

SKRIPSI

**PEMODELAN PETRI NET DAN ALJABAR MAX-PLUS
UNTUK ANTRIAN PASIEN DI PUSKESMAS
CEMPAKA PUTIH, JAKARTA PUSAT**



Niko Refotama Putra

NPM: 2016710020

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2022**

FINAL PROJECT

**PETRI NET AND MAX-PLUS ALGEBRA MODELLING FOR
PATIENT QUEUE AT CEMPAKA PUTIH HEALTH CENTER,
CENTRAL JAKARTA**



Niko Refotama Putra

NPM: 2016710020

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

PEMODELAN PETRI NET DAN ALJABAR MAX-PLUS UNTUK ANTRIAN PASIEN DI PUSKESMAS CEMPAKA PUTIH, JAKARTA PUSAT

Niko Refotama Putra

NPM: 2016710020

Bandung, 18 Agustus 2022

Menyetujui,

Pembimbing



Iwan Sugiarto, M.Si.

Ketua Tim Penguji



Farah Kristiani, Ph.D.

Anggota Tim Penguji



Robyn Irawan, M.Sc.

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. Livia Owen

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

PEMODELAN PETRI NET DAN ALJABAR MAX-PLUS UNTUK ANTRIAN PASIEAN DI PUSKESMAS CEMPAKA PUTIH, JAKARTA PUSAT

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal 18 Agustus 2022



Niko Retotama Putra
NPM: 2016710020

ABSTRAK

Puskesmas merupakan salah satu sarana pelayanan kesehatan masyarakat di Indonesia. Sistem pelayanan di puskesmas memiliki beberapa tahapan mulai dari awal hingga berakhirnya pelayanan, pada proses pelayanan di puskesmas terdapat sistem antrian. Salah satu penyebab terdapat antrian ini adalah jumlah pasien yang membutuhkan pelayanan lebih banyak dibandingkan fasilitas yang tersedia di puskesmas. Dalam skripsi ini, puskesmas yang dipilih adalah Puskesmas Cempaka Putih, Jakarta Pusat, karena sistem pelayanan pasien di Puskesmas Cempaka Putih masih menggunakan fasilitas sistem manual untuk mendata pasien yang memerlukan pelayanan. Permasalahan sistem antrian pasien akan dibangun dalam alur Petri Net. Selanjutnya, dari alur Petri Net tersebut akan dibangun model *Coverability Tree* untuk menganalisis apakah seluruh transisi dapat melakukan prosesnya (*Liveness*) dan apakah terdapat satu atau beberapa transisi yang tidak dapat melakukan prosesnya (*Deadlocks*) dari alur Petri Net, kemudian akan dibuat model Aljabar Max-Plusnya. Dari model Aljabar Max-Plus ini diperoleh lama waktu pelayanan dari masing-masing poliklinik sehingga dapat diketahui kapan waktu berakhirnya pelayanan dari masing-masing pasien. Dengan demikian banyaknya pasien yang dilayani per-harinya dapat diatur sehingga pelayanan yang diberikan dapat optimal.

Kata-kata kunci: Puskesmas, Alur Pelayanan, Sistem Antrian, Petri Net, *Coverability Tree*, *Liveness*, *Deadlocks*, Aljabar Max-Plus

ABSTRACT

Puskesmas is one of the public health service facilities in Indonesia. The service system at the puskesmas has several stages from the beginning to the end of the service, in the service process at the puskesmas there is a queuing system. One of the causes of this queue is the number of patients who need more services than the facilities available at the puskesmas. In this final project, the selected puskesmas is Cempaka Putih Health Center, Central Jakarta, because the patient service system at Cempaka Putih Health Center still uses manual system facilities to record patients who need services. The patient queuing system problem will be built in the Petri Net flow. Furthermore, from the Petri Net flow a *Coverability Tree* model will be built to analyze whether all transitions can process (*Liveness*) and whether there are one or more transitions that cannot process (*Deadlocks*) From the Petri Net flow, the Max-Plus Algebra model will then be created. From the Max-Plus Algebra model, the length of service time for each polyclinic can be obtained so that it can be known when the service ends for each patient. Thus the number of patients served per day can be arranged so that the services provided can be optimal.

Keywords: Public Health Service, Service Flow, Queuing System, Petri Net, Coverability Tree, Liveness, Deadlocks, Max-Plus Algebra

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Pemodelan Petri Net dan Aljabar Max-Plus Untuk Antrian Pasien di Puskesmas Cempaka Putih, Jakarta Pusat**.

