



Penerapan Petri Net Pada Layanan Antrian di SPBU Kota Gorontalo

Siti Maryam Barham^{1*}, Lailany Yahya, Muhammad Rezky Friesta Payu³, Nurwan⁴

^{1,2,4}Program Studi Matematika, Universitas Negeri Gorontalo, Bone Bolango 96554, Indonesia

³Program Studi Statistika, Universitas Negeri Gorontalo, Bone Bolango 96554, Indonesia

Info Artikel

*Penulis Korespondensi.
Email: iyambarham@gmail.com

Submit: 27 Juni 2023
Direvisi: 24 Agustus 2023
Disetujui: 29 Agustus 2023



Under the licence
CC BY-NC-SA 4.0

Diterbitkan oleh:



Copyright ©2023 by Author(s)

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menerapkan model petri net untuk layanan antrian SPBU kota Gorontalo. Subjek yang menjadi fokus penelitian adalah SPBU Jalan jendral sudirman. Hasil yang didapatkan pada penerapan ini yaitu 11 place dan 11 transisi, model representasi matriks dan model converability tree.

Kata Kunci: Petri Net; Layanan Antrian; SPBU

Abstract

This study aims to apply Petri Net for queuing services for gas stations in the city of Gorontalo. The subject that became the focus of the research was the Jalan Jendral Sudirman gas station. The results obtained in this application are 11 places and 11 transitions, matrix representation of model and the converability tree model.

Keywords: Petri Net; Queuing Services; SPBU

1. Pendahuluan

Antrian merupakan salah satu permasalahan dalam transportasi yang sering dihadapi oleh negara – negara yang telah maju dan juga oleh negara yang sedang berkembang seperti Indonesia. Permasalahan tersebut dapat memperburuk kondisi lalu lintas disimpang jalan yang mengambil sebagian pada badan jalan. Kondisi seperti ini dapat terjadi misalnya pada saat tidak adanya pasokan bahan bakar dan keterlambatan supply bahan bakar sehingga terjadi antrian panjang. Antrian juga terjadi bilamana banyaknya pelanggan yang akan dilayani melebihi kapasitas layanan yang tersedia. Sistem tersebut seringkali dan hampir terlihat setiap hari. Sistem antrian merupakan salah satu perilaku sistem event diskrit. Sistem event diskrit adalah sistem dimana variable-variabelnya dapat dihitung pada saat tertentu.

Permasalahan antrian banyak terjadi pada tempat-tempat umum, salah satunya adalah di SPBU (Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum). Para pengguna kendaraan bermotor dari tahun ke tahun mengalami peningkatan, yang tentunya dibarengi oleh peningkatan penggunaan bahan bakar. Di Kota Gorontalo terdapat 11 SPBU yang tersebar di beberapa tempat. SPBU yang sering terjadi antrian panjang di antaranya SPBU yang terdapat di Jalan Jendral Sudirman. Seiring dengan kemajuan zaman disegala sektor yang menyebabkan keinginan pelanggan yang sama saat ingin memenuhi kebutuhan akan bahan bakar pada saat-saat tertentu dapat menyebabkan masalah antrian, karena jumlah fasilitas yang kurang untuk memenuhi pelayanan pengguna sepeda motor. Akibat dari kurang optimalnya pelayanan pada antrian penggunaan sepeda motor, terlihat beberapa konsumen merasa kurang nyaman karena antrian yang panjang.

