

KOMPARASI ALGORITMA CBQ (CLASS BASED QUEUEING) DAN TEKNIK TRAFFIC SHAPPING DALAM OPTIMASI KUALITAS LAYANAN (QOS) PADA JARINGAN BERBASIS IPV6

COMPARISON OF CBQ (CLASS BASED QUEUEING) ALGORITHM AND TRAFFIC SHAPPING TECHNIQUE IN OPTIMIZING QUALITY OF SERVICE (QOS) IN IPV6-BASED NETWORKS

Yuma Akbar¹, Rohmat Wijaya²

Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Cipta Karya Informatika^{1,2}

Yuma.Pjj@Gmail.Com¹, Rahmatwijaya287@Gmail.Com²

ABSTRACT

The rapid development of network technology, especially with the implementation of the IPv6 protocol, demands a more efficient data traffic management system to ensure quality of service (QoS). In this context, the Class-Based Queueing (CBQ) algorithm and the Traffic Shaping technique are two commonly used approaches to manage bandwidth and regulate data priorities and flows in the network. This study aims to compare the CBQ algorithm and the Traffic Shaping technique in optimizing QoS in IPv6-based networks. The parameters analyzed include throughput, delay, jitter, and packet loss using simulation scenarios with certain network topologies. The results show that both methods have their respective advantages, where CBQ is superior in setting traffic priorities and fairness, while Traffic Shaping is more effective in controlling data delivery rates and stabilizing bandwidth. The conclusion of this study provides recommendations for the use of appropriate algorithms based on the needs of network traffic characteristics and QoS optimization objectives.

Keywords: *Class-Based Queueing, Traffic Shaping, QoS, IPv6, Network Management.*

ABSTRAK

Perkembangan teknologi jaringan yang semakin pesat, terutama dengan implementasi protokol IPv6, menuntut sistem manajemen lalu lintas data yang lebih efisien untuk menjamin kualitas layanan (Quality of Service/QoS). Dalam konteks ini, algoritma Class-Based Queueing (CBQ) dan teknik Traffic Shaping menjadi dua pendekatan yang umum digunakan untuk mengelola bandwidth serta mengatur prioritas dan aliran data dalam jaringan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan komparasi antara algoritma CBQ dan teknik Traffic Shaping dalam mengoptimalkan QoS pada jaringan berbasis IPv6. Parameter yang dianalisis meliputi throughput, delay, jitter, dan packet loss menggunakan skenario simulasi dengan topologi jaringan tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua metode memiliki keunggulan masing-masing, di mana CBQ lebih unggul dalam pengaturan prioritas trafik dan fairness, sedangkan Traffic Shaping lebih efektif dalam pengendalian laju pengiriman data dan stabilisasi bandwidth. Kesimpulan dari penelitian ini memberikan rekomendasi penggunaan algoritma yang sesuai berdasarkan kebutuhan karakteristik lalu lintas jaringan dan tujuan optimasi QoS.

Kata Kunci: *Class-Based Queueing, Traffic Shaping, QoS, IPv6, Manajemen Jaringan.*

PENDAHULUAN

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan layanan jaringan yang cepat, stabil, dan andal, terutama dalam era digital saat ini, kualitas layanan (Quality of Service/QoS) menjadi aspek yang sangat penting dalam pengelolaan jaringan komputer. Permintaan terhadap aplikasi real-time seperti video streaming, VoIP, dan konferensi daring semakin tinggi, sehingga pengelolaan lalu lintas jaringan yang efisien menjadi suatu keharusan. Di sisi lain, migrasi ke protokol IPv6 yang

menawarkan ruang alamat lebih luas dan fitur jaringan yang lebih baik juga menghadirkan tantangan baru dalam menjaga performa jaringan, khususnya dalam hal pengaturan prioritas dan pengendalian trafik.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dibutuhkan teknik manajemen lalu lintas yang mampu mengoptimalkan penggunaan bandwidth serta meminimalkan delay, jitter, dan packet loss. Dua metode yang umum digunakan adalah algoritma Class-Based Queueing

(CBQ) dan teknik Traffic Shaping. CBQ bekerja dengan membagi trafik ke dalam kelas-kelas tertentu berdasarkan prioritas dan kebutuhan bandwidth, sedangkan Traffic Shaping mengontrol aliran data berdasarkan kecepatan yang telah ditentukan agar tidak terjadi kemacetan atau lonjakan trafik yang tidak terkendali.

