



**MODEL ALJABAR MAX-PLUS PADA SISTEM ANTRIAN PELAYANAN
PENERBITAN SURAT IZIN USAHA PERDAGANGAN BAHAN BERBAHAYA**

***MAX-PLUS ALGEBRA MODEL ON SERVICE QUEUE SYSTEM
PUBLISHING OF TRADE MATERIALS LICENSE HAZARDOUS SUBSTANCES***

Osniman P. Maure, Marcellinus A. Rudhito

Universitas Sanata Dharma

osnimanpaulinamaure@gmail.com., arudhito@gmail.com

Abstrak: Sistem antrian sering ditemukan dalam suatu pelayanan fasilitas publik diantaranya pelayanan penerbitan Surat Izin Usaha Perdagangan (SIUP) Bahan Berbahaya. Dalam proses penerbitan SIUP Bahan Berbahaya terdapat berbagai tahapan yang harus dilalui pihak pengizin. Dengan demikian, semakin banyak pihak pengizin usaha yang datang dapat menyebabkan antrian semakin panjang. Antrian yang panjang ini dapat berdampak buruk bagi para pelayan maupun pihak yang membutuhkan pelayanan. Oleh sebab itu, kinerja pelayanan tersebut perlu dioptimalkan diantaranya dengan menganalisa perilaku dan kestabilan sistem antrian tersebut. Proses analisa perilaku dan kestabilan suatu sistem antrian pelayanan dapat dilakukan apabila sistem antrian tersebut telah dimodelkan dengan menggunakan aljabar max-plus. Pada paper ini, penulis menfokuskan penelitian ini untuk memodelkan sistem antrian pembuatan SIUP Bahan Berbahaya dengan menggunakan aljabar max-plus. Metode penelitian yang digunakan penulis adalah studi literatur. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aljabar max-plus dapat digunakan untuk memodelkan sistem antrian pelayanan penerbitan SIUP Bahan Berbahaya. Pemodelan ini menghasilkan suatu matriks dari suatu keadaan tertentu.

Kata Kunci: sistem antrian, SIUP Bahan Berbahaya, aljabar max-plus

Abstract: *The queuing system is often found in the service of public facilities including the issuance of Trading Business License (SIUP) of Hazardous Substances. In the process of issuing SIUP of Hazardous Substances, various stages must be passed by the licensing party. Thus, the more business licensors that come in can cause long queues. This long queue can be bad for the servants and those who need service. Therefore, service performance needs to be optimized including by analyzing the behaviour and stability of the queuing system. The process of analyzing the behaviour and stability of a service queue system can be done if the queuing system has been modelled using max-plus algebra. In this paper, the authors focus this research to model the queuing system for making SIUP of Hazardous Substances by using max-plus algebra. The research method used by the author is the study of literature. The results of this study indicate that max-plus algebra can be used to model the service queuing system for publishing Hazardous substances SIUP. This modelling produces a matrix of a certain situation.*

Keywords: *queue system, SIUP of Hazardous Substances, max-plus algebra*

Cara Sitasi : Maure P. O., & Rudhito, A. M., (2019). Model Aljabar Max-Plus Pada Sistem Antrian Pelayanan Penerbitan Surat Izin Usaha Perdagangan Bahan Berbahaya. *Asimtot: Jurnal Kependidikan Matematika*, “1”(“2”), “139 - 146”

Antrian merupakan suatu keadaan dimana jumlah pihak yang membutuhkan pelayanan lebih banyak dibandingkan dengan jasa yang melayani pelayanan tersebut. Panjangnya suatu antrian dapat merugikan pihak yang membutuhkan pelayanan karena banyaknya waktu terbuang selama menunggu dan pihak pemberi pelayanan karena akan mengurangi efisiensi kerja, keuntungan yang sedikit, bahkan bisa menimbulkan citra kurang baik pada pelanggannya (Hilda, dkk., 2018:201). Oleh sebab itu, pihak penyedia layanan seharusnya mengoptimalkan kinerjanya agar proses pelayanan tersebut berjalan secara efisien dan efektif.