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode Petri Net. Petri Net merupakan suatu alat bantu untuk mempelajari sistem. Dengan menggunakan teori Petri Net maka suatu sistem dapat

dimodelkan menjadi suatu Jaringan Petri, yang merupakan representasi matematika dari sistem tersebut. Dengan melakukan analisis dari Jaringan Petri tersebut diharapkan dapat diperoleh informasi penting tentang struktur dan perilaku yang dinamis dari sistem yang dimodelkan dan mengusulkan peningkatan-peningkatan serta perubahan-perubahan yang diperlukan. Menurut (Cassandras & Lafortune, 2008) Petri net merupakan graf bipartisi yang terdiri dari dua himpunan P (place) dan T (transisi). Petri net graph juga memiliki struktur multigraph yang menggunakan beberapa arc untuk menghubungkan dua simpul (node) atau ekuivalen dengan memberikan bobot ke setiap arc yang menyatakan banyaknya jumlah arc. Petri Net dinotasikan dengan (P, T, A, w) , dengan

P : himpunan berhingga *place*, $P = p_1, p_2, \dots, p_n$,

T : himpunan berhingga transisi, $T = t_1, t_2, \dots, t_n$,

A : Himpunan arc, $A \subseteq (PxT) \cup (TxP)$,

W : Fungsi bobot, $w : A \rightarrow (1, 2, 3, \dots)$.

Untuk membahas representasi Petri Net secara grafik dinotasikan $I(t_j)$ dan $O(t_j)$ yang masing-masing himpunan nya *place* masukan dan keluaran untuk transisi t_j . Secara matematis dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$I(t_j) = (p_i : (p_i, t_j) \in A)$$

$$O(t_j) = (p_i : (t_j, p_i) \in A)$$

Kajian tentang petri net dapat ditemukan pada [1-3]. Beberapa peneliti yang berkaitan dengan penerapan petri net antara lain Model Antrian Pelayanan Farmasi Menggunakan Petri Net dan Aljabar Max-plus [4], Model Petri Net Antrian Klinik Kesehatan Serta Kajian Dalam Aljabar Max-plus [5], Simulasi Petri Net pada Proses Produksi Susu Fermentasi [6] dan Model Aljabar Max-plus dan Petri Net Pada Sistem Pelayanan Pendaftaran Ujian Akhir Semester [7]. Hasil penelitian ini menunjukkan efektifitas petri net untuk diterapkan pada berbagai bidang, terutama pada kasus yang didalamnya terdapat kasus antrian.

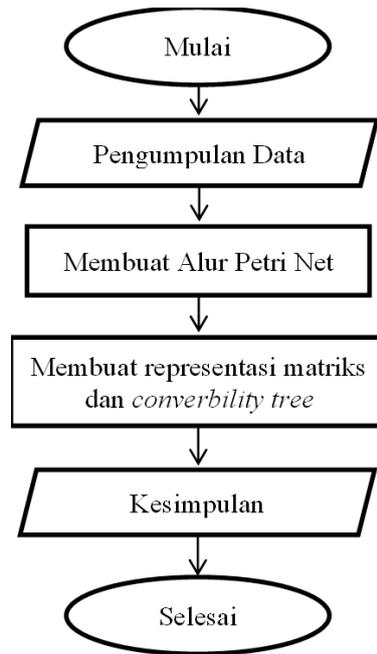
Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan Petri Net untuk layanan antrian SPBU kota Gorontalo. Manfaat penelitian ini menjadi solusi alternatif bagi petugas SPBU dalam menangani masalah antrian dan menjaga kepuasan konsumen terhadap pelayanan salah satu SPBU di Kota Gorontalo.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di SPBU Jln. Jendral Sudirman kecamatan Kota Tengah Kota Gorontalo, menggunakan data primer dengan meninjau dan wawancara secara langsung kepada kepala pengawas SPBU.

Asumsi yang digunakan pada penelitian ini adalah panjang antrian yang tidak terbatas, jenis Kendaraan yang diamati adalah motor dan mobil (semua jenis dan merek), ukuran kendaraan memiliki variasi yang sama untuk setiap jalur layanan, waktu pengamatan di mulai pukul 08:00 - 12:00 WITA selama 3 pekan, waktu kedatangan dihitung konstan berdasarkan rata-rata semua kendaraan bergabung dalam antrian, waktu antrian adalah akumulasi waktu kedatangan dan waktu pelayanan, waktu pelayanan dihitung dari saat petugas SPBU menanyakan volume pengisian hingga transaksi(pembayaran) selesai, jenis bahan yang diamati adalah pertalite, pertamax dan solar, dan tidak ada perpindahan kendaraan antar jalur layanan.