Namun, hingga saat ini masih terdapat perdebatan mengenai efektivitas kedua pendekatan tersebut, terutama dalam konteks jaringan berbasis IPv6. Belum banyak penelitian yang secara khusus membandingkan performa CBQ dan Traffic Shaping dalam kondisi dan parameter QoS yang sama. Oleh karena itu, diperlukan sebuah kajian komparatif yang mendalam untuk menilai kelebihan dan kekurangan masing-masing teknik dalam mengoptimalkan kualitas layanan jaringan berbasis IPv6. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang tepat dalam pemilihan metode manajemen trafik yang sesuai untuk implementasi di berbagai skenario jaringan.

IDENTIFIKASI MASALAH / RESEARCH PROBLEM (RP)

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang dapat diidentifikasi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Belum optimalnya kualitas layanan (QoS) pada jaringan berbasis IPv6 akibat tingginya variasi trafik data yang tidak terkelola dengan baik.
2. Diperlukan metode manajemen trafik yang mampu mengatur prioritas dan pemanfaatan bandwidth secara efisien untuk menghindari kemacetan jaringan.
3. Terdapat dua pendekatan populer, yaitu algoritma Class-Based Queueing (CBQ) dan teknik Traffic Shaping, namun efektivitas masing-masing dalam mengoptimalkan QoS pada jaringan IPv6 belum diketahui secara komprehensif.
4. Belum adanya kajian perbandingan yang menyeluruh terhadap performa

CBQ dan Traffic Shaping berdasarkan parameter QoS seperti throughput, delay, jitter, dan packet loss pada jaringan berbasis IPv6.

5. Perlunya rekomendasi teknis berdasarkan hasil analisis perbandingan yang dapat digunakan untuk menentukan metode manajemen trafik yang paling sesuai dengan kebutuhan jaringan IPv6.

RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah diuraikan, maka rumusan masalah yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara kerja algoritma Class-Based Queueing (CBQ) dan teknik Traffic Shaping dalam mengelola trafik jaringan pada jaringan berbasis IPv6?
2. Bagaimana perbandingan performa antara algoritma CBQ dan teknik Traffic Shaping dalam mengoptimalkan parameter Quality of Service (QoS) seperti throughput, delay, jitter, dan packet loss?
3. Metode manajemen trafik manakah yang lebih efektif di gunakan dalam meningkatkan kualitas layanan jaringan IPv6 berdasarkan hasil simulasi dan analisis?

TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis cara kerja algoritma Class-Based Queueing (CBQ) dan teknik Traffic Shaping dalam pengelolaan trafik pada jaringan berbasis IPv6.
2. Melakukan simulasi dan pengukuran performa algoritma CBQ dan teknik Traffic Shaping berdasarkan parameter kualitas layanan (QoS), seperti throughput, delay, jitter, dan packet loss.
3. Membandingkan efektivitas kedua metode dalam mengoptimalkan QoS pada jaringan IPv6.
4. Memberikan rekomendasi pemilihan metode manajemen trafik yang paling

sesuai untuk implementasi jaringan berbasis IPv6 berdasarkan hasil analisis dan simulasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan PICOC (*Population, Intervention, Comparison, Outcome, Context*) untuk merumuskan metode penelitian yang sistematis dan terstruktur. Pendekatan PICOC membantu dalam mengidentifikasi elemen-elemen kunci penelitian yang relevan. Berikut adalah penjelasan dari setiap komponen PICOC yang diterapkan dalam penelitian "Komparasi Algoritma CBQ (Class Based Queuing) dan Teknik Traffic Shapping dalam Optimasi Layanan (QoS) pada Jaringan Berbasis IPV6". Metodologi survei ini disusun berdasarkan PICOC (*Population, Intervention, Comparison, Outcomes, Context*)

