

Analisis Antrian Kendaraan di Jalan Tamansari UNISBA Menggunakan SimEvents MATLAB

Analysis of Vehicle Queues on Jalan Tamansari UNISBA Using MATLAB SimEvents

Amartya Zahara¹, Farid H Badruzzaman²

¹Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Islam Bandung

²Program Studi Manajemen, Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi STEMBI Bandung Business School

¹amartya_10060219015@unisba.ac.id, ²faridhirji@stemi.ac.id

Abstrak. Pada zaman sekarang ini kendaraan banyak digunakan oleh kalangan masyarakat. Kendaraan atau alat transportasi yang paling sering digunakan adalah kendaraan roda dua dan roda empat. Secara umum, kendaraan roda dua lebih mudah ditemukan di persimpangan jalan maupun jalanan besar. Semakin banyak penduduk, semakin banyak pula kendaraan yang dibutuhkan. Dalam setiap harinya jumlah kendaraan bertambah banyak sehingga lalu lintas menjadi semakin padat. Hal ini terjadi di Jalan Tamansari, Kota Bandung, yang merupakan tempat yang sering dilalui oleh mahasiswa maupun penduduk setempat. Kawasan Tamansari merupakan kawasan yang strategis sehingga kendaraan-kendaraan sering melewati daerah tersebut dan menyebabkan banyaknya antrian kendaraan. Kawasan yang relatif sibuk menjadi semakin padat disebabkan kendaraan-kendaraan yang lalu lalang maupun yang parkir di daerah tersebut dapat memicu terjadinya kemacetan. Solusi untuk mengurangi antrian kendaraan melalui analisis antrian kendaraan. Dalam artikel ini dilakukan analisis antrian menggunakan aplikasi SimEvents MATLAB. Analisis disusun dengan menggunakan toolbox SimEvents dan dijalankan pada software MATLAB Simulink. SimEvents merupakan aplikasi simulasi diskrit yang dikembangkan oleh MathWorks.

Kata kunci: matematika, simevents, matlab, antrian, kendaraan, transportasi, kemacetan.

Abstract. In this day and age, the vehicle is widely used by the community. The most frequently used vehicles or means of transportation are two-wheeled and four-wheeled vehicles. In general, two-wheeled vehicles are easier to find at crossroads and major roads. The more people there are, the more vehicles are needed. Every day the number of vehicles increases so that the traffic becomes more congested. This happened on Jalan Tamansari, Bandung City, which is a place frequented by students and locals alike. Tamansari area is a strategic area so that vehicles often pass through the area and cause a lot of vehicle queues. Areas that are relatively busy are becoming increasingly congested due to passing vehicles and parking in the area which can trigger congestion. Solutions to reduce vehicle queues through vehicle queue analysis. In this article, queuing analysis is carried out using the SimEvents MATLAB application. The analysis was compiled using the SimEvents toolbox and run on the MATLAB Simulink software. SimEvents is a discrete simulation application developed by MathWorks.

Keywords: mathematics, simvents, matlab, queue, vehicle, transportation, congestion.

1. Pendahuluan

Pada saat ini hampir setiap saat arus lalu lintas semakin ramai kendaraan yang melintas memadati jalan raya [1]. Kendaraan adalah alat transportasi yang digerakkan oleh mesin, makhluk hidup atau manusia itu sendiri. Kendaraan menjadi kebutuhan yang sangat penting untuk bepergian, terutama kendaraan roda dua dan kendaraan roda empat. Kendaraan roda dua lebih mudah untuk ditemukan disepanjang jalan lalu lintas, karena selain dapat dengan mudah untuk menyelip kendaraan lain saat perjalanan, kendaraan roda dua juga memiliki ukuran yang jika disimpan tidak memakan banyak tempat seperti kendaraan roda empat. Sering kali ditemukan kendaraan-kendaraan yang ditempatkan di tepi-tepi jalan untuk sekedar parkir atau untuk berhenti sementara atau memang tempat parkir tersebut berada di pinggir jalan [2]. Hal itu dapat menimbulkan kemacetan sehingga terjadi antrian kendaraan yang panjang dan padat, apalagi di lokasi persimpangan jalan [3]. Hal ini dikarenakan arus yang melewati jalan atau persimpangan tersebut dilalui kendaraan yang tidak sedikit dan lebar jalan

kurang memadai untuk dilewati oleh kendaraan yang banyak. Ditambah lagi dengan kendaraan yang terparkir di pinggir jalan [4].

