

STUDI KASUS SISTEM ANTRIAN TAPPING KTM BERBASIS RFID OVER FIBER DI GEDUNG TOKONG NANAS UNIVERSITAS TELKOM

Indri Octavellia Wulanissa¹, Dr. Ir. Erna Sri Sugesti, M.Sc², Sri Suryani Prasetyowati, S.Si., M.Si.³

^{1,2}Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Bandung

³Program Studi S1 Ilmu Komputasi, Fakultas Teknik Informatika, Universitas Telkom, Bandung

¹indrioctavellia@students.telkomuniversity.ac.id, ²ernasugesti@telkomuniversity.ac.id,

³srisuryani@telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Sistem presensi berbasis ICT yang telah diterapkan di lingkungan Universitas Telkom adalah iGracias. Sistem ini terhubung dengan perangkat *Radio Frequency Identity (RFID) Over Fiber* yang terpasang pada seluruh ruang kelas di 48 gedung Universitas Telkom. Perangkat RFID yang digunakan bekerja pada layanan lalu lintas data dan security menggunakan protokol Slotted ALOHA dimana protokol ini tidak memiliki anti collision, sehingga memungkinkan data bertabrakan atau hilang saat ditransmisikan. Kemungkinan data yang hilang (drop) lebih besar saat kepadatan trafik terjadi. Dari seluruh gedung di lingkungan Universitas Telkom, Gedung Tokong Nanas (KU3) merupakan gedung dengan trafik terpadat pada jam perkuliahan hari Senin hingga Sabtu, pukul 06:30 - 18:30, karena digunakan bersama oleh 7 Fakultas di Universitas Telkom.

Permasalahan saat ini adalah kegagalan tapping sangat sering terjadi ketika trafik pada Gedung KU3 dalam kondisi padat. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diusulkan sebuah perancangan model antrian baru dalam bentuk Notasi Kendall guna mengelola kepadatan trafik yang dilakukan berdasarkan Uji Perbaikan Kinerja Sistem yang mengacu pada hasil evaluasi kepadatan trafik terhadap parameter: Laju Kegagalan, utilisasi (ρ), volume trafik (V) serta intensitas trafik (A). Evaluasi diambil dari data per-minggu.

Berdasarkan analisis didapatkan model antrian pada kondisi existing adalah (M/M/1):(FCFS/500/256). Setelah melakukan evaluasi, diketahui KU3.06 dan KU3.07 merupakan lantai dengan kepadatan trafik tertinggi. Kemudian dengan skema Uji Perbaikan Kinerja Sistem berupa penambahan 1 unit server penyangga untuk KU3.06 dan KU3.07 yang dinyatakan dengan notasi (M/G/2):(FCFS/500/256), didapatkan rata-rata: penurunan ρ sebesar 68,1 %, penurunan V sebesar 19,912 menit, penurunan A sebesar 41,24 menit, dan peningkatan kapasitas server sebanyak 1559 tapping presensi. Namun Laju Kegagalan tidak dapat ditentukan karena belum diimplementasikan.

Kata Kunci: *RFID, Sistem Antrian, Rekayasa Trafik, Utilisasi, Notasi Kendall.*

ABSTRACT

Presentation system based on ICT that has been applied in Telkom University is iGracias. This system is connected to Radio Frequency Identity (RFID) Over Fiber device which installed in all classrooms at 48 buildings of Telkom University. The RFID device used works on data traffic and security services based on Slotted ALOHA protocol, where this protocol has no anti collision, so it will allowing data to collide or disappear while transmitted. The possibility of missing data (drop) is greater when traffic density occurs. From all buildings in Telkom University, Tokong Nanas Building (KU3) is the most densely populated building during lecture hours from Monday to Saturday, 06:30 am to 06:30 pm. This because the building is shared by 7 faculties at Telkom University.

The current problem, tapping failure is very common when traffic on KU3 Building is in heavy condition. To overcome the problem, this final project proposed a new queuing model design by Kendall Notation to manage traffic density that based on System Performance Improvement Test which refers to the result of evaluation from traffic density against parameters: traffic rate, utilization (ρ), traffic volume (V) and traffic intensity (A). The evaluation is taken by weekly data.

Based on analysis, the queuing model in the existing condition is (M/M/1):(FCFS/500/256). After evaluation, it is known that KU3.06 and KU3.07 are the floors with highest traffic density. Then, with System Performance Improvement Test scheme in form of addition 1 unit buffer server for KU3.06 and KU3.07 which expressed with notation (M/G/2):(FCFS/500/256), got the mean: decrease ρ equal to 68,1%, V decrease to 19.912 minutes, A decrease to 41.24 minutes, and server capacity increase to 1559 tapping Presence. But Failure Rate can not be determined because it has not been implemented yet.

Keywords: *RFID, Queueing System, Traffic Engineering, Utilization, Kendal Notation.*

1. PENDAHULUAN

Sistem presensi berbasis ICT yang telah diterapkan di lingkungan Universitas Telkom adalah iGracias, yaitu sebuah sistem informasi berbasis web yang dapat digunakan oleh staf dan mahasiswa untuk aktifitas akademik dan non akademik. iGracias terhubung dengan perangkat Radio Frequency Identity (RFID) Over Fiber yang terpasang pada seluruh ruang kelas di 48 gedung Universitas yang digunakan sebagai detektor presensi kehadiran mahasiswa. Perangkat ini menggunakan protokol *Slotted ALOHA* dan bekerja dengan cara mendeteksi gelombang radio yang dipancarkan oleh suatu *chip* didalam KTM. Jenis KTM ini adalah RFID tag pasif yang bersifat *read-only*. Ketika KTM terdeteksi oleh perangkat RFID, maka perangkat akan berbunyi "bip". Umumnya bunyi "bip" dua kali, menandakan data pada KTM terdeteksi dan secara otomatis presensi pada *iGracias* akan diperbarui sesuai dengan