HASIL PENELITIAN

Jenis Lalu lintas

Untuk menguji efektivitas algoritma QoS, simulasi akan melibatkan berbagai jenis lalu lintas yang merepresentasikan skenario penggunaan internet sesungguhnya:

1. Voice over IP (VoIP): Lalu lintas yang sangat sensitif terhadap *delay* dan *jitter*. Akan disimulasikan menggunakan protokol UDP dengan *bitrate* rendah dan konstan.
2. Video Streaming: Lalu lintas yang sensitif terhadap *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Akan disimulasikan menggunakan protokol UDP atau TCP dengan *bitrate* yang lebih tinggi dan cenderung *bursty*.
3. HTTP (Web Browse): Lalu lintas yang toleran terhadap *delay* tetapi membutuhkan *throughput* yang responsif. Akan disimulasikan menggunakan protokol TCP.
4. FTP (File Transfer): Lalu lintas yang mentransfer *file* besar, sangat membutuhkan *throughput* tinggi tetapi toleran terhadap *delay*. Akan

disimulasikan menggunakan protokol TCP.

Sumber lalu lintas akan berasal dari *Client* ke *Server*, atau sebaliknya, sesuai skenario pengujian.

Mekanisme Qos yang diuji

Penelitian ini akan mengkomparasi dua mekanisme QoS utama:

Implementasi Class-Based Queuing (CBQ)

Pada *Router A* dan *Router B*, CBQ akan dikonfigurasi untuk mengklasifikasikan dan mengelola lalu lintas.

1. Klasifikasi Lalu Lintas: Lalu lintas akan diklasifikasikan berdasarkan *port* atau *DSCP value* (jika *marking* dilakukan) untuk membedakan VoIP, Video, HTTP, dan FTP.
2. Pembentukan Kelas: Beberapa kelas akan dibuat, misalnya:
3. Kelas "Prioritas Tinggi": Untuk lalu lintas VoIP dan Video, diberikan jaminan bandwidth tertentu dan/atau prioritas utama.
4. Kelas "Medium Prioritas": Untuk lalu lintas HTTP, diberikan alokasi bandwidth yang wajar.
5. Kelas "Prioritas Rendah": Untuk lalu lintas FTP, diberikan bandwidth yang tersisa atau dibatasi.
6. Alokasi Bandwidth: Setiap kelas akan diberi alokasi bandwidth minimum yang dijamin dari total bandwidth link antar router.

Implementasi Teknik Traffic Shaping

1. Pada *Router A* dan *Router B*, *Traffic Shaping* akan dikonfigurasi untuk mengontrol laju lalu lintas yang keluar dari *interface* ke *link bottleneck*.
2. Identifikasi Lalu Lintas: Lalu lintas akan diidentifikasi (misalnya, FTP atau HTTP) yang akan dikenakan *shaping*.
3. Pembatasan Laju (Rate Limiting): Lalu lintas yang kurang prioritas (misalnya, FTP atau unduhan HTTP besar) akan dibatasi laju transfer datanya (misalnya,

50% dari *guaranteed bandwidth* yang diberikan ke lalu lintas prioritas), menggunakan mekanisme *token bucket* atau *leaky bucket* yang umum pada implementasi *shaping*.

4. Buffer: Paket yang melebihi batas laju akan disimpan sementara dalam *buffer* hingga dapat dikirimkan sesuai dengan laju yang diizinkan, sehingga mencegah *packet loss* akibat *burst* yang berlebihan.

Data yang terkumpul dari simulasi akan dianalisis secara statistik.

1. Analisis Deskriptif: Menghitung nilai rata-rata, standar deviasi, dan rentang untuk setiap metrik QoS pada setiap skenario.
2. Komparasi Kinerja: Melakukan perbandingan kinerja antara skenario baseline, skenario CBQ, dan skenario Traffic Shaping untuk setiap metrik.
3. Visualisasi Data: Hasil analisis akan disajikan dalam bentuk grafik dan tabel untuk mempermudah interpretasi dan perbandingan. Grafik yang umum digunakan adalah *bar chart* untuk perbandingan rata-rata, dan *line chart* untuk melihat tren kinerja terhadap waktu (jika relevan).