Skripsi ini penulis persembahkan untuk keluarga yang turut memberikan doa dan semangat. Selain keluarga, tentunya penulisan skripsi ini juga dibantu oleh berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ayah, Bunda, serta adik yang telah memberikan doa, dukungan, semangat, saran, dan bantuan kepada penulis.
2. Bapak Iwan Sugiarto, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, tenaga, saran, kritik, dan masukan bagi penulis.
3. Ibu Farah Kristiani, Ph.D. dan Bapak Robyn Irawan, M.Sc. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran agar skripsi ini menjadi lebih baik.
4. Bapak Liem Chin, M.Si. dan Bapak Dr. Daniel Salim selaku koordinator skripsi yang telah memberi arahan dan saran selama penyusunan skripsi.
5. Bapak Agus Sukmana, Drs., M.Sc. selaku dosen wali yang telah memberikan saran, ilmu, dan arahan selama perkuliahan.
6. Seluruh dosen Program Studi Matematika UNPAR yang telah memberikan ilmu kepada penulis.
7. Seluruh staf Tata Usaha dan pekarya FTIS yang telah membantu penulis selama masa studi.
8. Nitya Salsabila yang selalu memberi semangat dan telah membantu serta menemani penulis selama masa perkuliahan.
9. Teman-teman Sarang Farand: Farand, Gege, Nitya, Aretha, Suryani, dan Agnes yang telah memberi canda dan tawa bagi penulis.
10. Teman-teman Barkos Chang: Fransiskus, Davyindra, Deva, Faza, Isa, Janaka, Leo, Salomo, Alvinda, Nevan, Mutiara, Melia, Raisa, dan Evelyne yang telah memberi kesan selama masa perkuliahan.
11. Farand, Salman, Fransiskus, Deva, Febri, Felix, Irsyad, Rudi, Isa, Wilbert yang telah berbagi ilmu baik secara akademik maupun non-akademik selama masa perkuliahan.
12. Kepada Pengurus Himpunan Program Studi Matematika Tahun 2017/2018 dan 2018/2019 yang telah berbagi cerita dalam susah dan senang serta memberikan pengalaman berorganisasi selama masa perkuliahan.
13. Teman-teman Matematika Universitas Katolik Parahyangan angkatan 2016 (Alvinda, Azka, Aldo, Felix, Salman, Asen, Gege, Avel, Agnes, Suryani, Fanny, Nitya, Nur, Triny, Irsyad, Farand, Nevan, Faza, Muti, Lucas, Febrizio, Ivan, Rudi, Fenny, Davyn, Claresta, Aretha, Deva, Adin, Khema, Bahri, Yohanes, Raisa, Fransiskus, Janaka, Gresel, Enti, Melia, Leo, Lauren, Jessica C., Jessica T., Vheren, Vivian, Isa, Widhiya, Evelyne, Edsel, Salomo, Julius, Stella, Wilbert, Daniel, Bang Yo, Alma) yang telah berbagi ilmu, pengalaman, kenangan dan kebersamaan yang telah dilalui penulis selama berkuliah di UNPAR.
14. Teman-teman Matematika Universitas Katolik Parahyangan angkatan 2014, 2015, 2017, 2018, 2019, 2020 yang turut membantu memberikan ilmu perkuliahan yang tidak dapat penulis sebutkan satupersatu.
15. Teman-teman baru yang dikenal penulis dari awal kuliah seperti saat SIAP, gladi, dan

juga dimasa-masa bertemu dan berkenalan di luar lingkungan perkuliahan yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

16. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu penulis dalam perkuliahan dan penyelesaian skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis dengan terbuka menerima segala kritik dan saran yang membangun agar penulis dapat menjadi lebih baik lagi kedepannya. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan masa perkuliahannya. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan masukan bagi pembaca. Terima Kasih.

Bandung, Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Pembahasan	2
2 LANDASAN TEORI	3
2.1 Aljabar Max-Plus	3
2.1.1 Definisi	3
2.1.2 Sifat-sifat yang memenuhi Aljabar Max-Plus	3
2.2 Operasi Aljabar Max-Plus pada Matriks	4
2.3 Petri net	4
2.3.1 Definisi	4
2.3.2 Petri net adalah 4-tuple (P, T, A, ω)	5
2.3.3 Dinamika Petri net	5
2.3.4 Petri net dalam Matriks	6
3 ALJABAR MAX-PLUS PADA PETRI NET	7
3.1 <i>Liveness</i> dan <i>Deadlocks</i>	7
3.2 <i>Coverability Tree</i>	8
3.3 Penerapan Aljabar Max-Plus pada Petri net	9
4 DATA DAN ANALISIS	13
4.1 Alur Pelayanan Pasien	13
4.2 Model Petri net Pelayanan Pasien	14
4.3 Representasi Matriks Dari Model Petri net Pelayanan Pasien	15
4.4 <i>Coverability Tree</i>	17
4.5 Model Aljabar Max-Plus	24
4.5.1 Pelayanan Poliklinik Gigi	25
4.5.2 Pelayanan Poliklinik Imunisasi	27
4.5.3 Pelayanan Poliklinik KIA	29
4.5.4 Pelayanan Poliklinik KB	30
4.5.5 Pelayanan Poliklinik Gizi	32
4.5.6 Pelayanan Poliklinik Umum atau MTBS	34
5 PENUTUP	37