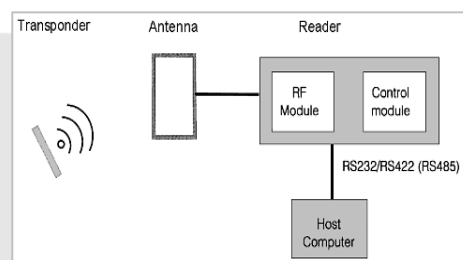
jadwal perkuliahan pada saat itu. Sedangkan bunyi “bip” satu kali, menandakan data pada KTM gagal direspon oleh server sehingga mahasiswa yang bersangkutan masih dihitung absen dan *tapping* harus diulangi kembali.

Permasalahan yang saat ini sering terjadi adalah gagal *tapping* saat jam dengan intensitas trafik tinggi karena data yang ditransmisikan melalui perangkat RFID tidak sampai ke server (*drop*). Hal ini disebabkan oleh kelemahan dari protokol *Slotted ALOHA* yaitu tidak memiliki *anti collision* sehingga memungkinkan data bertabrakan atau hilang saat ditransmisikan^[3]. Kemungkinan data yang hilang (*drop*) lebih besar saat kepadatan trafik terjadi. Dari seluruh gedung di lingkungan Universitas Telkom, Gedung Tokong Nanas (KU3) merupakan gedung dengan intensitas trafik tertinggi pada jam perkuliahan (Senin-Sabtu; 06:30-18:30). Karena, gedung dengan 10 lantai dan 172 ruangan ini merupakan Gedung Kuliah Umum (GKU) yang digunakan bersama oleh 7 Fakultas di Universitas Telkom.

Sebagai solusi dari permasalahan ini, tahap pertama pada Tugas Akhir adalah mengumpulkan seluruh data/*sampel* yang diperlukan dalam analisis. Data/*sampel* berupa data respon *tapping* KTM yang diambil secara kontinu pada Semester genap tahun akademik 2016/2017 Gedung Tokong Nanas KU3.03 s/d KU3.07, mulai dari Pekan ke-3 s/d Pekan ke-7. Data ini didapatkan dari Bagian Sistem Informasi (SISFO) Universitas Telkom. Setelah pengumpulan data rampung dilakukan, tahap kedua adalah uji validitas data terhadap distribusi kedatangan (λ) dan waktu pelayanan (μ) menggunakan *software IBM SPSS Statistics 24* untuk mengetahui model antrian pada kondisi *existing*. Selanjutnya, tahap ketiga yaitu melakukan evaluasi parameter dasar Stokastik dan rekayasa trafik guna mendapatkan kondisi trafik *existing* dan titik-titik pada gedung Tokong Nanas yang memiliki kepadatan trafik tertinggi. Parameter-parameter yang digunakan dalam evaluasi ini adalah: Laju Kegagalan, Volume Trafik (V), Intensitas Trafik (A), dan Utilisasi (ρ). Evaluasi diambil dari data per-minggu. Tahap ke-empat adalah melakukan uji perbaikan kinerja sistem pada titik-titik di Gedung Tokong Nanas yang memiliki kepadatan trafik tertinggi dan usulan model antrian guna mengatasi permasalahan kepadatan trafik.

2. DASAR TEORI

2.1 Teknologi Radio Frequency Identification (RFID)



Gambar 2.1. Sistem RFID^[3].

Radio Frequency Identification (RFID) adalah suatu metode identifikasi dengan menggunakan sarana yang disebut *Label RFID* atau transponder untuk menyimpan dan mengambil data jarak jauh dengan menggunakan transmisi frekuensi radio. RFID *Reader* memancarkan gelombang radio sejauh 30,48 meter atau lebih tergantung kuat daya dan frekuensi yang digunakan^[2].

RFID termasuk kedalam jenis *blind access* dimana sumber tidak mengetahui kondisi kanal komunikasi sehingga sumber akan terus mengirimkan informasi meskipun kanal yang dilewati sudah *overload* atau terjadi *collision*. Hal ini sama dengan sifat pengiriman data yang terjadi dari RFID hingga server. Sehingga berdasarkan karakteristik tersebut dapat diasumsikan adanya penggunaan Protokol ALOHA pada perangkat RFID. Secara umum protokol ALOHA memiliki konsep *random access*^[3].

2.2 Konsep Dasar Stokastik

Rantai Markov merupakan salah satu metode perhitungan dalam proses Stokastik yang digunakan untuk menentukan matriks peluang transisi dari kedatangan yang bersifat random^[4]. Rantai Markov terbagi menjadi 2, yaitu: Rantai Markov Waktu Kontinu (RMWK) dan Rantai Markov Waktu Diskrit (RMWD). Dalam Tugas Akhir ini, metode yang digunakan adalah RMWK. Teori probabilitas Poisson pada RMWK menghasilkan dua parameter yang dijadikan acuan dalam perhitungan peluang transisi. Parameter-parameter tersebut dijelaskan sebagai berikut.

1. Model Kelahiran Murni

Secara umum model kelahiran murni didefinisikan sebagai waktu kedatangan atau jumlah kedatangan rata-rata per-satuan periode waktu pelayanan^[5] atau dapat direpresentasikan dengan persamaan^[6]

$$\lambda = \frac{N}{T} \quad (2.1)$$

dimana: N = jumlah kedatangan, dan T = periode waktu pelayanan.