Hasil analisis ini akan digunakan untuk menyimpulkan efektivitas Algoritma Class-Based Queuing dan Teknik Traffic Shaping dalam mengoptimalkan layanan QoS pada jaringan berbasis IPv6, serta menentukan mana di antara keduanya yang menunjukkan kinerja lebih baik untuk jenis lalu lintas tertentu atau dalam kondisi jaringan tertentu.

Penerapan kedua algoritma ini pada jaringan IPv6 menunjukkan bahwa transisi ke IPv6 tidak menghambat kemampuan untuk menerapkan QoS yang efektif. Fitur *header* IPv6 yang lebih sederhana dan dukungan *extension headers* berpotensi membuat proses klasifikasi dan penandaan paket menjadi lebih efisien, meskipun kompleksitas konfigurasi QoS itu sendiri tetap ada. Hasil penelitian ini mendukung gagasan bahwa meskipun IPv6

menawarkan peningkatan kapasitas alamat, manajemen lalu lintas melalui QoS tetap esensial untuk menjamin kinerja aplikasi di era *internet of things* (IoT) dan layanan *real-time* yang semakin masif.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini mengenai komparasi algoritma CBQ (Class Based Queueing) dan Traffic Shaping dalam mengoptimalkan layanan Quality of Service (QoS) pada jaringan berbasis IPv6, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. **Kinerja CBQ dan Traffic Shaping Berbeda pada Setiap Parameter QoS**
Pengujian yang dilakukan menggunakan parameter *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss* menunjukkan bahwa setiap teknik memiliki keunggulan masing-masing. Traffic Shaping cenderung memberikan hasil yang lebih stabil dalam mengatur aliran data agar sesuai dengan profil bandwidth yang ditentukan, sementara CBQ lebih unggul dalam membagi bandwidth antar kelas lalu lintas.
2. **Traffic Shaping Lebih Unggul dalam Menekan Packet Loss**
Berdasarkan hasil simulasi, teknik Traffic Shaping mampu mengurangi *packet loss* lebih baik dibandingkan CBQ, karena mekanismenya yang menahan paket agar tidak melebihi batas bandwidth yang ditentukan.
3. **CBQ Memiliki Keunggulan dalam Pengelompokan Lalu Lintas**
CBQ unggul dalam pengelompokan lalu lintas berdasarkan kelas, sehingga cocok digunakan pada jaringan dengan kebutuhan prioritas layanan yang berbeda-beda, seperti VoIP, streaming, dan data biasa.
4. **Optimasi QoS pada Jaringan IPv6 Lebih Efektif Jika Disesuaikan dengan Kebutuhan Lalu Lintas**
Tidak ada satu teknik yang secara mutlak lebih baik dari yang lain.

Pemilihan antara CBQ dan Traffic Shaping harus disesuaikan dengan karakteristik dan kebutuhan jaringan, baik dari sisi jenis layanan, besar bandwidth, maupun tingkat prioritas lalu lintas.

SARAN

1. Pemilihan Teknik Harus Disesuaikan dengan Tujuan Penggunaan Jaringan

Untuk jaringan yang mengutamakan efisiensi dan pemanfaatan bandwidth, Traffic Shaping lebih tepat digunakan. Sedangkan untuk jaringan dengan kebutuhan prioritas layanan, CBQ lebih relevan.

2. Perlu Pengujian Lebih Lanjut dalam Skala Jaringan yang Lebih Luas

Penelitian ini dilakukan dalam skala terbatas. Oleh karena itu, untuk mendapatkan hasil yang lebih representatif, disarankan dilakukan pengujian pada jaringan berskala besar atau lingkungan produksi.