5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR REFERENSI	39

DAFTAR GAMBAR

2.1	Petri net sederhana.	4
2.2	Petri net yang <i>enabled</i>	5
2.3	Petri net saat T_0 telah melakukan prosesnya	5
3.1	Petri net yang mengalami <i>deadlocks</i>	7
3.2	Petri net yang <i>liveness</i>	7
3.3	<i>Petri net dengan 4 Place dan 6 Transisi</i>	8
3.4	<i>Coverability Tree</i> ketika memilih T_1 yang melakukan prosesnya	9
3.5	<i>Coverability Tree</i> ketika memilih T_2 yang melakukan prosesnya	9
3.6	Model Petri net dalam sistem pelayanan sederhana	9
4.1	Alur pelayanan pasien di Puskesmas Cempaka Putih	13
4.2	Alur Petri net di Puskesmas Cempaka Putih	14
4.3	Matriks <i>forward incidence</i>	16
4.4	Matriks <i>backward incidence</i>	16
4.5	Matriks <i>incidence</i>	17
4.6	Model <i>Coverability Tree</i> ketika T_0 melakukan prosesnya berkali-kali	18
4.7	Model <i>Coverability Tree</i> ketika T_0 tidak diproses dan T_1 melakukan prosesnya	19
4.8	Model <i>Coverability Tree</i> ketika dipilih alur pelayanan poliklinik gigi	20
4.9	Model <i>Coverability Tree</i> ketika dipilih alur pelayanan poliklinik imunisasi	21
4.10	Model <i>Coverability Tree</i> ketika dipilih alur pelayanan poliklinik KIA	22
4.11	Model <i>Coverability Tree</i> ketika dipilih alur pelayanan poliklinik KB	22
4.12	Model <i>Coverability Tree</i> ketika dipilih alur pelayanan poliklinik gizi	23
4.13	Model <i>Coverability Tree</i> ketika dipilih alur pelayanan poliklinik umum atau poliklinik MTBS	24
4.14	Kesimpulan Ilustrasi dari masing-masing poliklinik	36

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Departemen Kesehatan (2011), Pusat Kesehatan Masyarakat (Puskesmas) adalah salah satu sarana pelayanan kesehatan masyarakat yang penting di Indonesia. Puskesmas adalah unit pelaksana teknis dinas kabupaten/kota yang bertanggung jawab dalam menyelenggarakan pembangunan kesehatan di suatu wilayah kerja¹. Jika dilihat dari sistem pelayanan kesehatan di Indonesia, peranan dan kedudukan puskesmas adalah sebagai ujung tombak sistem pelayanan kesehatan di Indonesia. Sebagai sarana pelayanan kesehatan terdepan di Indonesia, maka puskesmas bertanggung jawab dalam menyelenggarakan pelayanan kesehatan masyarakat.

Puskesmas Cempaka Putih yang terletak di Jakarta Pusat merupakan salah satu puskesmas yang melayani pasien rawat jalan. Poliklinik yang terdapat di puskesmas Cempaka Putih meliputi poliklinik gigi, poliklinik umum, poliklinik imunisasi, poliklinik KIA (Kesehatan Ibu dan Anak), poliklinik KB (Keluarga Berencana), poliklinik gizi, dan poliklinik MTBS (Manajemen Terpadu Balita Sakit) yang berada dalam satu poli dengan poli umum. Alasan menggunakan Puskesmas Cempaka Putih karena belum ada penelitian yang dilakukan di Puskesmas Cempaka Putih dengan menggunakan pemodelan Petri net dan Aljabar Max-Plus dengan banyaknya poliklinik yang ada serta sistem pelayanan pasien di Puskesmas Cempaka Putih masih menggunakan fasilitas sistem manual untuk mendata pasien yang memerlukan pelayanan meskipun saat ini sudah banyak puskesmas yang menggunakan fasilitas sistem secara online dengan menggunakan komputer sehingga memudahkan proses pendataan pasien.