Salah satu sistem antrian dapat ditemukan pada pelayanan penerbitan Surat Izin Usaha Perdagangan (SIUP) Bahan Berbahaya. SIUP merupakan legalitas usaha yang berfungsi sebagai alat untuk membina, mengarahkan, dan mengawasi kegiatan usaha di bidang perdagangan menuju pelaksanaan tertib usaha (Rahim, dkk., 2017:26). Pemerintah pusat telah memberikan pelimpahan wewenang kepada daerah kabupaten dan kota untuk dapat menerbitkan SIUP sesuai dengan Peraturan Menteri Perdagangan Republik Indonesia Nomor 46/M-DAG/PER/9/2009 (Sihotang, 2015:105; Wijaya, 2015:3).

Pada sistem pelayanan penerbitan SIUP Bahan Berbahaya terdapat tahapan-tahapan yang dimulai dari input sampai dengan output. Berdasarkan Peraturan Menteri Perdagangan Republik Indonesia tersebut, jangka waktu proses penerbitan SIUP adalah 3 (tiga) hari kerja sejak tanggal diterimanya berkas permohonan secara lengkap dan benar. Namun demikian, proses pengurusan SIUP ini seringkali memerlukan waktu lebih dari 3 (tiga) hari kerja (Urmilasari, dkk., 2013:51; Lesmana, dkk.,

2016:4114; Rahim, dkk., 2017:35; Ritonga, 2018:6). Kondisi sistem antrian pembuatan SIUP ini dapat dimodelkan dan dianalisis dengan menggunakan aljabar max-plus.

Aljabar max-plus merupakan suatu struktur aljabar dimana himpunan semua bilangan real $R \cup \{-\infty\}$ dilengkapi dengan operasi max dan plus (Farlow, 2011:1). Aljabar max-plus dapat digunakan untuk memodelkan dan menganalisis secara aljabar berbagai masalah dalam sistem jaringan kereta api, penjadwalan dalam jaringan kerja, sistem produksi sederhana, dan jaringan antrian (Ruditho, 2016:1). Beberapa peneliti telah menggunakan aljabar max-plus dalam memodelkan dan menganalisis penjadwalan kereta api komuter di DAOP VI Yogyakarta (Radityani, 2016), memodelkan antrian sistem pelayanan pasien rawat jalan di rumah sakit Al Huda Genteng (Hardiyanti, dkk., 2017), dan memodelkan sistem antrian lalu lintas dengan satu underpass di Yogyakarta (Hurit & Ruditho, 2019).

Berdasarkan pembahasan di atas, penulis tertarik untuk memodelkan sistem antrian pembuatan SIUP Bahan Berbahaya dengan menggunakan aljabar max-plus. Dalam pemodelan ini, penulis juga menggunakan petri net untuk merepresentasikan alur proses pembuatan SIUP Bahan Berbahaya. Model yang dihasilkan ini dapat digunakan untuk menganalisa perilaku dan kestabilan pada sistem antrian pembuatan SIUP Bahan Berbahaya.

Metode Penelitian

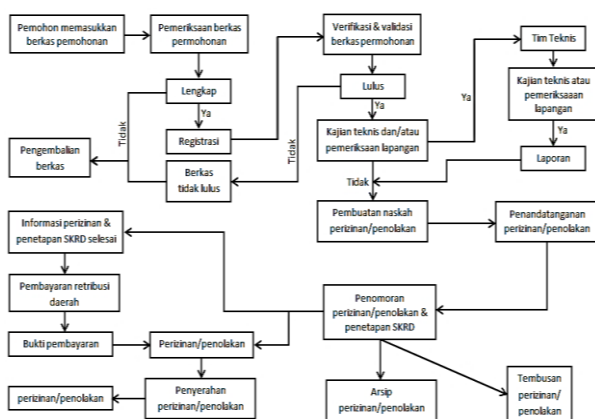
Metode yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah studi literatur. Adapun tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Penulis mempelajari berbagai literatur

yang relevan berupa buku dan jurnal mengenai aljabar max-plus dan penerbitan SIUP Bahan Berbahaya, (2) penulis membuat petri net dari diagram alir pelayanan SIUP yang digambarkan dengan menggunakan aplikasi CPN Tools, (3) penulis memodelkan bentuk aljabar max-plus dari petri net, dan (4) penulis menentukan suatu matriks dari model aljabar max-plus tersebut.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Proses Pelayanan Penerbitan SIUP

