

PEMODELAN MESIN PENCACAH LIMBAH PERTANIAN MENGUNAKAN PETRI NET

Deny Murdianto¹, Dwi Santoso²

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Borneo Tarakan

²Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Borneo Tarakan

E-Mail: denymurdianto@gmail.com

Diterima : 8 Januari 2022

Disetujui : 25 Januari 2022

ABSTRACT

The chopper is a machine that is widely used to assist agricultural product processing activities, the most common problem is that the chopper machine will experience a decrease in efficiency if it is used frequently or the machine has passed a service life of more than three years. Another thing that often happens is that the main driving components, namely the dynamo, pulley, v-belt and chopper, wear out so that the efficiency of the engine decreases. Modeling using the petri net method aims to understand the dynamics that occur in the chopper. The chopper is said to be good in this modeling if it does not experience deadlocks and there are no long queues. The resulting Petri Net consists of four places and five transitions. Each place and transition describes the dynamics of the chopper. The transition T_1 is a critical transition which, if enabled and fired, will cause the engine to turn off and make the queue to be chopped more and more. This happens because the initial assumption that is built requires that every enable transition will be immediately fired, namely the T_2 .

Key words: Petri Net, Chopping Machine, Modeling

ABSTRAK

Mesin pencacah merupakan suatu mesin yang banyak digunakan untuk membantu kegiatan pengolahan hasil pertanian, permasalahan yang banyak terjadi yaitu mesin pencacah akan mengalami penurunan efisiensi jika sering dipakai atau mesin tersebut sudah melawati masa pakai di atas tiga tahun. Hal lain yang sering terjadi yaitu komponen penggerak utama yaitu *dynamo*, *pulley*, *v-belt* dan *chopper* mengalami keausan sehingga efisiensi mesin mengalami penurunan. Pemodelan dengan menggunakan metode petri net bertujuan untuk memahami dinamika yang terjadi pada mesin pencacah. Mesin pencacah dikatakan baik pada pemodelan ini jika tidak mengalami *deadlock* dan tidak terdapat antrian yang panjang. Petri Net yang dihasilkan terdiri dari empat *place* dan lima transisi. Masing-masing *place* dan transisi menggambarkan dinamika pada mesin pencacah. Transisi T_1 menjadi transisi kritis yang apabila *enable* dan *difire* akan mengakibatkan mesin *off* serta membuat antrian yang akan dicacah menjadi semakin banyak. Hal ini terjadi karena asumsi awal yang dibangun mengharuskan setiap transisi *enable* akan langsung *difire*, yaitu transisi T_2 .

Kata kunci: Mesin Pencacah, Pemodelan, Petri Net

PENDAHULUAN

Memahami dinamika suatu sistem merupakan suatu hal yang cukup menarik. Dari suatu pemodelan, kita dapat memahami dinamika suatu sistem tertentu. Petri net merupakan salah satu pemodelan yang sangat *powerfull* untuk membahas dinamika suatu sistem. Petri net digunakan untuk memodelkan suatu kasus sistem antrian dengan kondisi batas tertentu. Prosedur karantina menggunakan petri net digunakan untuk menjelaskan alur prosedur karantina Covid-19 di Kota Tarakan (Murdianto & Santoso, 2020). Selain itu, beberapa penulis seperti (Hardiyanti et al., 2017; Mustofani, 2018; Pertiwi, 2020) menggunakan petri net untuk memodelkan sistem antrian. Petri net juga bisa digunakan untuk

memodelkan suatu mesin pengering (Murdianto & Santoso, 2019). Seperti penelitian kami sebelumnya, pada artikel ini membahas pemodelan mesin pencacah limbah pertanian. Namun, jika sebelumnya menggunakan hybrid petri net, pada artikel ini kami menggunakan petri net bertanda.