Untuk memperoleh hasil yang tepat maka diperlukan beberapa langkah yang perlu dilakukan. Adapun langkah-langkah yang tersebut disajikan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Terdapat empat langkah pokok pada tahapan penelitian ini, yaitu pertama pengumpulan data hasil penelitian (baik untuk pengisian pertalite, pertamax maupun solar). Pengumpulan data dihitung dari waktu pelayanan, waktu kedatangan dan volume pengisian setiap kendaraan. Tahap kedua dari data yang dikumpulkan akan dibuat model alur Petri Net. Tahap ketiga dari alur Petri Net akan dibuat representasi matriksnya dan model *converbilitiy tree*. Dan tahap ke empat menyimpulkan semua hasil penelitiannya.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini dijelaskan mengenai model petri net dari salah satu layanan publik yang melibatkan antrian yaitu layanan antrian di SPBU kota Gorontalo.

3.1 Analisis Layanan Antrian di SPBU Kota Gorontalo

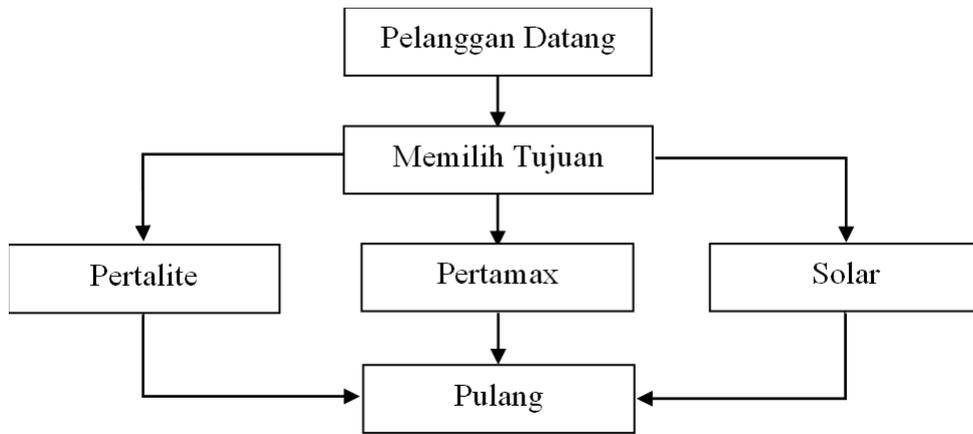
Berdasarkan wawancara yang dilakukan dengan kepala pengawas SPBU, bahwa SPBU yang terletak di Jalan Jendral Sudirman ini berdiri dari tahun 2013 sampai dengan sekarang yang terdiri dari 19 orang karyawan dimana 15 orang operator yang tugasnya melayani pelanggan yang akan mengisi BBM dan admin 4 orang yang tugasnya mencatat pengeluaran dan pemasukan BBM setiap harinya.

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan diperoleh bahwa rata-rata menunggu antrian lebih lama dibandingkan dengan saat waktu dilayani sampai melakukan transaksi terletak (lampiran 2, 3 dan 4). Hal ini dikarenakan antrian yang setiap saat bertambah sedangkan pada saat melayani hanya membutuhkan kurang lebih dari lima menit.

Pada bagian ini akan dijelaskan model antrian SPBU adalah sebagai berikut:

1. Pelanggan datang, memilih tujuan pengisian yang akan dilakukan yaitu ke pertalite, pertamax atau solar.
2. Memasuki antrian sesuai tujuan yang akan diisi.
3. Operator memanggil pelanggan sesuai antrian untuk pengisian.
4. Apabila pelanggan selesai melakukan transaksi maka akan keluar.