Secara umum proses penerbitan SIUP di tiap daerah tidak jauh berbeda karena secara keseluruhan mengacu pada dasar hukum penerbitan SIUP yang tertera pada Peraturan Menteri Perdagangan Republik Indonesia Nomor 46/M-DAG/PER/9/2009. Adapun ketentuan tata cara penerbitan SIUP Bahan Berbahaya dapat dirangkum dan disajikan dalam diagram alir (Anshar, 2016:13) seperti pada Gambar 1 dengan asumsi bahwa pemohon sudah mengetahui informasi persyaratan pembuatan SIUP.



Gambar 1. Alur Proses Pelayanan Penerbitan SIUP Bahan Berbahaya

Berdasarkan diagram alir pada Gambar 1 dapat dijelaskan prosedur

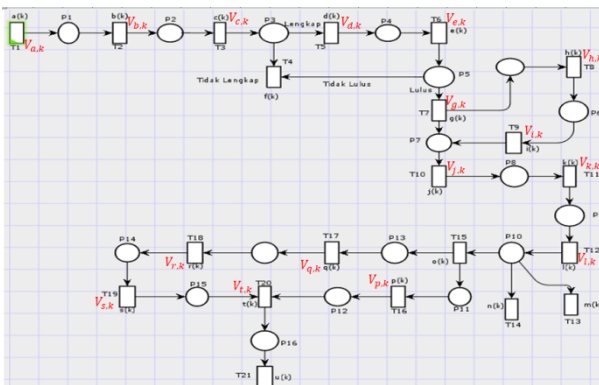
penerbitan SIUP Bahan Berbahaya sebagai berikut.

1. Pemohon memasukkan berkas persyaratan pada loket pendaftaran.
2. Jika berkas persyaratan pemohon lengkap, maka akan dilanjutkan untuk diregistrasi oleh petugas namun jika tidak lengkap, berkas akan dikembalikan kepada pemohon.
3. Setelah proses registrasi, berkas persyaratan akan diverifikasi dan divalidasi. Jika lulus, maka akan dilakukan kajian teknis dan/atau pemeriksaan lapangan oleh tim teknis. Setelah dilakukan pemeriksaan lapangan, tim teknis akan memberikan laporan. Namun jika tidak lulus, berkas permohonan tersebut akan dikembalikan kepada pemohon.
4. Setelah kajian teknis, dilanjutkan pembuatan naskah perizinan/penolakan yang akan ditandatangani oleh tim teknis.
5. Setelah naskah perizinan/penolakan ditandatangani oleh tim teknis, berkas akan diberikan penomoran perizinan/penolakan dan penetapan SKRD.
6. Dalam proses penomoran perizinan/penolakan dan penetapan SKRD akan diberikan tembusan perizinan/penolakan kepada tim teknis dan dibuatkan arsip perizinan/penolakan tersebut.
7. Bagi pemohon yang mendapat perizinan akan diberikan informasi jika perizinan dan penetapan SKRD telah selesai sehingga pemohon dapat melakukan pembayaran retribusi daerah di loket pembayaran. Namun, bagi pemohon yang mendapatkan

- penolakan akan langsung diberikan berkas penolakan.
8. Setelah melakukan pembayaran retribusi daerah, pemohon akan menerima bukti pembayaran retribusi daerah sebagai bukti yang akan dibawa pemohon ketika mengambil berkas perizinan.
 9. Penyerahan perizinan/penolakan kepada pemohon.
 10. Pemohon mendapatkan perizinan/penolakan.