Mesin pencacah limbah pertanian adalah suatu alat yang berfungsi untuk mencacah rumput untuk di jadikan kompos, limbah pertanian atau rumput dan daun-daun, mesin ini bermanfaat untuk membantu kinerja petani dan lebih menghematkan tenaga petani (Santoso et al., 2021). Limbah pertanian atau rumput yang akan dicacah terlebih dahulu dimasukan melalui lubang pemasukan kemudian dicacah dalam ruang pencacah, sehingga bahan yang dicacah akan

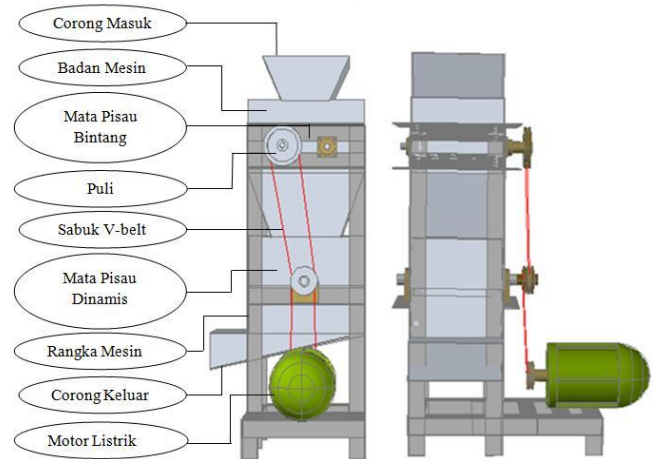
keluar berupa potongan-potongan hasil cacahan. Pada mesin pencacah limbah pertanian memiliki berbagai macam komponen mesin (Mulyadi, 2019). Salah satu contoh dari komponen mesin pencacah limbah pertanian yaitu komponen penyalur daya yang berfungsi sebagai penyalur daya gerak dari motor penggerak ke mesin pencacah sehingga mesin tersebut dapat beroperasi atau bekerja (Ma et al., 2014). Pemodelan dengan menggunakan metode petri net bertujuan untuk mengetahui dinamika yang terjadi pada mesin pencacah.

Mesin pencacah dikatakan baik pada pemodelan ini jika tidak mengalami *deadlock* dan tidak terdapat antrian yang panjang. *Deadlock* yang dimaksud di sini adalah kondisi yang membuat sistem berhenti. (Subiono, 2015) *Deadlock* berarti keadaan di mana tidak ada transisi yang *enable*. *Deadlock* dapat disebabkan persaingan memperoleh *resource*. Ketika semua pihak tidak memperoleh *resource* yang dibutuhkan maka terjadi *deadlock*. *Resource* dalam Petri net biasanya dinyatakan dengan token dan pihak yang bersaing memperoleh token adalah transisi.

Suatu *place* dan suatu transisi dapat diinterpretasikan sebagai suatu kondisi dan suatu event dari suatu diskripsi suatu model yang dibahas. Masing-masing kondisi *place* yang terpenuhi diberi tanda titik (token). Suatu token dalam suatu *place* mempunyai arti bahwa sepanjang *place* ini penting bagi suatu transisi yang dihubungkannya menyebabkan transisi ini menjadi aktif (event bisa berlangsung) (Subiono, 2015). Transisi yang selalu *enable* karena tidak terhubung dengan *place* di belakangnya (bukan *output* dari suatu atau beberapa *place*) dapat menyebabkan antrian yang panjang. Hal ini berkaitan dengan lamanya waktu pemrosesan/pencacahan pada mesin pencacah itu sendiri. Semakin cepat waktu yang dibutuhkan pada satu siklus, maka antrian bisa dihindarkan. Cara lain untuk menghindari antrian panjang adalah dengan membatasi jumlah *input*.

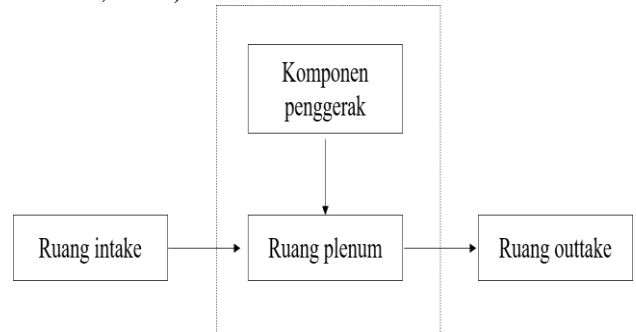
METODE

Penelitian ini menggunakan mesin pencacah sebagai model untuk perhitungan matematis menggunakan petri net. Mesin pencacah memiliki berbagai macam komponen, salah satu komponen penting pada mesin pencacah yaitu komponen penyalur daya.