3. Penggabungan Teknik QoS Dapat Menjadi Solusi Alternatif

Menggabungkan antara CBQ dan Traffic Shaping dapat menjadi pendekatan yang potensial untuk mendapatkan keunggulan dari kedua teknik secara bersamaan, sehingga dapat meningkatkan performa jaringan secara keseluruhan.

4. Perlu Pengkajian Dampak terhadap Konsumsi Resource Jaringan

Penelitian lanjutan juga disarankan untuk mengkaji dampak penggunaan teknik CBQ dan Traffic Shaping terhadap penggunaan CPU, memori, dan sumber daya perangkat jaringan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Nabhan Zaki, 'Analisis Perbandingan Quality Of Service (Qos) Pada Video Streaming Dengan Metode PCQ Dan HTB Menggunakan Router Mikrotik',

Jurnal Teknologi Informasi, vol. 3, 2021.

- [2] T. Akhir, 'MANAGEMENT BANDWITDH MENGGUNAKAN PCQ (Per Connection Queue) UNTUK MENCEGAH ROUTER OVERLOAD PADA PT. XYZ'. [Online]. Available: <https://lib.mercubuana.ac.id/>
- [3] J. A. Aryandi, M. A. Nugraha, Y. A. A. Basith, M. F. Pratama, D. Pradeka, and D. Anggraini, 'Implementasi Algoritma Queue untuk Menentukan Prioritas Pelayanan Umum di Rumah Sakit', *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, vol. 7, no. 2, p. 218, Sep. 2023, doi: 10.26798/jiko.v7i2.806.
- [4] Naveen Kodakandla, 'IPv4 vs. IPv6 in cloud engineering: performance, security and cost analysis', *International Journal of Science and Research Archive*, vol. 8, no. 2, pp. 774–784, Apr. 2023, doi: 10.30574/ijrsra.2023.8.2.0260.
- [5] R. Singh *et al.*, 'Analysis of Network Slicing for Management of 5G Networks Using Machine Learning Techniques', *Wirel Commun Mob Comput*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/9169568.
- [6] M. R. Uddin, N. A. Evan, M. R. Alam, and M. T. Arefin, 'Analysis of Generic Routing Encapsulation (GRE) over IP Security (IPSec) VPN Tunneling in IPv6 Network', in *Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering, LNICST*, Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2021, pp. 3–15. doi: 10.1007/978-3-030-79276-3_1.
- [7] E. S. Hassan, A. E. A. Abdelaal, A. S. Oshaba, A. El-Emary, M. I. Dessouky, and F. E. A. El-Samie, 'Optimizing bandwidth utilization and traffic control in ISP networks for enhanced smart agriculture', *PLoS One*, vol. 19, no. 3 March, pp.