Model Aljabar Max-plus

Menurut Subiono (2015:150), pada petri net terdapat dua peubah yang digunakan dalam proses pemodelan aljabar max-plus suatu sistem antrian yaitu peubah waktu dan peubah yang menunjukkan lama waktu. Bentuk petri net pada sistem antrian pelayanan penerbitan SIUP Bahan Berbahaya ditunjukkan pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Petri Net dengan Waktu pada Sistem Pelayanan Penerbitan SIUP Bahan Berbahaya

Keterangan peubah-peubah yang menunjukkan waktu:

- $a(k)$ = Waktu kedatangan pemohon membawa surat permohonan pada saat ke- k
- $b(k)$ = Waktu pemohon memasukkan berkas

- permohonan saat ke- k
- $c(k)$ = Waktu pemeriksaan kelengkapan berkas permohonan saat ke- k
- $d(k)$ = Waktu berkas pemohon menuju tempat registrasi saat ke- k
- $e(k)$ = Waktu berkas menuju tempat verifikasi dan validasi saat ke- k
- $f(k)$ = Waktu pengembalian berkas permohonan yang tidak lengkap saat ke- k
- $g(k)$ = Waktu kajian teknis saat ke- k
- $h(k)$ = Waktu pemeriksaan lapangan oleh Tim Teknis saat ke- k
- $i(k)$ = Waktu pembuatan laporan tentang pemeriksaan lapangan saat ke- k
- $j(k)$ = Waktu pembuatan naskah perizinan/penolakan saat ke- k
- $k(k)$ = Waktu berkas perizinan/penolakan menuju OPN Teknis untuk ditandatangani saat ke- k
- $l(k)$ = Waktu berkas perizinan/penolakan menuju ruang proses untuk dilakukan penomoran perizinan/penolakan dan penetapan SKRD saat ke- k
- $m(k)$ = Waktu tembusan perizinan/penolakan saat ke- k
- $n(k)$ = Waktu arsip perizinan/penolakan saat ke- k
- $o(k)$ = Waktu pemberian informasi perizinan/penolakan kepada pemohon saat ke- k
- $p(k)$ = Waktu pemohon mendapatkan informasi penolakan saat ke- k
- $q(k)$ = Waktu pemohon mendapatkan informasi perizinan saat ke- k
- $r(k)$ = Waktu pemohon menuju loket pembayaran untuk melakukan pembayaran retribusi daerah saat ke- k
- $s(k)$ = Waktu pemohon mendapatkan bukti pembayaran saat ke- k
- $t(k)$ = Waktu penyerahan perizinan/penolakan kepada pemohon

saat ke- k
 $u(k)$ = Waktu pemohon mendapatkan surat perizinan/penolakan saat ke- k

Keterangan peubah-peubah yang menunjukkan lama waktu:

- $v_{a,k}$ = Lama kedatangan pemohon membawa surat permohonan saat ke- k
- $v_{b,k}$ = Lama pemohon memasukkan berkas permohonan saat ke- k
- $v_{c,k}$ = Lama pemeriksaan kelengkapan berkas permohonan saat ke- k
- $v_{d,k}$ = Lama berkas pemohon menuju tempat registrasi saat ke- k
- $v_{e,k}$ = Lama berkas menuju tempat verifikasi dan validasi saat ke- k
- $v_{g,k}$ = Lama kajian teknis saat ke- k
- $v_{h,k}$ = Lama pemeriksaan lapangan oleh Tim Teknis saat ke- k
- $v_{i,k}$ = Lama pembuatan laporan tentang pemeriksaan lapangan saat ke- k
- $v_{j,k}$ = Lama pembuatan naskah perizinan/penolakan saat ke- k
- $v_{k,k}$ = Lama berkas perizinan/penolakan menuju OPN Teknis untuk ditandatangani saat ke- k
- $v_{l,k}$ = Lama berkas perizinan/penolakan menuju ruang proses untuk dilakukan penomoran perizinan/penolakan dan penetapan SKRD saat ke- k
- $v_{p,k}$ = Lama pemohon mendapatkan informasi penolakan saat ke- k
- $v_{q,k}$ = Lama pemohon mendapatkan informasi perizinan saat ke- k
- $v_{r,k}$ = Lama pemohon menuju loket pembayaran untuk melakukan pembayaran retribusi daerah saat ke- k
- $v_{s,k}$ = Lama pemohon mendapatkan bukti pembayaran saat ke- k