Gambar 1. Sketsa Mesin Pencacah

Komponen penyalur daya pada mesin pencacah yaitu *v-belt*, *bearing*, dan *pulley* (Santoso et al., 2020). *V-belt* pada mesin pencacah pertanian adalah salah satu transmisi penghubung yang terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. *v-belt* digunakan untuk mentransmisikan daya dari poros yang satu ke poros yang lainnya melalui *pulley* yang berputar dengan kecepatan sama atau berbeda. *Pulley* dan *v-belt* merupakan salah satu elemen mesin yang berfungsi untuk mentransmisikan daya seperti halnya sprocket rantai dan roda gigi (Hamarung & Jasman, 2019).



Gambar 2. Skema sistem pergerakan mesin pencacah

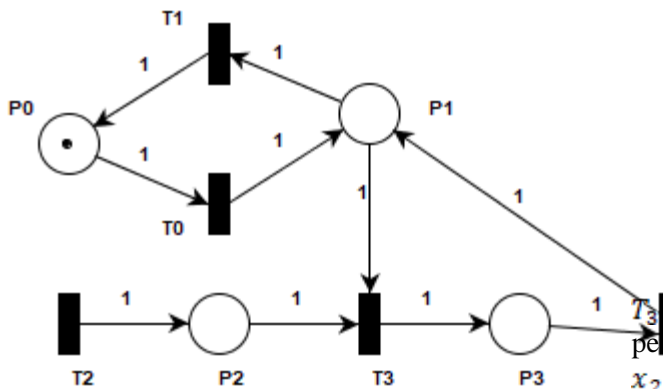
Petri net yang digunakan dalam pemodelan ini adalah petri net bertanda. Petri net merupakan gambaran garfis himpunan *place*, transisi, dan arcs. Himpunan *place* dan transisi digunakan untuk menggambarkan keadaan atau kejadian diskrit. Antara *place* dan transisi dihubungkan dengan arcs berarah yang memiliki bobot *w*. *Place* dan transisi masing-masing bisa berperan sebagai masukan dan juga keluaran. Secara matematis petri net didefinisikan sebagai (P, T, A, w) . *P* menyatakan himpunan *place*, *T* menyatakan transisi, *A* menyatakan arcs, dan *w* menyatakan bobot arcs.

Pada Petri net bertanda (P, T, A, w, x_0) , marking (x_0) terdapat pada *place* yang dapat berpindah apabila suatu transisi difire. Apabila

suatu kejadian bersyarat atau membutuhkan sumber daya, maka syarat atau sumber daya tersebut harus terpenuhi terlebih dahulu agar suatu transisi bisa *difire* dan *marking* berpindah dari satu *place* ke *place* yang lainnya sesuai dengan bobot *arcs* yang menghubungkan *place* dan transisi yang bersesuaian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mesin pencacah limbah pertanian dimodelkan dengan menggunakan petri net dengan jumlah *place* sebanyak empat dan transisi sebanyak lima seperti yang ditunjukkan Gambar 3. Setiap *arc* mempunyai bobot satu yang berarti dalam pemodelan ini diberikan asumsi bahwa setiap token menyatakan suatu satuan volume tertentu. Satu token di *place* mesin *on* dengan volume tertentu dianggap setara dengan kemampuan untuk mencacah sejumlah tertentu volume/ banyaknya bahan yang akan dicacah.



Gambar 3. Petri Net Mesin Pencacah

Keterangan an:	T_0 = Switch On Mesin	P_0 = Mesin Off
	T_1 = Switch Off Mesin	P_1 = Mesin On
	T_2 = Input Jagung	P_2 = Jagung Ready
	T_3 = Mulai Proses	P_3 = Pencacahan
	T_4 = Selesai	

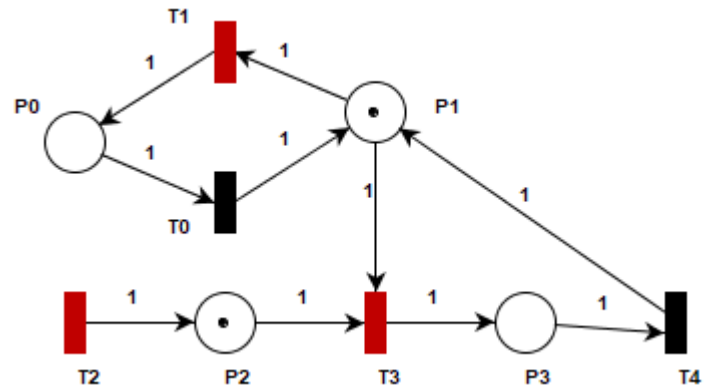
Dengan asumsi semua transisi *enable* akan langsung *difire*, serta *pamfirean* dilakukan dari transisi depan. Maka kemungkinan keadaan ditunjukkan Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Dinamika Petri Net (PN)