Antrian terjadi karena orang atau suatu material tiba di suatu tempat, fungsi *service* atau proses produksi lebih cepat dibandingkan waktu mereka dilayani. Hal ini terjadi karena konsumen datang dalam rentang waktu yang tidak tentu dan waktu pelayanan setiap konsumen tidak konstan [5]. Kondisi ini menjadikan antrian secara kontinuitas menjadi bertambah dan berkurang panjangnya dan kadang-kadang kosong dalam jangka panjang sesuai dengan frekuensi kedatangan konsumen yang tidak tentu atau acak [6, 7]. Sama seperti yang dialami di daerah Tamansari. Jalanan di daerah Tamansari yang tidak cukup lebar untuk dilewati oleh banyaknya kendaraan, membuat daerah tersebut sering mengalami antrian kendaraan yang berlebih [8, 9].

Hal ini juga disebabkan karena pinggir-pinggir dijadikan sebagai parkir untuk kendaraan-kendaraan mahasiswa, meskipun tempat tersebut memang untuk tempat parkir kendaraan para mahasiswa. Dalam artikel ini dilakukan analisis antrian kendaraan di daerah Tamansari untuk mengurangi antrian kendaraan. Lokasi ini dipilih dengan mempertimbangkan terkait dengan kawasan tersebut yang jalur lalu lintasnya yang padat dan sering mengalami antrian yang panjang pada jalan dan persimpangan [10-12].

2. Landasan Teori

2.1 Teori Antrian

Antrian (*waiting line*) adalah satu atau lebih customers atau klien yang menunggu dalam suatu sistem untuk mendapatkan pelayanan [13]. Antrian adalah suatu garis tunggu dari pelanggan yang memerlukan layanan dari satu atau lebih fasilitas pelayanan. Teori antrian (*queuing theory*) adalah ilmu pengetahuan tentang bentuk antrian yang merupakan sebuah bagian penting operasi dan juga alat-alat yang sangat berharga bagi manajer operasi untuk menentukan strategi [14]. Pada dasarnya, Antrian dapat timbul karena kebutuhan terhadap layanan melebihi kemampuan (kapasitas) atau fasilitas pelayanan, sehingga pengguna fasilitas yang tiba tidak bisa menerima pelayanan segera dan harus menunggu untuk bisa mendapat pelayanan, karena semua server sibuk [15].

Penyusunan teori antrian dipelopori oleh ahli Matematika Denmark dengan mempublikasikan "*The Theory of Probabilities Telephone Conversation*" [16] Sistem antrian dapat dikatakan datangnya pelanggan untuk menunggu dan mendapat pelayanan. Sistem antrian memiliki komponen sebagai berikut:

a. Ukuran Populasi Kedatangan

Tidak terbatas (*Unlimited/infinite*) ketika terdapat materi atau orang-orang yang jumlahnya tidak terbatas dapat datang dan meminta pelayanan atau terbatas (*limited/finite*) dimana hanya ada pengguna pelayanan yang potensial dengan jumlah terbatas.

b. Pola Kedatangan

Pola kedatangan pelanggan untuk mengantri pada setiap unit waktu dapat diperkirakan oleh sebuah distribusi peluang yang disebut distribusi Poisson. Distribusi Poisson berarti kedatangan satu pelanggan dengan pelanggan lainnya tidak saling berhubungan dan jarak waktu antar kedatangan satu dengan yang lainnya hampir sama.

c. Disiplin Pelayanan/Antrian

- *First Come First Served*
- *Last Come First Served*
- *Service in Random Order*
- *Priority Service*

d. Fasilitas Pelayanan

- *Single Channel, Single Served*
- *Single Channel, Multi Served*
- *Multi-Channel, Single Served*
- *Multi-Channel, Multi Served*

2.2 Model Antrian

Model antrian terdiri dari tiga hingga empat notasi ($a/b/c/d$). Notasi dalam model antrian disebut dengan notasi Kendall (Kendall's Notation). Setiap notasi menunjukkan pengertian yang berbeda. Tanda pertama (a) menunjukkan distribusi kedatangan, Tanda kedua (b) menunjukkan distribusi pelayanan, Tanda ketiga (c) menunjukkan jumlah fasilitas pelayanan. Tanda keempat (d) menunjukkan jumlah pelanggan maksimum [17].