$v_{t,k}$ = Lama penyerahan perizinan/penolakan kepada pemohon saat ke- k

Berdasarkan Gambar 2, maka diperoleh model aljabar max-plus dengan waktu sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 a(k) &= V_{a,k} \otimes a(k-1) \\
 b(k) &= V_{b,k} \otimes a(k) \\
 c(k) &= b(k) \oplus c(k-1) \\
 d(k) &= V_{c,k} \otimes V_{d,k} \otimes c(k) \\
 e(k) &= V_{e,k} \otimes d(k) \\
 f(k) &= c(k) \\
 g(k) &= e(k) \oplus g(k-1) \\
 h(k) &= V_{g,k} \otimes g(k) \oplus h(k-1) \\
 i(k) &= V_{h,k} \otimes h(k) \oplus i(k-1) \\
 j(k) &= V_{i,k} \otimes i(k) \oplus j(k-1) \\
 k(k) &= V_{k,k} \otimes j(k) \oplus k(k-1) \\
 l(k) &= V_{l,k} \otimes k(k) \oplus l(k-1) \\
 m(k) &= l(k) \\
 n(k) &= l(k) \\
 o(k) &= l(k) \\
 p(k) &= V_{p,k} \otimes o(k) \\
 q(k) &= V_{q,k} \otimes o(k) \\
 r(k) &= V_{r,k} \otimes q(k) \\
 s(k) &= V_{s,k} \otimes r(k) \oplus s(k-1) \\
 t(k) &= V_{t,k} \otimes s(k) \oplus t(k-1)
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, penulis memperoleh matriks aljabar max-plus dengan waktu sebagai berikut.

$$\begin{pmatrix} a(k) \\ c(k) \\ g(k) \\ h(k) \\ i(k) \\ j(k) \\ k(k) \\ l(k) \\ s(k) \\ t(k) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_1 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ C_1 & C_2 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ G_1 & G_2 & G_3 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ H_1 & H_2 & H_3 & H_4 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ I_1 & I_2 & I_3 & I_4 & I_5 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ J_1 & J_2 & J_3 & J_4 & J_5 & J_6 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ K_1 & K_2 & K_3 & K_4 & K_5 & K_6 & K_7 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ L_1 & L_2 & L_3 & L_4 & L_5 & L_6 & L_7 & L_8 & \varepsilon & \varepsilon \\ S_1 & S_2 & S_3 & S_4 & S_5 & S_6 & S_7 & S_8 & S_9 & \varepsilon \\ T_1 & T_2 & T_3 & T_4 & T_5 & T_6 & T_7 & T_8 & T_9 & T_{10} \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} a(k-1) \\ c(k-1) \\ g(k-1) \\ h(k-1) \\ i(k-1) \\ j(k-1) \\ k(k-1) \\ l(k-1) \\ s(k-1) \\ t(k-1) \end{pmatrix}$$

Andaikan diberikan nilai dari beberapa peubah seperti berikut ini.