	P_0	P_1	P_2	P_3	Transisi Enable
x_0	1	0	0	0	T_0, T_2
x_1	0	1	1	0	T_1, T_2, T_3
$x_{2,1}$	1	0	2	0	T_0
$x_{2,3}$	0	0	1	1	T_4

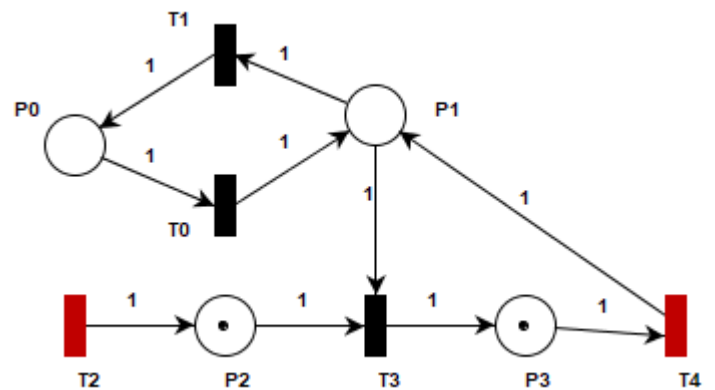
Berdasarkan dinamika Petri net yang ditunjukkan Tabel 1, model Petri net yang

diperoleh tidak mengalami *deadlock*. Artinya selama mesin dalam kondisi *on*, proses pencacahan dapat terus berlangsung. Namun, pada model Petri net ini transisi T_2 akan selalu *enable*, yang artinya inputan terus tersedia. Dalam hal ini *marking* $x_0 = (1, 0, 0, 0)$ menunjukkan keadaan awal. Pada keadaan awal ini, transisi T_0 dan T_2 *enable*. *Marking* $x_1 = (0, 1, 1, 0)$ dicapai dengan melakukan *pamfirean* pada kedua transisi tersebut. *Marking* x_1 menunjukkan bahwa mesin dalam keadaan *on* dan bahan yang akan dicacah sudah siap untuk diproses. Hal ini bisa dilihat dari transisi T_3 yang *enable*. Di lain sisi transisi T_1 juga *enable* seperti yang ditunjukkan Gambar 4.



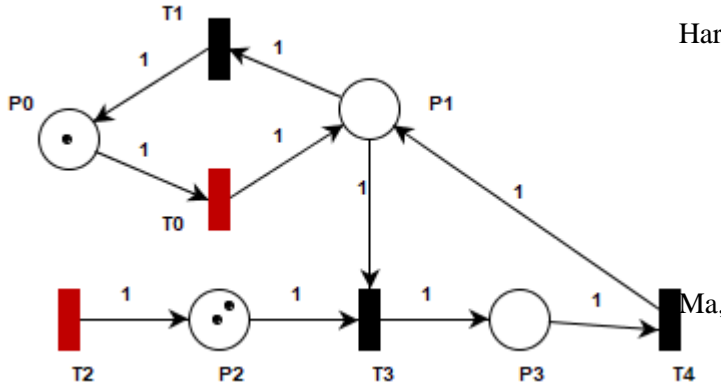
Gambar 4. Petri Net Saat x_1

Pada kondisi yang ideal, seharusnya transisi yang *difire*, yaitu dimulainya proses pencacahan. Jika hal ini dilakukan, maka *marking* $x_{2,3} = (0, 0, 1, 1)$ tercapai (Gambar 5). *Marking* $x_{2,3}$ ini menunjukkan bahwa proses pencacahan sedang berlangsung, yaitu terdapatnya satu token di *place* P_3 dan juga terdapat antrian yang selanjutnya siap dicacah, yaitu adanya satu token di *place* P_2 . Pada keadaan ini transisi yang *enable* adalah transisi T_2 dan T_4 .