2. Model Kematian Murni

Model ini didefinisikan sebagai waktu pelayanan atau proses pelanggan meninggalkan server setelah dilayani yang terjadi secara *random*, atau jumlah rata-rata yang dilayani per satuan waktu^[5]. Model kematian dikatakan murni jika didalamnya hanya terdapat kematian (*death*) tanpa kelahiran (*birth*), sehingga laju kelahiran (λ) = 0^[6].

2.2.1 Teori Antrian

Teori Sistem Antrian merupakan bagian dari proses Stokastik. Dalam sistem antrian terdapat beberapa faktor penting yang mendukung, diantaranya^[7]:

1. Distribusi Kedatangan (Laju Kedatangan). Pada sistem antrian, distribusi kedatangan dibagi menjadi dua yaitu: kedatangan secara individu (single arrivals) dan kedatangan secara kelompok (bulk arrivals).
2. Distribusi Waktu Pelayanan (Laju Pelayanan). Distribusi waktu pelayanan berkaitan dengan berapa banyak fasilitas pelayanan yang dapat disediakan yang terbagi menjadi dua komponen penting yaitu: pelayanan secara individual (single service) dan pelayanan secara kelompok (bulk service).
3. Disiplin Pelayanan. Terdapat empat bentuk disiplin antrian yang umum terjadi dalam sistem antrian yaitu: pertama datang pertama dilayani atau First Come First Served (FCFS), terakhir datang pertama dilayani atau Last Come First Served (LCFS), pelayanan dalam urutan acak atau Service In Random Order (SIRO), dan prioritas pelayanan atau Priority Service (PRI).

2.2.2 Notasi Kendall dan Pemodelan Sistem Antrian

Unsur-unsur yang membentuk kombinasi ini umumnya dikenal sebagai standar universal, yaitu^[7]:

$$(a/b/c):(d/e/f) \quad (2.2)$$

dimana: a = Distribusi kedatangan (*Arrival Distribution*); b = Distribusi waktu pelayanan (*Service Time*); c = Jumlah tempat pelayanan (dimana $c = 1, 2, 3, \dots \infty$); d = Disiplin pelayanan (misalkan: FCFS, LCFS, SIRO, atau PRI); e = Jumlah maksimum yang diizinkan dalam sistem/ kapasitas sistem (*queue* dan *system*); f = Sumber panggilan.

2.2.3 Utilisasi

Utilisasi (ρ) atau ukuran *steady-state* merupakan perbandingan antara rata-rata pelanggan yang datang (λ) dengan rata-rata pelanggan yang dilayani per satuan waktu (μ) dan banyaknya fasilitas pelayanan yang ada (c), dimana kondisi $\lambda < c\mu$ harus terpenuhi. Kondisi ini berarti rata-rata pelanggan yang datang tidak melebihi kapasitas pelayanan di server. Pada ketentuan *steady-state*, jika $\rho < 1$ maka dapat diartikan sistem memenuhi kondisi *steady-state* yaitu ukuran kinerja sistem berjalan secara stabil^[12]. Utilisasi dapat direpresentasikan dengan^[7]

$$\rho = \frac{\lambda}{c\mu} \quad (2.3)$$

dimana: λ = rata-rata pelanggan yang datang, μ = rata-rata pelanggan yang telah dilayani per-satuan waktu, dan c = jumlah server.

2.3 Konsep Dasar Trafik

Teori trafik telekomunikasi (*teletraffic*) didefinisikan sebagai aplikasi dari teori probabilitas (proses stokastik, teori antrian dan simulasi) untuk menyelesaikan masalah-masalah yang berhubungan dengan perencanaan, evaluasi unjuk kerja dan *maintenance* dari sistem telekomunikasi. Dalam Tugas Akhir ini terdapat dua besaran trafik yang digunakan dalam analisis, yaitu^[8]:

1. Volume trafik (V)

Dalam Tugas Akhir ini, Volume trafik merujuk pada total waktu proses dari seluruh data yang ditransmisikan dalam suatu saluran. Untuk menghitung volume trafik digunakan persamaan yaitu^[8]

$$V = c \times h \quad (2.4)$$

dimana: c = jumlah tapping, dan h = waktu pelayanan^[8].

2. Intensitas trafik (A)

Dalam Tugas Akhir ini, Intensitas trafik didefinisikan sebagai jumlah waktu proses persatuan waktu pengamatan (T). Intensitas trafik dihitung dengan persamaan^[8]

$$A = \frac{V}{T} \text{ atau } A = \frac{c \times h}{T} \quad (2.5)$$

dengan

$$T = (t_{\max} - t_{\min}) \times 60s \quad (2.6)$$

dimana: V = volume trafik, T = periode waktu pengamatan, t_{\min} = waktu kedatangan paling awal (s), dan t_{\max} = waktu kedatangan terakhir (s).

3. Laju Kegagalan

Dalam Tugas Akhir ini, Laju Kegagalan dilihat dari perbandingan jumlah kegagalan *tapping* terhadap total mahasiswa. Persentase kegagalan *tapping* mengacu pada persamaan berikut^[13].

$$FR(\%) = \frac{\text{Jumlah Kegagalan}}{\text{Jumlah Populasi}} \times 100\% \quad (2.7)$$

dimana: $FR(\%)$ = *Failure Rate* (%).