$V_{a,k} = 50, V_{b,k} = 40, V_{c,k} = 200, V_{d,k} = 150, V_{e,k} = 180, V_{g,k} = 400, V_{h,k} = 700, V_{i,k} = 300, V_{k,k} = 250, V_{l,k} = 150, V_{r,k} = 60, V_{q,k} = 30, V_{s,k} = 20$, dan $V_{t,k} = 20$, maka akan diperoleh nilai $a(k), c(k), g(k), h(k), i(k), j(k), k(k), l(k), s(k)$, dan $t(k)$ berdasarkan operasi aljabar max-plus seperti berikut ini.

$$\begin{aligned} a(k) &= V_{a,k} \otimes a(k-1) \\ &= 50 \otimes a(k-1). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c(k) &= b(k) \oplus c(k-1), \text{ dengan } b(k) = \\ &V_{b,k} \otimes a(k) \\ &= (V_{b,k} \otimes a(k)) \oplus c(k-1), \\ &= (V_{b,k} \otimes (50 \otimes a(k-1))) \oplus \\ &c(k-1), \\ &= (40 \otimes (50 \otimes a(k-1))) \oplus \\ &c(k-1), \\ &= (90 \otimes a(k-1)) \oplus c(k-1). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d(k) &= V_{c,k} \otimes V_{d,k} \otimes c(k) \\ &= V_{c,k} \otimes V_{d,k} \otimes (90 \otimes a(k-1)) \\ &\oplus c(k-1), \\ &= 200 \otimes 150 \otimes (90 \otimes a(k-1)) \\ &\oplus c(k-1), \\ &= 350 \otimes (90 \otimes a(k-1)) \\ &\oplus c(k-1), \\ &= (350 \otimes 90 \otimes a(k-1)) \\ &\oplus (350 \otimes c(k-1)), \\ &= (440 \otimes a(k-1)) \\ &\oplus (350 \otimes c(k-1)). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e(k) &= V_{e,k} \otimes d(k) \\ &= V_{e,k} \otimes (440 \otimes a(k-1)) \\ &\oplus (350 \otimes c(k-1)), \\ &= (V_{e,k} \otimes 440 \otimes a(k-1)) \\ &\oplus (V_{e,k} \otimes 350 \otimes c(k-1)), \\ &= (180 \otimes 440 \otimes a(k-1)) \\ &\oplus (180 \otimes 350 \otimes c(k-1)), \\ &= (620 \otimes a(k-1)) \end{aligned}$$

$$\oplus (530 \otimes c(k-1)).$$

$$\begin{aligned} f(k) &= c(k), \\ &= (90 \otimes a(k-1)) \oplus c(k-1). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g(k) &= e(k) \oplus g(k-1), \\ &= (620 \otimes a(k-1)) \\ &\oplus (530 \otimes c(k-1)) \oplus g(k-1). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h(k) &= V_{g,k} \otimes g(k) \oplus h(k-1), \\ &= (1020 \otimes a(k-1)) \\ &\oplus (930 \otimes c(k-1)) \\ &\oplus (400 \otimes g(k-1)) \oplus h(k-1). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} i(k) &= V_{h,k} \otimes h(k) \oplus i(k-1), \\ &= (1720 \otimes a(k-1)) \\ &\oplus (1630 \otimes c(k-1)) \\ &\oplus (1100 \otimes g(k-1)) \\ &\oplus (700 \otimes h(k-1)) \\ &\oplus i(k-1). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} j(k) &= V_{i,k} \otimes i(k) \oplus j(k-1), \\ &= (2020 \otimes a(k-1)) \\ &\oplus (1930 \otimes c(k-1)) \\ &\oplus (1400 \otimes g(k-1)) \\ &\oplus (1000 \otimes h(k-1)) \\ &\oplus (300 \otimes i(k-1)) \oplus j(k-1). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k(k) &= V_{k,k} \otimes j(k) \oplus k(k-1), \\ &= (2270 \otimes a(k-1)) \\ &\oplus (2180 \otimes c(k-1)) \\ &\oplus (1650 \otimes g(k-1)) \\ &\oplus (1250 \otimes h(k-1)) \\ &\oplus (550 \otimes i(k-1)) \\ &\oplus (250 \otimes j(k-1)) \oplus k(k-1). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} l(k) &= V_{l,k} \otimes k(k) \oplus l(k-1), \\ &= (2420 \otimes a(k-1)) \\ &\oplus (2330 \otimes c(k-1)) \\ &\oplus (1800 \otimes g(k-1)) \\ &\oplus (1400 \otimes h(k-1)) \\ &\oplus (700 \otimes i(k-1)) \\ &\oplus (400 \otimes j(k-1)) \\ &\oplus (150 \otimes k(k-1)) \oplus l(k-1). \end{aligned}$$