Gambar 5. Petri Net Saat $x_{2,3}$

Selanjutnya jika transisi T_2 dan T_4 yang *enable* tersebut *difire* secara simultan, maka keadaan akan menjadi $x_3 = (0, 1, 2, 0)$. Di mana keadaan akan kembali seperti keadaan $x_1 = (0, 1, 1, 0)$. Yang membedakannya hanya jumlah antrian yang berjumlah dua token di *place* P_2 .



Gambar 6. Petri Net Saat $x_{2,1}$

Sedangkan jika dari keadaan x_1 , transisi yang *difire* adalah transisi T_1 , maka $x_{2,1} = (1, 0, 2, 0)$ dicapai seperti yang ditunjukkan Gambar 6. Pada keadaan ini mesin *off*, yaitu satu token di *place* P_0 dan terdapat antrian yang siap dicacah, yaitu dua token di *place* P_2 . Karena pada asumsi awal kita akan *memfire* semua transisi yang *enable*, maka pada keadaan ini transisi T_0 dan T_2 *difire* secara bersamaan. Sehingga token di *place* P_1 berjumlah satu, yang artinya mesin *on* dan token di P_2 bertambah menjadi tiga.

KESIMPULAN

Petri net dikonstruksi berdasarkan alur proses kerja mesin pencacah. Petri net yang diperoleh memiliki jumlah *place* sebanyak empat dan transisi sebanyak lima. Masing-masing *place* dan transisi menggambarkan dinamika pada mesin pencacah. Transisi T_1 menjadi transisi kritis yang apabila *enable* dan *difire* akan mengakibatkan mesin *off* serta membuat antrian bahan yang akan dicacah menjadi semakin banyak. Hal ini terjadi karena asumsi awal yang dibangun mengharuskan setiap transisi *enable* akan langsung *difire*, yaitu transisi T_2 .

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Borneo Tarakan atas dukungan pendanaan yang membuat penelitian ini dapat dilaksanakan dan diselesaikan dengan baik dari awal hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Hamarung, M. A., & Jasman, J. (2019). Pengaruh Kemiringan dan Jumlah Pisau Pencacah terhadap Kinerja Mesin Pencacah Rumput untuk Kompos. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, 3(2), 53–59.
- 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. *Jurnal UJMC (Unisda Journal of Mathematics and Computer Science)*, 3(2), 1–8.
- Ma, S., Scharf, P. A., Karkee, M., & Zhang, Q. (2014). Performance evaluation of a chopper harvester in Hawaii sugarcane fields. *2014 Montreal, Quebec Canada July 13–July 16, 2014*, 1.
- Mulyadi, M. (2019). *Modifikasi Mesin Pencacah Rumput Bede Dan Rumput Gajah Dengan Mata Pisau Berbentuk Segitiga Untuk Pakan Ternak Di Desa Pernek*. Universitas Teknologi Sumbawa.
- Murdiyanto, D., & Santoso, D. (2019). Pemodelan Mesin Pengereng Biji-Bijian Tipe Batch Menggunakan Hybrid Petri Net. *Perbal: Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 7(2), 115–120.
- Murdiyanto, D., & Santoso, H. (2020). Pemodelan Prosedur Karantina Pendatang Dalam Rangka Pencegahan Covid-19 Di Kota Tarakan Menggunakan Petri Net. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 14(4), 587–596.
- Mustofani, D. (2018). Model Antrian Pelayanan Farmasi Menggunakan Petri net dan Aljabar Max-Plus. *JMPM: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 3(1), 33–43.
- Pertiwi, R. I. (2020). Model Petri Net Dari Antrian Klinik Kecantikan Serta Aplikasinya Pada Aljabar Maxplus. *MApp (Mathematics and Applications) Journal*, 2(1), 34–40.
- Santoso, D., Rahajeng, G. Y., & Wijaya, R. (2020). Identifikasi Kebutuhan Alsintan Tanaman Pangan (Padi Dan Jagung) Di Kota Tarakan. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 20 (3).
- Santoso, D., Waris, A., Apriliansyah, A., Sirait, S., & Murtalaksono, A. (2021). Desain Dan

Uji Kinerja Mata Pisau Modifikasi Pada Mesin Pencacah Limbah Pertanian. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 25(2), 205–214.

Subiono, Aljabar Min-Max Plus dan Terapannya. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015.