Terdapat beberapa distribusi untuk menggambarkan sebuah notasi. Notasi "M" menunjukkan tingkat kedatangan berdistribusi Poisson, dan tingkat pelayanan berdistribusi Eksponensial [18]. Notasi "D" menunjukkan tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan berdistribusi konstan. Sedangkan notasi "G" menunjukkan tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan berdistribusi probabilitas umum [17].

Notasi-notasi dalam model antrian selanjutnya digabung menggunakan tanda garis miring menjadi beberapa jenis seperti $M/M/1$, $M/M/1/F$, $M/M/K$, $M/M/K/F$, $M/G/1$, dan $M/G/K/K$. Model satu server digambarkan dengan $M/M/1$ dan $M/M/1/F$. Model $M/M/1$ berarti tingkat kedatangan berdistribusi Poisson, tingkat pelayanan berdistribusi Eksponensial, terdapat satu server fasilitas pelayanan, dan jumlah pelanggan tidak terbatas. Model $M/M/1/F$ berarti tingkat kedatangan berdistribusi Poisson, tingkat pelayanan berdistribusi Eksponensial, terdapat satu server fasilitas pelayanan, dan jumlah pelanggan terbatas [19].

Model antrian yang menggunakan dua server digambarkan dengan model $M/M/K$ dan $M/M/K/F$. Model $M/M/K$ berarti tingkat kedatangan berdistribusi Poisson, tingkat pelayanan berdistribusi Eksponensial, dan terdapat lebih dari satu server fasilitas pelayanan dan jumlah pelanggan tidak terbatas. Model $M/M/K/F$ berarti tingkat kedatangan berdistribusi Poisson, tingkat pelayanan berdistribusi Eksponensial, terdapat lebih dari satu server fasilitas pelayanan, dan jumlah pelanggan terbatas. Model antrian yang menggunakan distribusi selain Poisson digambarkan dengan model $M/G/1$. Model $M/G/1$ berarti tingkat kedatangan berdistribusi Poisson, tingkat pelayanan berdistribusi probabilitas umum, terdapat satu server fasilitas pelayanan, dan jumlah pelanggan tidak terbatas.

3. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di jalan Tamansari. Analisis ini difokuskan pada sistem kendaraan yang berada di sekitar jalan Tamansari lebih tepatnya di sekitar kampus Unisba Bandung. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif dengan pendekatan studi kasus dan juga menggunakan SimEvents MATLAB [20-23]. Terdapat beberapa aplikasi lain yang banyak digunakan untuk menyelesaikan masalah Matematika, diantaranya adalah Microsoft Excel [24, 25], NodeXL [26], dan aplikasi lainnya, disamping metode atau algoritma seperti Simpleks [27], CPM/PERT [28], *Electre* [29], Riccati [30], Teorema Bayes [31-33], *Lesson Study* [34, 35], *Economic Production Quantity* (EPQ) [36], Algoritma Genetika [37], Fuzzy [38-40], Dijkstra [41], *Filter Wiener* [42], *Analytic Hierarchy Process* (AHP) [43-46], *Goal Programming* [47], dan lain-lain.

Penelitian dimulai dari penelusuran studi pustaka, persiapan pengumpulan data, survei pendahuluan, identifikasi masalah, pengumpulan dan pengolahan data, pembahasan, serta kesimpulan. Kami melakukan pengamatan dan pengumpulan informasi lalu lintas terkait kendaraan yang melintasi jalan Tamansari kawasan Unisba. Pengamatan dilakukan langsung terhadap kendaraan yang melewati kawasan Tamansari. Berdasarkan hasil pengamatan hal yang menyebabkan terjadinya antrian kendaraan yaitu:

a. Kurangnya Lahan Parkir

UNISBA memiliki cukup banyak mahasiswa membawa kendaraan pribadi yang membuat lahan parkir di area kampus menjadi padat, sehingga kendaraan yang tidak bisa mendapat lahan parkir mau tidak mau menggunakan area pinggir jalan sebagai area parkir.