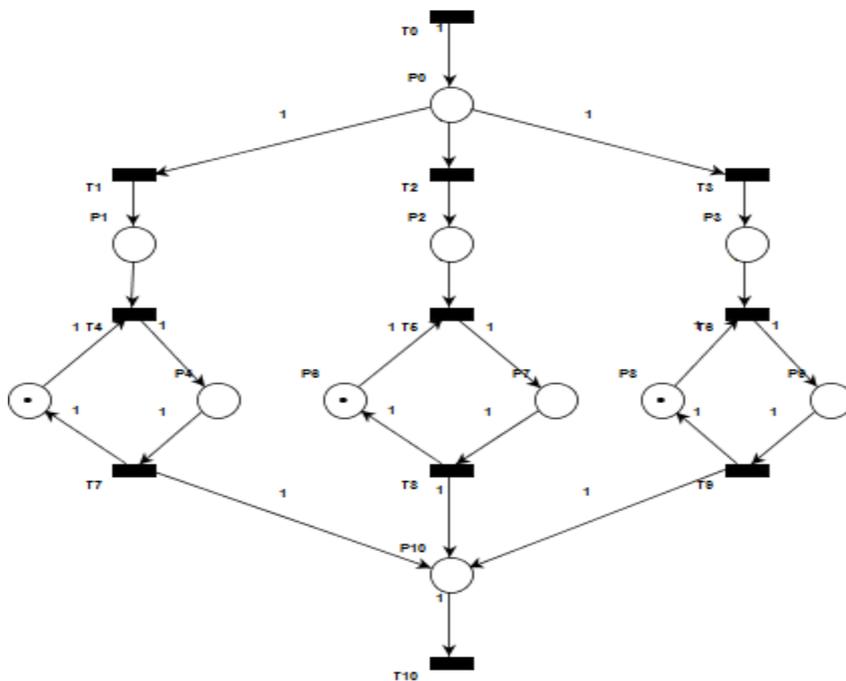
Alur layanan antrian di SPBU kota Gorontalo diilustrasikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur layanan antrian di SPBU kota Gorontalo

3.2 Model Jaringan Petri Net layanan Antrian di SPBU Kota Gorontalo

Dari hasil analisis layanan antrian di SPBU kota Gorontalo dapat dimodelkan dengan *software pipev4.3.0* untuk memperoleh jaringan Petri Net. Model Petri Net dari layanan antrian di SPBU kota Gorontalo seperti pada Gambar 3 yang terdiri dari 11 *place* dan 11 *transisi*.



Gambar 3. Model Petri Net Sistem ANtrian di SPBU

Berdasarkan pada Gambar 3, petri net terdiri dari himpunan *transisi* dan *place*.

Place

- P0 Kedatangan
- P1 Antrian pada pertalite
- P2 Antrian pada pertamax
- P3 Antrian pada solar
- P4 Dilayani operator pertalite
- P5 Idle pada operator pertalite

- P6 Idle pada operator pertamax
- P7 Dilayani operator pertamax
- P8 Idle pada operator solar
- P9 Dilayani operator solar
- P10 Selesai dilayani

Transisi

- $a(k)$ Kondisi pelanggan datang
- $b(k)$ Kondisi antri pada pertalite
- $c(k)$ Kondisi antri pada pertamax
- $d(k)$ Kondisi antri pada solar
- $e(k)$ Mulai dilayani operator pertalite
- $f(k)$ Mulai dilayani operato pertamax
- $g(k)$ Mulai dilayani operator solar
- $h(k)$ Selesai dilayani operator pertalite
- $i(k)$ Selesai dilayani operator pertamax
- $j(k)$ Selesai dilayani operator solar
- $l(k)$ Keluar

Berdasarkan pada Gambar 2, ada 3 *place* terisi token yang menyatakan bahwa pelayanan harus selalu siap dan *place* yang tidak terisi token menyatakan belum melakukan pelayanan sampai waktu yang ditentukan. Dari model Petri Net yang diperlihatkan terdapat transisi $a(k)$ yang selalu enable, sehingga apabila transisi $a(k)$ *difire* maka token akan selalu bertambah pada *place* P0.