2.4 IBM SPSS Statistics Software

Untuk kasus pada Tugas Akhir ini, menu *Analyze* yang digunakan pada program SPSS adalah uji Kolmogorov-Smirnov yaitu salah satu uji kecocokan distribusi, dimana asumsi dalam uji Kolmogorov-Smirnov adalah data terdiri atas hasil pengamatan bebas X_1, X_2, \dots, X_n , yang merupakan sebuah sampel acak berukuran n dari suatu fungsi distribusi yang belum diketahui dan dinyatakan dengan $F(x)$ ^[11]. Uji Kolmogorov-Smirnov dibagi kedalam dua bentuk

distribusi:

1. **Uji distribusi Poisson** dilakukan untuk validasi dan kesesuaian distribusi kedatangan, dimana data yang digunakan dalam pengujian bersifat diskrit.
2. **Uji distribusi Exponential** dilakukan untuk validasi dan kesesuaian distribusi waktu pelayanan, dimana data yang digunakan dalam pengujian bersifat kontinu.

Kriteria hasil uji dinyatakan memenuhi syarat distribusi apabila taraf signifikansi (α) $\geq 5\%$ atau dapat direpresentasikan dengan^[7]

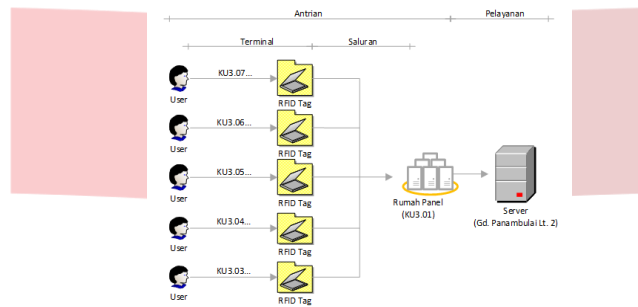
$$\text{Asymp. Sig. (2-tailed)} \geq 0,05 \quad (2.8)$$

dimana: Asym. Sig.(2-tailed) = taraf signifikansi (α).

3. PERANCANGAN SISTEM

3.1 Pemodelan Sistem Antrian

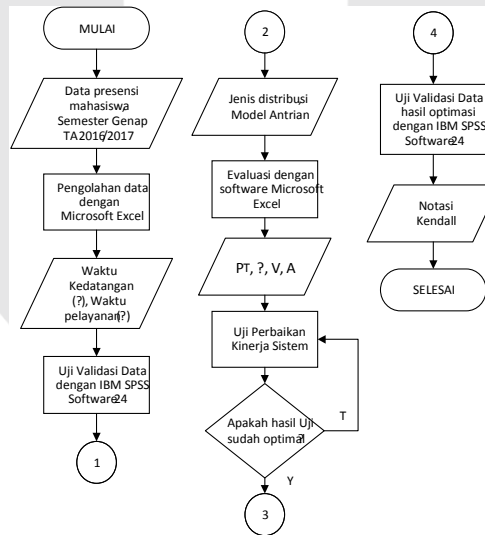
Sistem antrian yang digunakan pada Gedung Tokong Nanas memiliki: antrian ganda; saluran banyak; pelayanan tunggal; dan server tunggal. Pemodelan sistem antrian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Pemodelan sistem antrian di gedung tokong nanas

3.2 Diagram Alir Studi Kasus

Langkah-langkah studi kasus pada Tugas Akhir ini mengacu pada diagram alir pada Gambar 3.2. Studi kasus diawali dengan mengumpulkan sampel berupa data presensi mahasiswa. Data ini terdiri dari: jadwal perkuliahan (hari, tanggal, dan jam), ruang kuliah, kode mata kuliah, jumlah mahasiswa, dan jumlah tapping yang sukses. Sampel ini diambil selama 5 Pekan berturut-turut dimulai dari Pekan ke-3 s/d Pekan ke-7, Semester Genap TA 2016/2017. Pengambilan sampel dalam rentang ini dipilih karena jadwal perkuliahan paling stabil dimulai dari Pekan ke-3 hingga Pekan ke-5. Lokasi pengambilan sampel adalah Gedung Tokong Nanas KU3.03 s/d KU3.07. Sampel didapatkan dari bagian Sistem Informasi (SISFO) Universitas Telkom.



Gambar 3.2. Diagram alir studi kasus

Sampel kemudian diolah menggunakan *software* Microsoft Excel untuk mendapatkan parameter-parameter yang dibutuhkan yaitu: waktu kedatangan (λ), dan waktu pelayanan (μ). Selanjutnya dilakukan uji validasi terhadap parameter-parameter tersebut menggunakan *software* IBM SPSS Statistics 24 untuk mengetahui jenis distribusi dan model antrian dalam kondisi *existing*. Keseluruhan data kemudian diolah kembali (evaluasi) menggunakan *software* Microsoft Excel untuk mendapatkan karakteristik berupa: Laju Kegagalan, utilisasi (ρ), volume trafik (V) dan intensitas trafik (A) dari masing-masing lantai di Gedung Tokong Nanas guna mengetahui tingkat kepadatan trafik. Evaluasi ini dibagi kedalam 2 sub-bagian yaitu: per-hari dan per-pekan.

Dari hasil evaluasi dipilih lantai dengan kepadatan trafik tertinggi untuk dijadikan sampel dalam Uji Perbaikan Kinerja Sistem. Setelah didapatkan hasil uji terbaik, tahap terakhir pada Tugas Akhir ini adalah uji validasi data untuk mengetahui jenis distribusi dari hasil optimasi. Seluruh rangkaian dari optimasi kemudian dirangkum kedalam satu bentuk model antrian yang baru berupa Notasi Kendall.

4. HASIL DAN ANALISIS

Analisis dilakukan terhadap kondisi existing di Gedung Tokong Nanas lantai 3 s/d lantai 7 pada Semester Genap TA 2016/2017, Pekan ke-3 s/d Pekan ke-7. Objek dalam analisis adalah data real berupa *back up tapping* presensi yang didapatkan dari Bagian Sistem Informasi (SISFO) Universitas Telkom dan juga beberapa hasil pengukuran yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya.