b. Orang yang Menyebrang dan Berjalan di Pinggir Jalan

Kampus UNISBA memiliki beberapa tempat seperti di Ranggamalela, Ranga Gading, dan Tamansari. Jumlah mahasiswanya pun tergolong banyak, sehingga sering ditemukan mahasiswa yang menyebrang jalan. Setiap menit, setiap detik pasti ada saja yang menyebrang jalan. Selain itu, setelah menyebrang jalan mereka pasti menggunakan trotoar untuk bisa pergi ke tempat lain. Namun, banyak sekali pedagang yang berjualan di sekitar trotoar yang membuat para pejalan kaki akan berjalan di sekitar jalan raya yang bisa menimbulkan kemacetan.

c. Kendaraan yang Berhenti Sembarangan

Tidak sedikit para mahasiswa atau pun para pekerja yang menggunakan transportasi umum seperti angkot ataupun ojek online. Namun, sering kali mereka berhenti di tempat yang tidak semestinya atau di tengah jalan untuk menurunkan penumpangnya

d. Parkir Sembarangan

Berbeda dengan kendaraan yang memang bisa khusus diparkirkan di pinggir jalan, para ojek online sering ditemukan berdiam diri di pinggir jalan untuk menunggu pesanan. Secara tidak langsung mereka menyebabkan lalu lintas menjadi macet.

Setelah melakukan pengambilan data, kemudian di implementasikan ke dalam SimEvents MATLAB.

4. Pembahasan

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan di Jalan Tamansari kawasan Unisba, rata-rata kedatangan kendaraan adalah 35 kendaraan per menit yang terdiri dari kendaraan roda dua dan roda empat. Kemudian menyebabkan hambatan dianalisis dan dihitung, ditunjukkan pada Tabel 1.

Table 1. Data Hambatan Antrian Kendaraan

Hambatan	Rata-Rata Waktu (detik)
Menyebrang Jalan	0.8
Parkir Pinggir Jalan	0.5
Parkir Sembarangan	2.0
Pejalan Kaki	0.8
Berhenti di Tengah Jalan	2.5

Setelah itu data akan diimplementasikan ke dalam model antrian. Model antrian yang dipakai adalah mengikuti model M/M/n di mana kedatangan mengikuti proses Poisson dengan waktu antar rata-rata dengan hambatan. Jumlah antrian dikatakan tidak terbatas dan antrian stabil untuk jangka waktu yang tidak terbatas. Berdasarkan model antrian M/M/n simulasi dilakukan dengan mengacu pada data dari pengamatan lalu lintas. Simulasi dilakukan menggunakan aplikasi SimEvents yang dijalankan pada perangkat lunak MATLAB.

Hasil simulasi, referensi dasar untuk waktu perjalanan dengan kondisi normal adalah 3 menit. Jumlah antrian yang terjadi di kawasan Tamansari Unisba jumlah antriannya sangat panjang. Hal ini disebabkan karena tingginya hambatan yang terjadi di kawasan tersebut sehingga terjadi kemacetan. Waktu perjalanan yang dibutuhkan untuk waktu perjalanan 15 menit atau lebih. Hal ini terjadi karena faktor penyebab kemacetan bertambah drastis, apalagi pada bulan-bulan menuju liburan saat ini.

Salah satu upaya untuk mengurangi antrian kendaraan di kawasan Unisba yaitu dengan menambah lahan parkir untuk kendaraan mahasiswa di area kampus, dibuatnya jembatan untuk para pejalan kaki, dan juga dibuat peraturan untuk kendaraan yang sengaja berdiam diri di pinggir jalan.

5. Kesimpulan

Artikel ini membahas mengenai penyebab terjadinya antrian kendaraan yang terjadi pada lalu lintas di Jalan Tamansari kawasan Unisba, Bandung. Hasil dari pengamatan yang dilakukan disimulasikan menggunakan MATLAB SimEvents. Berdasarkan analisis, terdapat penyebab yang membuat antrian kendaraan, salah satunya aktivitas menyebrang jalan. Faktor-faktor tersebut menyebabkan waktu tempuh dari 3 menit dalam kondisi normal menjadi 15 menit atau lebih dalam kondisi lalu lintas yang padat, apalagi ditambah pada saat-saat menjelang liburan.