$$r(k) = V_{r,k} \otimes q(k), \text{ dengan } q(k) = V_{q,k} \otimes o(k)$$

$$= V_{r,k} \otimes (V_{q,k} \otimes o(k)), \text{ dengan } o(k) = l(k)$$

$$\begin{aligned} &= (2510 \otimes a(k-1)) \\ &\oplus (2420 \otimes c(k-1)) \\ &\oplus (1890 \otimes g(k-1)) \\ &\oplus (1490 \otimes h(k-1)) \\ &\oplus (790 \otimes i(k-1)) \\ &\oplus (490 \otimes j(k-1)) \\ &\oplus (240 \otimes k(k-1)) \\ &\oplus (90 \otimes l(k-1)). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s(k) &= V_{s,k} \otimes r(k) \oplus s(k-1), \\ &= (2530 \otimes a(k-1)) \\ &\oplus (2440 \otimes c(k-1)) \\ &\oplus (1910 \otimes g(k-1)) \\ &\oplus (1510 \otimes h(k-1)) \\ &\oplus (810 \otimes i(k-1)) \\ &\oplus (510 \otimes j(k-1)) \\ &\oplus (260 \otimes k(k-1)) \\ &\oplus (110 \otimes l(k-1)) \oplus s(k-1). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t(k) &= V_{t,k} \otimes s(k) \oplus t(k-1), \\ &= (2550 \otimes a(k-1)) \\ &\oplus (2460 \otimes c(k-1)) \\ &\oplus (1930 \otimes g(k-1)) \\ &\oplus (1530 \otimes h(k-1)) \\ &\oplus (830 \otimes i(k-1)) \\ &\oplus (530 \otimes j(k-1)) \\ &\oplus (280 \otimes k(k-1)) \\ &\oplus (130 \otimes l(k-1)) \\ &\oplus (20 \otimes s(k-1)) \oplus t(k-1). \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai $a(k), c(k), g(k), h(k), i(k), j(k), k(k), l(k), s(k)$, dan $t(k)$ yang telah diperoleh di atas, maka penulis

memperoleh matriks aljabar max-plus sebagai berikut.

$$\begin{array}{l} \begin{array}{l} a(k) \\ c(k) \\ g(k) \\ h(k) \\ i(k) \\ j(k) \\ k(k) \\ l(k) \\ s(k) \\ t(k) \end{array} = \begin{array}{cccccccccccc} 50 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ 90 & 0 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ 620 & 530 & 0 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ 1020 & 930 & 400 & 0 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ 1720 & 1630 & 1100 & 700 & 0 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ 2020 & 1930 & 1400 & 1000 & 300 & 0 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ 2270 & 2180 & 1650 & 1250 & 550 & 250 & 0 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ 2420 & 2330 & 1800 & 1400 & 700 & 400 & 150 & 0 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ 2530 & 2440 & 1910 & 1510 & 810 & 510 & 260 & 110 & 0 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ 2550 & 2460 & 1930 & 1530 & 830 & 530 & 280 & 130 & 20 & 0 & \varepsilon & \varepsilon \end{array} \otimes \begin{array}{l} a(k-1) \\ c(k-1) \\ g(k-1) \\ h(k-1) \\ i(k-1) \\ j(k-1) \\ k(k-1) \\ l(k-1) \\ s(k-1) \\ t(k-1) \end{array} \end{array}$$

Dengan demikian, penulis memperoleh suatu matriks sebagai hasil dari pemodelan sistem antrian pada pembuatan SIUP Bahan Berbahaya dengan menggunakan aljabar max-plus.