4.1 Model Antrian Pada Kondisi Existing

Tabel 4.1 merupakan taraf signifikansi (α) yang diambil dari nilai Asymp. Sig. (2-tailed) pada hasil uji validasi menggunakan metode Kolmogorov-Smirnov. Berdasarkan Tabel 4.1 diketahui bahwa taraf signifikansi (α) untuk setiap hari dari seluruh Pekan memiliki nilai $\geq 0,05$. Hal ini berarti kesesuaian data dengan distribusi *Poisson* adalah lebih dari 5% (0,05) sehingga dapat disimpulkan bahwa Distribusi Kedatangan (Dk) pada kondisi *existing* menggunakan distribusi *Poisson*. Tabel 4.2 merupakan nilai Asymp. Sig. (2-tailed) dari variabel Waktu Pelayanan (Wp). Dari tabel ini diketahui taraf signifikansi (α) untuk setiap hari dari seluruh Pekan memiliki nilai $\geq 0,05$. Dapat disimpulkan bahwa Waktu Pelayanan (Wp) memiliki kesesuaian lebih dari 5% (0,05) dengan distribusi *Exponential*, sehingga distribusi yang digunakan pada kondisi *existing* adalah distribusi *Exponential*.

Tabel 4.1. Hasil Uji Validasi dari Distribusi Kedatangan (Dk)

| Hari | Distribusi Kedatangan (Dk) | | | | |
|--------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | Pekan 3 | Pekan 4 | Pekan 5 | Pekan 6 | Pekan 7 |
| Senin | 0,931 | 0,988 | 0,999 | 0,996 | 1,000 |
| Selasa | 0,985 | 0,863 | 0,994 | 0,968 | 0,998 |
| Rabu | 0,625 | 0,884 | 0* | 0,927 | 0,837 |
| Kamis | 0,912 | 0,989 | 0,746 | 0,874 | 0,913 |
| Jumat | 1,000 | 0,978 | 0,985 | 0,999 | 0,932 |
| Sabtu | 0,704 | 0,992 | 0,961 | 0,752 | 0,992 |

*Rabu Pekan Ke-5: Libur PILKADA Jawa Barat 2017

Tabel 4.2. Hasil Uji Validasi dari Waktu Pelayanan (Wp)

| Hari | Waktu Pelayanan (Wp) | | | | |
|--------|----------------------|---------|---------|---------|---------|
| | Pekan 3 | Pekan 4 | Pekan 5 | Pekan 6 | Pekan 7 |
| Senin | 0,146 | 0,141 | 0,113 | 0,110 | 0,115 |
| Selasa | 0,082 | 0,105 | 0,101 | 0,078 | 0,100 |
| Rabu | 0,071 | 0,073 | 0* | 0,083 | 0,068 |
| Kamis | 0,076 | 0,089 | 0,059 | 0,099 | 0,090 |
| Jumat | 0,067 | 0,055 | 0,066 | 0,050 | 0,062 |
| Sabtu | 0,067 | 0,055 | 0,066 | 0,050 | 0,086 |

*Rabu Pekan Ke-5: Libur PILKADA Jawa Barat 2017

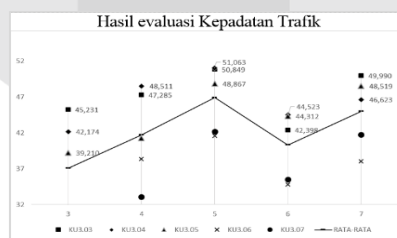
Beralih ke disiplin antrian, algoritma *scheduling* yang digunakan di Gedung Tokong Nanas untuk mengatur transmisi RFID *Over Fiber* adalah *Round Robin*. Algoritma ini merupakan sebuah metode penjadwalan dimana data yang terlebih dahulu sampai di *ready queue* akan lebih dahulu dilayani atau *first come first serve* (FCFS)¹. Dari sini dapat diketahui bahwa disiplin antrian yang digunakan pada kondisi *existing* adalah FCFS. Sedangkan untuk kapasitas *server*, saat ini Universitas Telkom hanya memiliki satu *server* yaitu server utama yang berada di Gedung Panambulai lantai 2, seperti pada Gambar 3.1. Server ini memiliki sebuah ROM Mikrokontroler sebagai tempat penyimpanan *pre-devined* tag RFID dengan kapasitas sebesar 512 card ID dan 256 RFID reader^[10].

Berdasarkan kondisi *existing* tersebut maka dapat disimpulkan bahwa model antrian yang digunakan adalah model (M/M/1):(FCFS/500/256). Model ini dapat diartikan: Laju kedatangan berdistribusi *Poisson* dan Laju pelayanan berdistribusi *Exponential*, dengan jumlah fasilitas pelayanan (*server*) sebanyak 1 unit. Disiplin antrian bersifat *First Come First Serve*, dengan kapasitas maksimum yang diperbolehkan dalam sistem adalah 500 *card id* dan sumber pemanggilan adalah 256 RFID Reader.

4.2 Evaluasi Parameter Dasar Stokastik dan Rekeyasa Trafik

Evaluasi dilakukan dengan perhitungan menggunakan *software* Microsoft Excel 2013. Evaluasi diambil dari data *tapping* presensi seluruh kelas di KU3.03 s/d KU3.07 mulai dari pukul 06:30 s/d 16:30, dari hari Senin hingga Sabtu selama 5 Pekan perkuliahan (Pekan ke-3 s/d Pekan ke-7). Hasil evaluasi dijelaskan dalam uraian berikut.