References

- [1] Resnu Naufal Muzaki; Erwin Harahap; Farid Hirji Badruzzaman, "Efektivitas Penggunaan E-Toll di Gerbang Tol Pasteur dengan Menggunakan Model Antrian," in *Prosiding Matematika vol 6 no 2 h.74-81*, Bandung, 2020.
- [2] E Harahap, FH Badruzzaman, Y Permanasari, MY Fajar, A Kudus, "LINTAS-BD 1.1: Model dan Simulasi Lalu Lintas Kota Bandung," *Jurnal ETHOS*, vol. 7, no. 2, pp. 210-223, 2019.
- [3] S Chaeruddin, Y Fajar, E Harahap, "Analisis Panjang Antrian Dampak Rekayasa Lalu Lintas Cipaganti Menggunakan SimEvents MATLAB," *Jurnal JTIC (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, vol. 4, no. 1, pp. 8-11, 2020.
- [4] T Dewi, Y Fajar, F Badruzzaman, D Suhaedi, E Harahap, "Simulasi Kemacetan Lalu Lintas Pada Lokasi Bundaran Baltos Bandung," *Smart Comp*, vol. 9, no. 2, pp. 92-95, 2020.
- [5] E Harahap, Y Permanasari, FH Badruzzaman, E Marlina, D Suhaedi, "Analisis Antrian Lalu Lintas Pada Persimpangan Buah Batu - Soekarno Hatta Bandung," *Jurnal Matematika*, vol. 17, no. 2, pp. 79-85, 2018.
- [6] E Harahap, FH Badruzzaman, Y Permanasari, MY Fajar, A Kudus, "LINTAS-BD 1.2: Modeling and simulation traffic of Bandung City using SimEvents MATLAB," *Journal of Physics: Conference Series (ISAMME 2019)*, vol. 1315, no. 1, p. 012081, 2019.
- [7] N. Murfida, "'Pemodelan Antrian Kendaraan Bermotor Menggunakan Model Antrian M/M/1 di Simpang Tiga Ringroad Utara'," 2018.
- [8] E Harahap, FH Badruzzaman, Y Permanasari, MY Fajar, A Kudus, "Traffic engineering simulation of campus area transportation using MATLAB SimEvents," *Journal of Physics: Conference series: Materials Science and Engineering*, vol. 830, p. 022078, 2020.
- [9] G. Rahayu, S. A. P. Rosyidi and A. Munawar, "'Analisis Arus Jenuh dan Panjang Antrian pada Simpang Bersinyal: Studi Kasus di Jalan Dr. Sutomo-Suryopranoto, Yogyakarta'," 2009.
- [10] E Harahap, P Purnamasari, N Saefudin, AA Nurrahman, D Darmawan, R Ceha, "A design simulation of traffic light intersection using SimEvents MATLAB," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1375, no. 1, p. 012042, 2019.
- [11] E Harahap, D Darmawan, Y Fajar, R Ceha, A Rachmiate, "Modeling and simulation of queue waiting time at traffic light intersection," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1188, no. 1, p. 012001, 2019.
- [12] E Harahap, I Sukarsih, HB Farid, MY Fajar, "Model Antrian Dengan Pengalihan Dinamis Untuk Mengurangi Kemacetan Jalan Raya," *ETHOS (Jurnal Penelitian dan Pengabdian)*, vol. 5, no. 2, pp. 182-185, 2017.
- [13] LJ Krajewski, LP Ritzman, *Operation Management. Processes and Value Chains 9th Ed.*, New Jersey, USA: Prentice Hall, 2010.
- [14] Jay Heizer, Barry Render, *Operations Management*, Pearson, 2011.
- [15] E Harahap, FH Badruzzaman, MY Fajar, "Model dan Simulasi Sistem Transportasi Dengan Teori Antrian," *Jurnal Matematika*, vol. 15, no. 1, 2016.
- [16] Donald Gross, Carl M Harris, *Fundamentals of Queueing Theory 3rd ed.*, USA: John Wiley & Sons, Inc., 1998.
- [17] Barry A Pasternack, John A Lawrence, *Applied Management Science: Modeling, Spreadsheet Analysis, and Communication for Decision Making, 2nd Edition* 2nd Edition, California, USA.: John Wiley & Sons, Inc., 2002.
- [18] E Harahap, Y Fajar, D Ahmadi, A Kudus, R Ceha, "Modeling of request routing management on router for content delivery network," *International Journal of Scientific & Technology Research*, vol. 9, no. 3, pp.