Sistem pelayanan di Puskesmas Cempaka Putih memiliki tahapan mulai dari antrian masuk sampai dengan pasien menyelesaikan pemeriksaan. Pasien yang datang ke Puskesmas Cempaka Putih pada umumnya tidak mengetahui secara pasti berapa lama proses pelayanan mulai dari pendaftaran hingga pengambilan obat. Tidak jarang ditemui pada hari-hari tertentu jumlah pasien lebih banyak dibandingkan biasanya sehingga menyebabkan antrian di salah satu poliklinik.

Oleh karena itu, skripsi ini menawarkan sebuah pengkajian mengenai pembuatan model sistem pelayanan pasien di Puskesmas Cempaka Putih. Adapun teori yang digunakan dalam kajian ini adalah dengan menggunakan teori Aljabar Max-Plus dan Petri net. Pemilihan metode Aljabar Max-plus dan Petri net pada skripsi ini adalah tepat karena sistem pelayanan di Puskesmas merupakan model *System Event Discrete* (SED) dan Aljabar Max-Plus mampu menyelesaikan persoalan seperti teori antrian [1]. Pada skripsi ini akan dibuat alur Petri Net dari sistem pelayanan pasien di Puskesmas Cempaka Putih. Dari alur Petri Net yang dibuat tersebut dibangun *Coverability Tree* untuk menganalisis apakah seluruh transisi dapat melakukan prosesnya (*Liveness*) dan apakah terdapat satu atau beberapa transisi yang tidak dapat melakukan prosesnya (*Deadlocks*), kemudian dibangun modelnya dengan menggunakan Aljabar Max-Plus. Dari model Aljabar Max-Plus disimulasikan waktu dari setiap pelayanan untuk menentukan waktu mulai pelayanan dan waktu berakhirnya pelayanan dari masing-masing pasien dengan asumsi waktu yang diperlukan untuk setiap pasien melakukan pelayanan sama/konstan.

¹<https://www.kajianpustaka.com/2015/07/pengertian-fungsi-kegiatan-pokok.html>, diakses pada November 2021

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas pada skripsi ini adalah

1. Bagaimana membangun alur Petri Net untuk sistem antrian pelayanan pasien di Puskesmas Cempaka Putih agar tidak terjadi *Deadlocks* dan tetap *Liveness*?
2. Bagaimana membangun model Aljabar Max Plus dari alur Petri Net sistem antrian pelayanan pasien di Puskesmas Cempaka Putih?
3. Bagaimana menentukan waktu mulai dan berakhirnya pelayanan pasien di Puskesmas Cempaka Putih?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah

1. Memodelkan alur Petri net untuk antrian pelayanan pasien di Puskesmas Cempaka Putih yang tidak *Deadlocks* dan tetap *Liveness*.
2. Memperoleh model Aljabar Max Plus dari alur Petri Net sistem antrian pelayanan pasien di Puskesmas Cempaka Putih.
3. Menentukan waktu mulai dan berakhirnya pelayanan pasien di Puskesmas Cempaka Putih.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang terdapat dalam makalah ini adalah

1. Alur pelayanan pasien tidak disertai dengan pasien gawat darurat dan pasien yang dirujuk.
2. Diasumsikan waktu pelayanan dari setiap pasien konstan.
3. Diasumsikan masing-masing poliklinik hanya melayani 1 pasien setiap satu kali pelayanan.

1.5 Sistematika Pembahasan

Sistematika penulisan pada skripsi ini terdiri dari 5 bab, yaitu

Bab 1: Pendahuluan

Pada bab ini akan diuraikan secara umum isi dari skripsi ini. Dalam bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, dan sistematika pembahasan.

Bab 2: Landasan Teori

Bab ini membahas mengenai teori pendukung yang dipakai, yaitu penjelasan Aljabar Max-Plus, penjelasan Petri net, dan *Coverability Tree*.

Bab 3: Aljabar Max-Plus pada Petri net

Bab ini membahas mengenai pengertian *liveness* dan *deadlocks* serta model *coverability tree* dan penerapan Aljabar Max-Plus pada Petri net.

Bab 4: Data dan Analisis

Bab ini membahas alur pelayanan pasien di Puskesmas Cempaka Putih dan memodelkannya dengan menggunakan Petri net dan Aljabar Max-Plus.

Bab 5 : Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dari bab sebelumnya serta saran dari penulis untuk dapat dijadikan penelitian selanjutnya.