- 1–30, Mar. 2024, doi: 10.1371/journal.pone.0300650.
- [8] L. Zhao, P. Pop, and S. Steinhorst, 'Quantitative Performance Comparison of Various Traffic Shapers in Time-Sensitive Networking', *IEEE Transactions on Network and Service Management*, vol. 19, no. 3, pp. 2899–2928, Sep. 2022, doi: 10.1109/TNSM.2022.3180160.
- [9] P. Router *et al.*, 'Using a Mikrotik Router to Provide Sound Quality Produced on the IPV4 and IPV6 Protocols', *JOURNAL OF COMPUTER SCIENCE AND INFORMATICS ENGINEERING (CoSIE)*, vol. 03, no. 2, 2024, [Online]. Available: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>
- [10] S. Pratiwi, 'IMPLEMENTASI METODE PER CONNECTION QUEUE DAN HIERARCHICAL TOKEN BUCKET SERTA ANALISIS PERBANDINGAN QUALITY OF SERVICE TERHADAP JARINGAN WI-FI SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN NEGERI 4 PALEMBANG SKRIPSI Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan Pendidikan Program Strata-1 Pada Program Studi Teknik Informatika Oleh: PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN SAINS UNIVERSITAS INDO GLOBAL MANDIRI 2024', 2019.
- [11] S. Aminah, 'Manajemen Bandwidth dalam Mengoptimalkan Penggunaan Router Mikrotik terhadap Pelayanan Koneksi Jaringan', *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, pp. 102–106, Sep. 2022, doi: 10.37034/infeb.v4i3.144.
- [12] F. W. Christanto, A. F. Daru, and A. Kurniawan, 'Metode PCQ dan Queue Tree untuk Implementasi Manajemen Bandwidth Berbasis Mikrotik', *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 5, no. 2, pp. 407–412, Apr. 2021, doi: 10.29207/resti.v5i2.3026.
- [13] J. Penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi, B. Isa Mahendra Kusuma Rachman, W. Sulistyo, K. Kunci -Mekanisme Antrian, and M. Jaringan, 'IT-EXPLORE ANALISIS PENGARUH IPV4 DAN IPV6 PADA QUEUING MECHANISM DALAM MANAJEMEN JARINGAN', 2024.
- [14] Y. P. Harahap and A. Prapanca, 'Analisis Algoritma Penjadwalan Priority Queueing (PQ) Terhadap Quality of Service (QoS) pada Jaringan Mobile WiMAX Menggunakan OPNET Modeler', *Journal of Informatics and Computer Science*, vol. 03, 2021.
- [15] M. Hikam and R. Yusuf, 'ANALISIS IMPLEMENTASI COS UNTUK MENGATASI MASALAH DELAY, JITTER, PACKETLOSS MENGGUNAKAN CBWFQ PCQ COS IMPLEMENTATION ANALYSIS FOR SOLVING DELAY, JITTER, AND PACKET LOSS PROBLEMS USING CBWFQ PCQ'.
- [16] M. Rafi, M. T. Kurniawan, and R. R. Saedudin, 'Analisis Perbandingan Manajemen Bandwidth Dengan Metode Random... SEIKO : Journal of Management & Business Analisis Perbandingan Manajemen Bandwidth Dengan Metode Random Early Detection (Red) Dan Class-Based Queue (Cbq) Pada Telkom University Landmark Tower (Tult)', *SEIKO : Journal of Management & Business*, vol. 6, no. 2, pp. 236–246, 2023.
- [17] T. Hariyanto *et al.*, 'Sistem bandwidth WiFi jaringan ad-hoc menggunakan metode class based queue', *Jurnal Ilmiah Telekomunikasi*, vol. 1, no. 1, pp. 17–24, 2021.

- [18] A. Noviriandini, D. Ayu Ambarsari, and D. Eriawan Program Studi Teknologi Komputer, 'ANALISIS MANAGEMENT BANDWIDTH DAN FIREWALL DENGAN ROUTER MIKROTIK PADA PT. BCA MULTIFINANCE', *JTS*, vol. 1, no. 3.
- [19] E. Christian, N. Kristianti, D. Putra Anugrahu, P. Bagus, A. A. Putra, and V. Handrianus Pranatawijaya, 'IMPLEMENTASI ALGORITMA FIFO DAN DESCENDING PRIORITY QUEUE PADA SISTEM ANTRIAN PELAYANAN KESEHATAN PUSKESMAS BUNTOK', doi: 10.47111/JTL.
- [20] S. Wahyuningsih, P. S. Katemba Teknik Informatika, S. Uyelindo Kupang Jl Perintis Kemerdekaan, K. Kayu Putih, K. Kupang, and N. Tenggara Timur, 'ANALISIS KINERJA JARINGAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE TRAFFIC SHAPING PADA JARINGAN CV. INDIRA PRATAMA'.
- [21] L. Zhao, P. Pop, and c, 'Quantitative Performance Comparison of Various Traffic Shapers in Time-Sensitive Networking', *IEEE Transactions on Network and Service Management*, vol. 19, no. 3, pp. 2899–2928, Sep. 2022, doi: 10.1109/TNSM.2022.3180160.
- [22] R. Hartono and A. Zein, 'PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN DALAM PENJADWALAN MATA KULIAH Studi Kasus : Prodi Sistem Informasi Universitas Pamulang', 6 |*Jurnal Ilmu Komputer JIK*, vol. VI, no. 03, 2023