggunakan EXIT *chart*. Evaluasi ini dinyatakan dengan perbandingan parameter lainnya yaitu, *throughput*, PLR dan *computational complexity*.

1.3 Rumusan Masalah

Masalah pada jaringan IoT masa depan adalah kemampuan koneksi yang melibatkan ratusan *devices* secara bersamaan. SC-IoT menawarkan solusi *multiple access* yang diharapkan lebih baik, akan tetapi belum pernah dibandingkan secara adil dengan teknologi lain, misalnya, NB-IoT dalam hal *throughput*, PLR dan *computational complexity*. Tugas Akhir ini mencoba menggali data numerik untuk bisa memberikan perbandingan secara adil dan juga untuk membantu mempermudah implementasi karena banyaknya hasil studi.

1.4 Batasan Permasalahan

Untuk mendapatkan analisis yang tajam, Tugas Akhir ini membatasi masalah sebagai berikut:

1. Analisis EXIT *chart* berdasar pada *multiple access protocol* yang digunakan pada NB-IoT dan SC-IoT.
2. *Degree distribution* pada CRA menggunakan *repetition codes*.
3. Seluruh paket diasumsikan diterima dalam kondisi tersinkronisasi sempurna sehingga tidak ada *error* tambahan karena tidak sinkronnya proses *decoding*.
4. Paket yang bertumbukkan pada *slotted ALOHA* dihapus dan tidak mengalami *retransmisi*.
5. Model kanal yang digunakan adalah kanal BEC yang digunakan untuk analisis EXIT *chart*.
6. Analisis kerja dari sistem berdasar pada PLR, *throughput*, *computational complexity* dan EXIT *chart*.
7. Seluruh parameter dianalisis secara adil.
8. Simulasi untuk seluruh parameter dilakukan dengan *software* MATLAB.
9. Untuk menghindari kekeliruan dalam memahami titik koordinat pada EXIT *chart*, maka Tugas Akhir ini menggunakan penulisan *English* untuk angka desimal.

1.5 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode komparatif yang disampaikan secara kuantitatif meliputi:

1. Studi Literatur
Literatur yang diambil berasal dari hasil penelitian-penelitian terbaru baik jurnal, *paper conference* internasional serta *textbook* yang berkaitan dengan tema penelitian.
2. Simulasi
Tahap simulasi menggunakan *software* Matlab. Hasil keluaran berupa EXIT *chart*, PLR, *throughput*, dan *computational complexity* dari NB-IoT dan SC-IoT.
3. Analisis
Tahap ini mengevaluasi EXIT *chart*, PLR, *throughput*, dan *computational complexity* dari NB-IoT dan SC-IoT.

4. Penyimpulan Hasil

Hasil yang didapatkan berupa kurva EXIT *chart*, PLR, *throughput*, dan *computational complexity* dari NB-IoT dan SC-IoT.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk selanjutnya Tugas Akhir ini disusun sebagai berikut:

- Bab II DASAR TEORI
Bab ini membahas konsep *slotted ALOHA* NB-IoT, CRA SC-IoT dan EXIT *chart* yang menjadi dasar penelitian ini.
- Bab III MODEL SISTEM *SLOTTED ALOHA* NB-IoT DAN CRA SC-IoT
Bab ini berisi alur kerja dan alur perancangan sistem *slotted ALOHA* NB-IoT dan CRA SC-IoT .
- Bab IV EXIT *CHART* DAN ANALISIS PERFORMANSI
Bab ini berisi analisis dari hasil simulasi EXIT *chart*, PLR, *throughput* dan *computational complexity* yang didapat.
- Bab V KESIMPULAN DAN SARAN
Bab ini berisi kesimpulan dan saran Tugas Akhir ini.