4.2.1 Laju Kegagalan

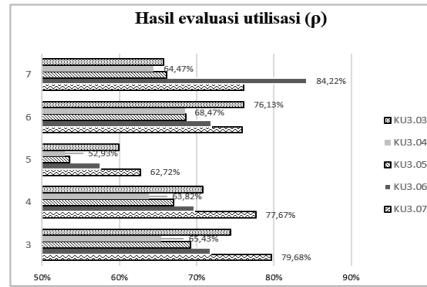


Gambar 4.1. Hasil Evaluasi Kepadatan Trafik

Hasil evaluasi dari Laju Kegagalan dapat dilihat pada Gambar 4.1. Sumbu X pada grafik merupakan persentase kegagalan tapping, sedangkan sumbu Y merupakan pekan pengambilan data. Dapat dilihat bahwa dalam satu pekan, lantai KU3.03, KU3.04 dan KU3.05 merupakan lantai dengan Laju Kegagalan tertinggi diatas garis rata-rata yaitu berada di rentang 39,21% - 51,06%. Namun, hasil perhitungan ini belum dapat dijadikan acuan dalam menentukan lantai mana yang memiliki kepadatan trafik tertinggi. Hal ini karena total mahasiswa yang berbeda-beda, mengakibatkan persentase Laju Kegagalan menjadi fleksibel untuk setiap lantai. Untuk itu perlu dilakukan evaluasi terhadap parameter lainnya agar dapat menentukan lantai mana yang memiliki kepadatan trafik tertinggi.

¹ Sumber: SISFO

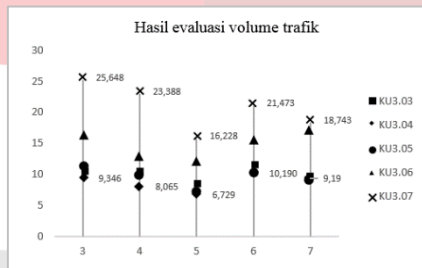
4.2.3 Utilisasi



Gambar 4.2. Hasil Evaluasi Utilisasi

Dari hasil evaluasi pada Gambar 4.2 diketahui bahwa KU3.06 dan KU3.07 memiliki ρ paling tinggi dibandingkan KU3.03, KU3.04, maupun KU3.05. Ini menggambarkan bahwa KU3.06 dan KU3.07 merupakan penyumbang terbesar tingginya persentase ρ. Kepadatan trafik adalah faktor utama yang menyebabkan tingginya ρ pada server. Apabila kondisi ini tetap dipertahankan tentu sangat mungkin server akan mengalami high usage circuit karena beban layanan meluap^[17]. Sehingga dibutuhkan perbaikan terhadap kepadatan trafik agar beban layanan di server dapat berkurang.

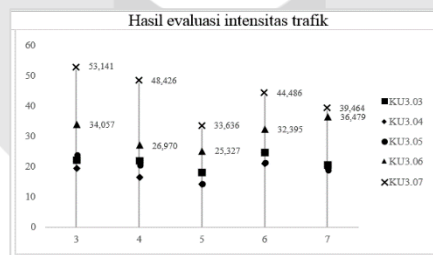
4.2.4 Volume Trafik



Gambar 4.3. Hasil Evaluasi Volume Trafik

Gambar 4.3 merupakan hasil evaluasi V untuk sub-bagian per-pekan. Sumbu X pada grafik menggambarkan volume trafik, sedangkan sumbu Y menggambarkan pekan pengambilan data. Dari gambar ini secara keseluruhan dapat dilihat KU3.07 memiliki V sebesar 16,228 – 25,648 menit, kemudian disusul oleh KU3.06 dengan 12,220 – 17,260 menit. Hal ini menggambarkan bahwa kedua lantai tersebut memiliki jumlah tapping presensi paling tinggi. Karena melanjutkan penjelasan sebelumnya, V berkaitan dengan waktu pendudukan tapping di saluran. Semakin banyak jumlah tapping maka waktu pendudukan akan semakin lama, sehingga V akan semakin besar dan begitu pula sebaliknya. Volume trafik ini dapat dijadikan tolak ukur dalam penilaian kualitas pelayanan pada kasus tapping berbasis RFID Over Fiber. Semakin cepat waktu pendudukan tapping di server, maka semakin bagus pula kualitas pelayanan-nya.

4.2.5 Intensitas Trafik

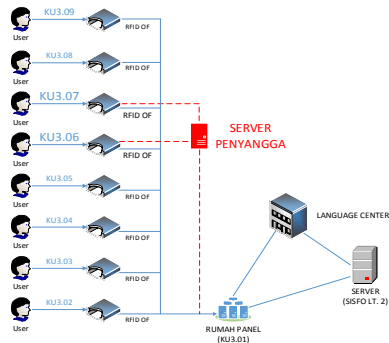


Gambar 4.3. Hasil Evaluasi Intensitas Trafik

Sedangkan secara keseluruhan dapat dilihat dari hasil evaluasi per-minggu pada Gambar 4.3, KU3.07 memiliki A sebesar 33,636 – 53,141 menit, kemudian disusul oleh KU3.06 dengan 25,237 – 32,395 menit. Apabila dibuat sebuah perbandingan maka nilai A berbanding lurus dengan nilai V) Hal ini karena intensitas trafik merupakan total keseluruhan dari volume trafik itu sendiri.

4.3 Evaluasi Parameter Dasar Stokastik dan Rekayasa Trafik

Setelah melakukan evaluasi parameter dasar utilisasi (ρ), volume trafik (V) dan intensitas trafik (A) dapat disimpulkan bahwa pada Tugas Akhir ini, lantai yang memiliki kepadatan trafik tertinggi di Gedung Tokong Nanas adalah KU3.06 dan KU3.07. Tingginya kepadatan trafik disebabkan oleh banyaknya mahasiswa yang mengambil mata kuliah pada kedua lantai tersebut. Mengacu pada kondisi ini, maka dilakukan uji perbaikan kinerja sistem berupa penambahan server penyangga.