3.3 Model Matematika dalam Bentuk Representasi Matriks

Untuk mempresentasikan Petri Net dalam bentuk matriks yang dinyatakan dalam matriks *incidence*. Ada dua matriks *incidence* yaitu matriks *forwards incidence* dan matriks *backward incidence*. Elemen matriks *forwards incidence* adalah bobot *arc* yang menghubungkan transisi ke *place* dan elemen matriks *backward incidence* adalah bobot *arc* yang menghubungkan *place* ke transisi. Representasi dalam bentuk matriks *incidence* adalah sebagai berikut :

3.3.1 Matriks *forwards incidence* (A_f)

$$A_f = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

3.3.2 Matriks *backwards incidence* (A_b)

$$A_b = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Keadaan awal Petri Net dari Gambar 2 adalah $m_0 = (0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0)$. Transisi $a(k)$ *enable* karena memenuhi $m_0 \geq A_b(:,0)$. Untuk matriks *incidence* akan dihasilkan dari persamaan $A = A_f - A_b$ dan menghasilkan matriks *incidencenya* sebagai berikut:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

Untuk menentukan keadaan berikutnya maka digunakan persamaan : $m_1 = m_0 + U$ dengan U menyatakan vektor kolom yang mempunyai elemen sebanyak m yaitu diperoleh dari kolom matriks identitas.

3.4 Model Coverability Tree

Untuk membangun *Coverability Tree* pada Gambar 2, terlebih dulu ditentukan *node root* dari Petri Net yaitu keadaan awal

$$m_0 = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]^T$$

Keadaan ini menandakan bahwa *place* p_0 belum terisi token sampai transisi $a(k)$ *difire*. Dari model *coverability tree* yang dihasilkan setelah setelah transisi $a(k)$ *difire*, maka *place* p_0 akan terisi satu token sehingga transisi $b(k)$, $c(k)$ dan $d(k)$ menjadi *enable* dan diperoleh

$$m_1 = [1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]^T$$

dan selanjutnya transisi $b(k)$, $c(k)$ dan $d(k)$ *difire* maka token akan berpindah dari *place* p_0 ke *place* p_1 , p_2 dan p_3 dan di peroleh

$$m_2 = [0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]^T$$

$$m_3 = [0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]^T$$

dan

$$m_4 = [0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]^T$$

Untuk keadaan m_2 akan menyebabkan transisi $e(k)$ menjadi *enable*, keadaan m_3 akan menyebabkan transisi $f(k)$ menjadi *enable* sedangkan pada m_4 menyebabkan transisi $g(k)$ menjadi *enable* dan ketika transisi $e(k)$, $f(k)$ dan $g(k)$ difire maka akan menghasilkan