- 308-315, 2020.
- [19] E Harahap, D Darmawan, FH Badruzzaman, "LINTAS-LC 1.0: Modeling and Simulation of Traffic in Lingkar Cileunyi Bandung Indonesia," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1366, no. 1, p. 012034, 2019.
- [20] E Harahap, D Darmawan, FH Badruzzaman, "Simulation of Traffic T-Junction at Cibiru-Cileunyi Lane Using SimEvents MATLAB," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1613, no. 1, p. 012074, 2020.
- [21] E. Harahap, "Implementasi Modul Gateway pada Aplikasi SimEvents MATLAB-Simulink Ver. 2015," *Matematika: Jurnal Teori dan Terapan Matematika*, vol. 18, no. 2, 2019.
- [22] E Harahap, FH Badruzzaman, D Darmawan, "LINTAS-LC 1.1: Model dan Simulasi Jalur Lingkar Cileunyi Menggunakan SimEvents MATLAB," in *Seminar Nasional Sistem Informasi dan Teknologi (SISFOTEK) 2019 3 (1)*, 166-170, Jakarta, 2019.
- [23] E Harahap, A Nurrahman, D Darmawan, "A Modeling Approach For Event-Based Networking Design Using MATLAB-SimEvents," in *International Multidisciplinary Conference (IMC)*, Jakarta, Indonesia., 2016.
- [24] D Andriyani, E Harahap, FH Badruzzaman, MY Fajar, D Darmawan, "Aplikasi Microsoft Excel Dalam Penyelesaian Masalah Rata-rata Data Berkelompok," *Jurnal Matematika*, vol. 18, no. 1, pp. 41-46, 2019.
- [25] SF Fitria, E Harahap, F Badruzzaman, MY Fajar, D Darmawan, "Aplikasi Rata-rata Data Tunggal," in *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika Ahmad Dahlan 6*, Yogyakarta, 2019.
- [26] L Mufliah; Y Ramdani; E Harahap, "Pengaplikasian Teori Graf Pada Analisis Jejaring Sosial dalam Struktur Organisasi UNISBA dibawah Pimpinan Warek 1 Menggunakan Aplikasi Microsoft NodeXL," in *Prosiding Matematika*, 135-142, Bandung, 2016.
- [27] RS Budianti, AA Nurrahman, H Afriyadi, D Ahmadi, E Harahap, "Penggunaan Metode Simpleks Untuk Memaksimalkan Target Sales Pada Penjualan Paket Internet," *Jurnal Riset dan Aplikasi Matematika (JRAM)*, vol. 4, no. 2, pp. 108-114, 2020.
- [28] FH Badruzzaman, et.al., "CPM and PERT technique efficiency model for child veil production," *International Journal of Scientific & Technology Research*, vol. 9, no. 4, pp. 1470-1476, 2020.
- [29] Sidiq Purnama, Ichik Sukarsih, Erwin Harahap, "Aplikasi Teori Pendukung Keputusan Metode Electre dalam Pemilihan Operator Seluler," *Jurnal Matematika*, vol. 18, no. 2, 2019.
- [30] MD Johansyah, H Napitupulu, E Harahap, I Sumiati, AK Supriatna, "Solusi Persamaan Diferensial Fraksional Riccati Menggunakan Adomian Decomposition Method dan Variational Iteration Method," *Jurnal Matematika*, vol. 18, no. 1, pp. 9-20, 2019.
- [31] A Suryadi, "Sistem Rekomendasi Penerimaan Mahasiswa Baru Menggunakan Naive Bayes Classifier di Institut Pendidikan Indonesia," *Journal of Informatic Unisla*, vol. 3, no. 2, pp. 171-182, 2018.
- [32] E Harahap, "Prediksi Kemacetan pada Jaringan Komputer Menggunakan Metode Naive Bayesian Classifier," *STATISTIKA: Journal of Theoretical Statistics and Its Applications*, vol. 12, no. 1, 2012.
- [33] E Harahap, MY Fajar, H Nishi, "Prediction the cause of network congestion using Bayesian probabilities," in *The 6th SEAMS 2011 International Conference*, Universitas Gadjah Mada., Yogyakarta, Indonesia, 2011.
- [34] D Suhaedi, E Harahap, "Membangun Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa melalui Lesson Study: Sebuah Perspektif," *Jurnal Matematika*, vol. 17, no. 1, 2017.
- [35] MY Fajar, et.al., "Implementation of Lesson Study on Integral Calculus Course," in *International Conference on Lesson Study (ICLS 2017)*, Lombok NTB, Indonesia, 2017.
- [36] FH Badruzzaman, E Harahap, E Kurniati, MD Johansyah, "Analisis Jumlah Produksi Kerudung Pada RAR Azkia Bandung Dengan Metode Economic Production Quantity (EPQ)," *Matematika: Jurnal Teori dan Terapan Matematika*, vol. 16, no. 2, 2017.
- [37] I. Fadhillah, "Representasi Matriks untuk Proses Crossover Pada Algoritma Genetika untuk Optimasi Travelling Salesman Problem," *Jurnal Matematika*, vol. 16, no. 1, 2017.
- [38] Rima Tri Wulan Sari; Didi Suhaedi; Erwin Harahap, "Model Perhitungan Estimasi Keuntungan Penjualan Susu Kemasan dengan Menggunakan Gabungan Metode Fuzzy C-Means dan Sugeno Orde-Satu," in *Matematika*, Bandung, 2016.
- [39] A Legiani, M Yusuf Fajar, E Harahap, "Optimasi Produksi Sepatu Menggunakan Program Linier Multi Objective Fuzzy (Studi Kasus PD. Gianidha Collection di Sentra Sepatu Cibaduyut)," in *Prosiding*