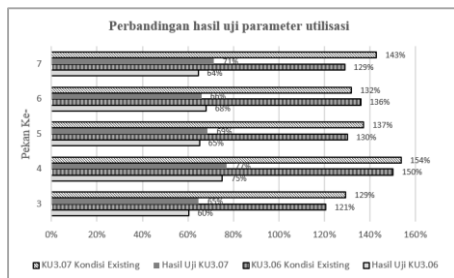


Gambar 4.4. Reayasa topologi jaringan dari Uji Perbaikan Kinerja Sistem

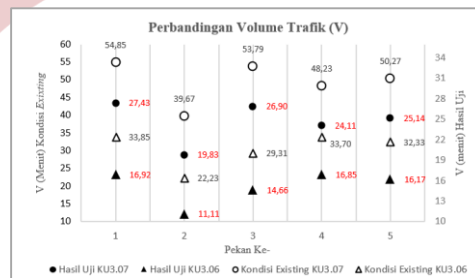
Rekayasa uji perbaikan dengan penambahan server penyangga sendiri dipilih karena server memiliki kapasitas terbatas. Dengan berdasarkan pada kondisi *existing*, maka switching atau relokasi server tidak dapat dilakukan. Sehingga uji perbaikan menggunakan *high-usage circuit* yaitu penambahan server penyangga merupakan pilihan yang paling tepat. Dalam uji perbaikan ini, server penyangga berada di lantai 6 dan bersifat paralel dengan server utama seperti pada gambar 4.4. Kedua server ini akan bekerja memproses aliran data tapping dari KU3.06 dan KU3.07 secara terpisah atau tidak berada dalam satu saluran yang sama dengan lantai lainnya, sehingga beban pada server utama dapat berkurang. Hal ini karena dengan adanya penambahan server penyangga, maka waktu pelayanan semakin tinggi sehingga jumlah data yang dapat dilayani dalam satuan per-detik semakin banyak seperti pada Tabel 4.4. Dan berikut adalah rangkuman hasil uji perbaikan dengan penambahan server penyangga.

Tabel 4.4. Perbandingan peningkatan waktu pelayanan.

| Pekan ke- | Hari/Tanggal | Lantai | Waktu pelayanan / μ (s) | |
|-----------|-------------------|--------|-----------------------------|-----------|
| | | | Existing | Hasil Uji |
| 3 | Selasa (31/01/17) | KU3.07 | 1,211 | 2,422 |
| | | KU3.06 | 0,984 | 1,968 |
| 4 | Kamis (09/02/17) | KU3.07 | 0,943 | 1,887 |
| | | KU3.06 | 0,715 | 1,429 |
| 5 | Selasa (14/02/17) | KU3.07 | 1,163 | 2,325 |
| | | KU3.06 | 0,882 | 1,763 |
| 6 | Selasa (21/02/17) | KU3.07 | 1,123 | 2,247 |
| | | KU3.06 | 0,925 | 1,850 |
| 7 | Selasa (28/02/17) | KU3.07 | 1,102 | 2,204 |
| | | KU3.06 | 0,930 | 1,861 |

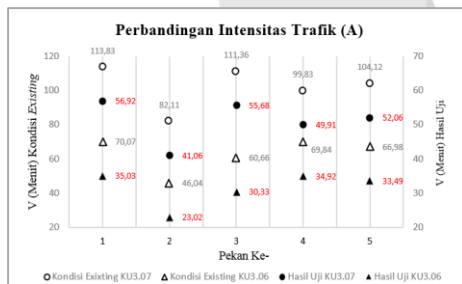


Gambar 4.5. Utilisasi dari hasil uji perbaikan

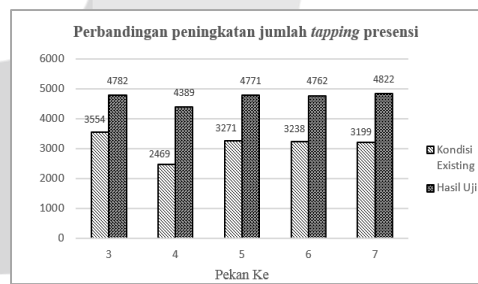


Gambar 4.6. Volume Trafik dari hasil uji perbaikan

Dapat dilihat dari Gambar 4.5, sebelum penambahan server penyangga persentase ρ berada di rentang 121% - 154% hal ini karena jumlah *tapping* presensi diasumsikan sama dengan jumlah mahasiswa dengan kondisi seluruh mahasiswa hadir dan seluruh *tapping* sukses. Setelah dilakukan penambahan server penyangga, persentase ρ turun menjadi 60% - 75%. Dari perbandingan ini didapatkan rata-rata penurunan ρ sebesar **68,1 %**. Berikutnya, Gambar 4.6 merupakan hasil uji perbaikan untuk parameter volume trafik (v).



Gambar 4.7. Intensitas Trafik dari hasil uji perbaikan



Gambar 4.8. Kapasitas server dari hasil uji perbaikan

Dari grafik tersebut penambahan server penyangga juga berpengaruh terhadap berkurangnya V untuk setiap sampel. Sebelum penambahan server penyangga V berada di rentang 22,23 – 54,85 menit. Setelah dilakukan penambahan server penyangga, nilai V turun menjadi 11,11 – 27,43 menit. Dari perbandingan ini didapatkan rata-rata penurunan V sebesar **19,91 menit**. Selanjutnya, berdasarkan Gambar 4.7, sebelum penambahan server penyangga total waktu A berada di rentang 46,04 – 113,03 menit. Setelah dilakukan penambahan server penyangga, total waktu A turun menjadi 23,02 – 56,92 menit. Dari perbandingan ini didapatkan rata-rata penurunan A sebesar **41,24 menit**. Terakhir pada Gambar 4.8 merupakan perbandingan jumlah *tapping* antara kondisi *existing* dengan asumsi jumlah *tapping* setelah dilakukan uji perbaikan. Dari uji perbaikan ini didapatkan rata-rata kenaikan kapasitas server adalah sebesar **1559 tapping presensi**.