Simpulan

Sistem pelayanan penerbitan SIUP Bahan Berbahaya dapat dimodelkan dengan menggunakan aljabar max-plus. Pemodelan ini menghasilkan suatu matriks dari suatu keadaan tertentu. Matriks tersebut dapat digunakan untuk menganalisa perilaku dan kestabilan jaringan sistem antrian pelayanan penerbitan SIUP Bahan Berbahaya.

Saran

Bagi peneliti selanjutnya dapat menganalisa model aljabar max-plus dari sistem antrian pelayanan penerbitan SIUP Bahan Berbahaya ini.

Daftar Pustaka

- Anshar, I. (2016). *PPT Sektor Dinas Perindustrian dan Perdagangan*. Diakses tanggal 29 April 2019 dari <http://slideplayer.info/slide/3659949/>:
- Farlow, K.G. (2009). *Max-Plus Algebra*. Master's Thesis submitted to the Faculty

of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg.

- Hardiyanti, S.A., Yuniwati, I., & Yustita, A.D. (2017). Bentuk petri net dan model aljabar max plus pada sistem pelayanan pasien rawat jalan Rumah Sakit Al Huda Genteng, Banyuwangi. *Unisda Journal of Mathematics and Computer Science*, 3 (2), 1–8.
- Hilda, Kaseng, S., & Saleh, H.H.M. (2018). Analisis antrian pelayanan nasabah pada PT Bank Syariah Mandiri Cabang Bungku. *Jurnal Ilmu Manajemen Universitas Tadulako*, 4 (3), 201-210.
- Hurit, R.U. & Rudhito, A. (2019). Max-plus algebraic modeling of three crossroad traffic queue systems with one underpass. *Journal of Physics*, 1307 (1), Article ID 012013.
- Lesmana, R.A. (2016). Mekanisme pelayanan Surat Izin Usaha Perdagangan (SIUP) pada Badan Pelayanan Perizinan Terpadu Satu Pintu (BPPTSP) Kota Samarinda. *eJournal Administrasi Negara*, 4 (2), 4107-4118.
- Peraturan Menteri Perdagangan Republik Indonesia Nomor 46/M-DAG/PER/9/2009 Tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Perdagangan Nomor 36/M-DAG/PER/9/2007 Tentang Penerbitan Penerbitan Surat Izin Usaha Perdagangan (SIUP).
- Radityani, S.L.R. (2016). Pemodelan jaringan dan analisa penjadwalan kereta api komuter di DAOP VI Yogyakarta dengan menggunakan aljabar max-plus. *Skripsi*, tidak dipublikasikan. Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
- Rahim, A., Hasbullah, & Mansur, S. (2017). Kualitas pelayanan pembuatan Surat Izin Usaha Perdagangan (Siup) pada Badan Pelayanan Perizinan Terpadu dan Penanaman Modal Kabupaten Donggala. *Jurnal Katalogis*, 5 (11), 25-35.
- Ritonga, A.P.S. (2018). Kinerja pelayanan publik dalam penerbitan SIUP di Dinas Penanaman Model dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu. *Skripsi*, tidak dipublikasikan. Universitas Sumatra Utara.
- Rudhito, M.A. (2016). *Aljabar max plus dan penerapannya*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma Press.
- Sihotang, E. (2015). Tindakan hukum terhadap pelanggaran izin usaha perdagangan. *Jurnal Hukum Undiknas*, 2 (2), 103-116.
- Subiono. (2015). *Aljabar min-max plus dan terapannya*. Jurusan Matematika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Urmilasari, E., Rusli, A.M., & Irwan, A.L. (2013). Analisis pelayanan perizinan di badan perizinan terpadu dan penanaman modal Kota Makassar. *Government: Jurnal Ilmu Pemerintahan*, 6 (1), 49-60.
- Wijaya. (2015). Kewenangan pemerintah daerah dalam penerbitan surat izin usaha perdagangan di Kota Palu. *Jurnal Ilmu Hukum Legal Opinion*, 3 (5), 1-10.