$$m_5 = [0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0]^T$$

$$m_6 = [0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0]^T$$

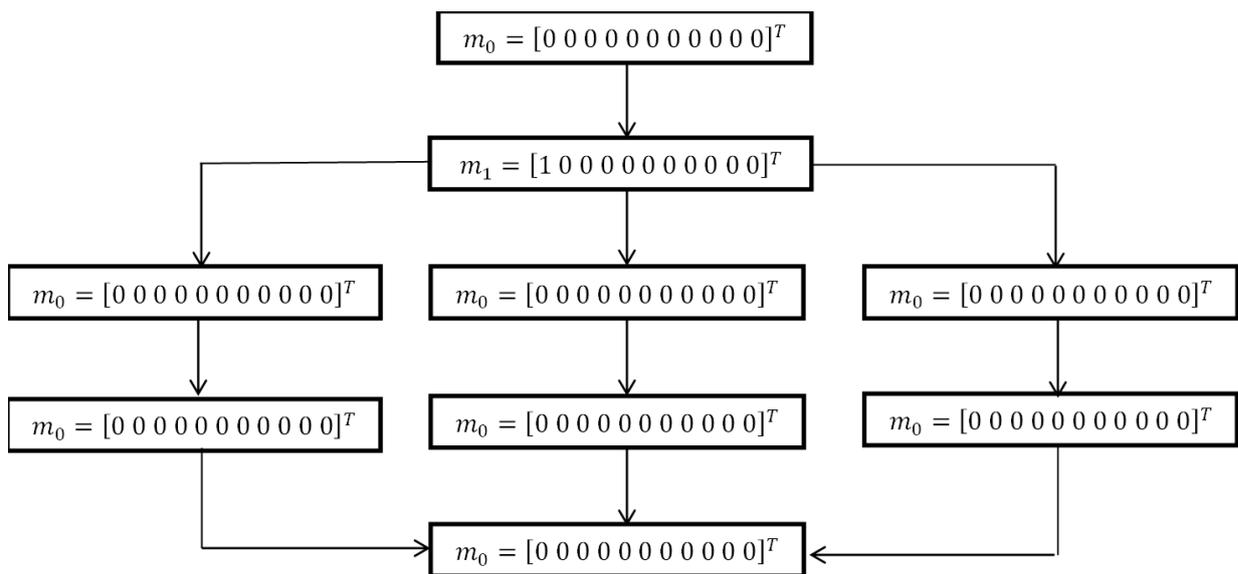
dan

$$m_7 = [0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0]^T$$

Selanjutnya $h(k)$, $i(k)$ dan $j(k)$ menjadi *enable*, dan ketika difire akan memperoleh

$$m_8 = [0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0]^T$$

Dengan demikian transisi $l(k)$ menjadi transisi akhir. *Coverability Tree* dari Model Jaringan Petri Net Layanan Antrian SPBU Kota Gorontalo diilustrasikan pada Gambar 4.



Gambar 4. *Coverability Tree* dari Model Jaringan Petri Net Layanan Antrian SPBU Kota Gorontalo

4. Kesimpulan

Antrian di SPBU Jln. Jendral Sudirman kecamatan kota Tengah kota Gorontalo yang dimodelkan dengan menggunakan petri net terdiri dari 11 place dan 11 transisi. Adapun saran untuk peneliti selanjutnya simulasi dilakukan tidak hanya pada siang hari tetapi pada malam hari juga dan penerapan analisisnya menggunakan Sitem Event Diskrit lainnya dengan perhitungan yang lebih akurat dan aplikatif.

Referensi

- [1] C. G. Cassandras, and S. Lafortune, Introduction to Discrete Event Systems, 2nd Edition, In *IEEE Control Systems*, Vol. 30, 2008. doi: <https://doi.org/10.1109/MCS.2010.938477>
- [2] D. Adzkiya, *Membangun Model Petri Net Lampu Lalulintas dan Simulasinya*. Surabaya: Institut Sepuluh November, 2009.
- [3] S. Subiono, *Aljabar Min-Max-Plus dan Terapannya*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015.

- [4] D. Mustofani dan A. Afif, "Model Antrian Pelayanan Farmasi Menggunakan Petrinet dan Aljabar Max-Plus," *MPM: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, vol. 3, no. 1, pp. 37–42, 2018.
- [5] S. Subiono dan N. Nurwan, "Model Petri Net Antrian Klinik Kesehatan Serta Kajian Dalam Aljabar Max-plus," *Jurnal Matematika FMIPA ITS*, 2010.
- [6] S. R. P. W. Pramesthi, "Simulasi Petri Net pada Proses Produksi Susu Fermentasi," *Vigotsky*, vol. 3, no. 1, pp. 25–36, 2021.
- [7] D. Nurmalitasari, "Model Aljabar Max Plus dan Petri Net Pada Sistem Pelayanan Pendaftaran Ujian Akhir Semester," *AKSIOMA : Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, vol. 9, no. 2, pp. 47–56, 2018. doi: <https://doi.org/10.26877/aks.v9i2.2997>