Tabel 4.5. Hasil Uji Validasi Rekayasa

| N | c | Asymp. Sig. (2-tailed) | |
|----|---|------------------------|-------|
| | | Dk | Wp |
| 10 | 2 | 0,647 | 0,011 |

Berdasarkan hasil diatas maka dilakukan uji validasi terhadap hasil rekayasa menggunakan *software* IBM SPSS *Statistics*. Dari hasil uji validasi yang tertera pada tabel 4.5, dapat disimpulkan bahwa model antrian baru untuk menjawab permasalahan pada Tugas Akhir ini adalah $(M/G/2):(FCFS/500/256)$. Model antrian tersebut hanya berlaku untuk KU3.06 dan KU3.07. Untuk KU3.03, KU3.04 dan KU3.05 masih menggunakan model pada kondisi *existing* yaitu $(M/M/1):(FCFS/500/256)$.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis Kepadatan Trafik pada kasus *tapping* KTM berbasis RFID *Over Fiber* dapat disimpulkan bahwa:

1. Trafik pada Gedung Tokong Nanas dimodelkan dengan notasi $(M/M/1):(FCFS/500/256)$. Setelah melakukan evaluasi, diketahui bahwa kepadatan trafik tertinggi terjadi di KU3.06 dan KU3.07 ditandai dengan utilisasi (ρ) sebesar 95,50%, volume trafik (V) sebesar 25,648 menit, dan intensitas trafik (A) sebesar 53,141 menit.
2. Uji Perbaikan Kinerja Sistem dilakukan dengan penambahan 1 unit server penyangga untuk KU3.06 dan KU3.07 yang dimodelkan dengan notasi $(M/G/2):(FCFS/500/256)$, dengan hasil pengurangan kepadatan trafik yang ditandai dengan rata-rata: penurunan ρ sebesar 68,1%, penurunan V sebesar 19,912 menit, penurunan A sebesar 41,24 menit, dan peningkatan kapasitas *server* sebanyak 1559 *tapping* presensi.
3. Laju Kegagalan untuk kondisi *existing* berada di rentang 39,21% - 51,06%. Sedangkan untuk kondisi setelah uji perbaikan kinerja sistem, Laju Kegagalan tidak dapat ditentukan karena belum diimplementasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Meiliza, "Studi Kasus Delay Pada Implementasi Radio Frequency Identification (RFID) Over Fiber di Telkom University", Tugas Akhir, Universitas Telkom, 2017.
- [2] Elektronika Dasar. (06 Agustus 2012). Pengertian Dan Komponen Radio Frequency Identification (RFID). Tersedia: <http://elektronika-dasar.web.id/pengertian-dan-komponen-radiofrequency-identification-rfid/>.
- [3] RFID Handbook: Applications, Technology, Security, and Privacy, Taylor & Francis Group, 2008.
- [4] Atina Ahdika, "Rantai Markov Waktu Kontinu: Peluang Kesetimbangan Kelahiran-Kematian", Statistika FMIPA Universitas Islam Indonesia, 2015.
- [5] K. C. Pandiangan, "Analisis Sistem Antrian Untuk Meningkatkan Kualitas Pelayanan Di Grapari Telkomsel Banda Aceh", Thesis, Universitas Telkom, 2017.
- [6] Farida. (2006). Analisis Kinerja Sistem. 2006. Tersedia: <http://staffsite.gunadarma.ac.id/farida>.
- [7] M. P. N. Fadlilah, Sugito, dan Rita Rahmawati, "Sistem Antrian Pada Pelayanan Customer Service Pt. Bank X", Jurnal Gaussian, vol. 6, no. 1, pp. 71-80, 2017.
- [8] D. D. Sanjoyo. (April 2015). BAB 1: Konsep Dasar Trafik. Tersedia: http://danudwj.staff.telkomuniversity.ac.id/files/2015/04/BAB1_KONSEP-DASAR-TRAFIK.pdf.
- [9] R. G. Sudarmanto, Statistik Terapan Berbasis Komputer: Dengan Program IBM SPSS Statistics 19. Jakarta: Mitra Wacana Media, 2013.
- [10] D. R. Wijaya, I. Asror, "Integrated And Efficient Attendance Management System Based On Radio Frequency Identification (RFID)", Journal of Theoretical and Applied Information Technology, vol 73, no.1, 10 Maret 2015.
- [11] G. H. Poerwanto. Contoh Aplikasi Teori Antrian. Tersedia: <https://sites.google.com/site/operasiproduksi/aplikasi-teori-antrian/>.
- [12] A Saputro. (23 Agustus 2017). Mengenal Algoritma Penjadwalan Proses Round Robin – First in First Out (RR-FCFS) Pada Sistem Operasi. Tersedia: <http://www.news.palcomtech.com/mengenal-algoritma-penjadwalan-proses-round-robin-first-in-first-out-rr-fcfs-pada-sistem-operasi/>.
- [13] J. Heizer and B. Render, "Operations Management," in Pearsons, Global ed., vol. 5, Pearson Education. Inc., New Jersey: USA, 2011, pp. 684.