Matematika, Bandung, 2016.

- [40] R Fadhillah, I Sukarsih, E Harahap, "Simulasi Pengaturan Lampu Lalu Lintas Menggunakan Fuzzy Inference System Metode Mamdani pada MATLAB," in *Prosiding Matematika SPeSIA Universitas Islam Bandung*, Bandung, 2016.
- [41] A. H. Sunaryono, "Pemilihan Rute Perjalanan Terpendek Menggunakan Algoritma Dijkstra dan Google Maps," in *Prosiding Matematika*, 2016.
- [42] Depi Siti Nurjanah, Didi Suhaedi, "Denoising Restorasi Citra Digital Menggunakan Filter Wiener," *Jurnal Matematika*, vol. 15, no. 1, 2016.
- [43] A Suryadi, at.al., "Pemeringkatan Pegawai Berprestasi Menggunakan Metode AHP (Analytic Hierarchy Process) di PT. XYZ," *Jurnal Matematika*, vol. 16, no. 2, 2017.
- [44] E Harahap, "Analisis Matematika AHP: Pengambilan Keputusan Multi Kriteria Dalam Pemilihan Jenis Komputer Terbaik," *Matematika: Jurnal Teori dan Terapan Matematika*, vol. 2, no. 1, 2003.
- [45] E. Harahap, "Aplikasi Program Komputer Interaktif Pada Perencanaan Instalasi Jaringan Internet Cafe. Studi Pengambilan Keputusan dengan Metode AHP," Laporan Skripsi Jurusan Matematika Universitas Padjadjaran, Bandung, 1999.
- [46] J Nuraini, M Yusuf Fajar, E Harahap, "Pemilihan Campuran Biodiesel Terbaik Berdasarkan Penggabungan Analytic Hierarchy Process (AHP) dan Technique For Order Preference By Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)," in *Prosiding Matematika SPeSIA Universitas Islam Bandung*, Bandung, 2016.
- [47] MY Fajar, E Harahap, FH Badruzzaman, "Penentuan EOQ Masalah Persediaan Multi-Item Dengan NonLinear Goal Programming," *Matematika: Jurnal Teori dan Terapan Matematika*, vol. 6, no. 1, pp. 71-75, 2007.