

**PEMODELAN MESIN PENGERING BIJI-BIJIAN TIPE BATCH
MENGUNAKAN HYBRID PETRI NET***Modeling Machine Dryer Seeds Type Batch Using Hybrid Petri Net***¹Deny Murdianto, ²Dwi Santoso**
Email: ¹denymurdianto@gmail.com**¹Fakultas Teknik Universitas Borneo Tarakan**
²Fakultas Pertanian Universitas Borneo Tarakan**Abstrak**

Pengeringan merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan dalam proses pengolahan hasil pertanian, penggunaan mesin pengering menjadi hal yang disarankan guna meningkatkan efisiensi kerja dan kualitas dari bahan yang dikeringkan. Untuk menunjang efektifitas kerja dari mesin pengering perlu dilakukan pemodelan agar diketahui baik atau tidaknya desain dan kinerja mesin tersebut. Metodologi yang diusulkan untuk membangun hybrid petri net adalah dengan menurunkan himpunan persamaan massa dan persamaan energi yang menentukan perilaku distribusi aliran udara panas. Alat pengering tipe batch terdiri dari beberapa bagian utama yaitu ruang plenum, ruang pengeringan dan tungku. Pada tungku terdiri dari ruang bakar, blower dan plat pembatas. Petri net terdiri dari 6 place dan 5 transisi. Yaitu p_1 = blower, p_2 = energi udara (dari blower), p_3 = gas LPG, p_4 = ruang bakar (energi panas), p_5 = heat exchanger, p_6 = ruang pengering, t_1 = transisi udara dari blower, t_2 = transisi gas dari LPG ke ruang bakar melalui aktuator 1, t_3 = transisi gas dari LPG ke ruang bakar melalui aktuator 2, t_4 = transisi panas dan udara ke heat exchanger, t_5 = transisi udara panas dari heat exchanger ke ruang pengering. Mesin pengering biji-bijian tipe batch dapat dimodelkan secara matematis menggunakan Hybrid Petri Net. Petri Net yang diperoleh terdiri dari 6 place dan 5 transisi. Bagian diskrit dari Petri Net digunakan untuk menggambarkan blower, sedangkan bagian lain dari mesin pengering menggunakan bagian kontinu dari Petri Net.

Kata kunci : Pemodelan, Hybrid Petrinet, Mesin Pengering**Abstract**

Drying is one of the determinants of success in the processing of agricultural products, the use of drying machines is recommended to improve work efficiency and the quality of the dried material. To support the work effectiveness of the drying machine, modeling needs to be done to determine whether or not the design and performance of the machine is known. The methodology proposed to build a petri net hybrid is to reduce the set of mass equations and energy equations which determine the distribution behavior of hot air flow. The batch type dryer consists of several main parts, namely the plenum room, drying room and furnace. The furnace consists of a combustion chamber, a blower and a limiting plate. Petri net consists of 6 places and 5 transitions. Namely blower, air energy (from blower), LPG gas, combustion chamber (heat energy), heat exchanger, drying room, air transition from blower, transition of gas from LPG to combustion chamber through actuator 1, gas transition from LPG to combustion chamber through actuator 2, heat transition and air to heat exchanger, transition of hot air from the heat exchanger to the drying chamber. The batch type grain drying machine can be modeled mathematically using Hybrid Petri Net. Petri Net obtained consists of 6 places and 5 transitions. The discrete part of the Petri Net is used to describe the blower, while the other parts of the drying machine use a continuous part of the Petri Net.

Keywords: Modeling, Hybrid Petrinet, Drying Machine

PENDAHULUAN

Mesin pengering merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan dari penanganan hasil pertanian, ketika proses pengeringan berjalan dengan baik maka akan meningkatkan kualitas hasil pertanian sebelum dilepas ke pasaran maupun dijadikan produk olahan lanjutan. Penanganan hasil pertanian seperti biji-bijian membutuhkan penangan yang optimal dengan pemakaian mesin pengering (Santoso, Muhidong, & Mursalim, 2018). Salah satu jenis mesin pengering yang sering digunakan yaitu mesin pengering tipe *batch*. (Bahri, 2008) mengatakan bahwa pengering tumpukan (*batch*) merupakan alat pengering yang terdiri atas ruang pengering dan ruang pemanas, metode tumpukan merupakan metode *tray drying* yang paling sederhana. Udara panas yang masuk dari sebelah bawah ruang menyebabkan material pada kolom yang paling bawah menjadi yang paling pertama kering. Mesin pengering memiliki komponen energi utama yaitu distribusi aliran udara panas yang dihasilkan melalui pembangkitan energi panas di *heat exchanger* dan hembusan udara dari *blower*. Lamanya waktu pengeringan dan intensitas suhu yang diberikan berpengaruh kepada karakteristik fisik dan biologis pada hasil pertanian yang dikeringkan. Semakin lama waktu pengeringan dan semakin tinggi udara panas yang dialirkan maka hasil pertanian yang dikeringkan seperti biji-bijian akan

mengalami kerusakan fisik selain keretakan juga akan mengalami banyak kehilangan nutrisi akibat pengeringan yang berlebihan. Oleh karena itu dibutuhkan performa aliran udara panas yang maksimal dan tepat agar hasil pertanian yang dikeringkan memenuhi standar minimum hasil pertanian.

Permodelan dan analisis menggunakan *hybrid petri net* telah dilakukan oleh (Ghomri dan Alla, 2007) dengan menyajikan model petri net kontinyu yang diperoleh dari petri net Diskrit melalui proses *fluidification* pada *marking*. Metodologi yang diusulkan untuk membangun *hybrid petri net* adalah dengan menurunkan himpunan persamaan massa dan persamaan energi yang menentukan perilaku distribusi aliran udara panas. Sebuah teknik simulasi untuk menentukan *firing speed* suatu transisi ditetapkan dari konservasi pelinearan persamaan energi.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini membahas mengenai permodelan aliran udara panas yang optimal pada mesin pengering hasil pertanian menggunakan *hybrid petri net*. Token pada bagian diskrit yang berupa bilangan bulat positif akan digunakan untuk menggambarkan keadaan *stand by blower* sedangkan *marking* pada bagian kontinyu yang berupa bilangan rasional positif akan digunakan untuk menggambarkan aliran udara panas dari ruang penukar panas menuju ruang plenum.

Model *hybrid petri net* yang diperoleh akan dianalisis menggunakan *marko marking* untuk mengetahui kondisi optimal yang dapat dicapai. Untuk selanjutnya Petri Net bertanda cukup disebut sebagai Petri Net saja (Subiono, 2015).

METODE PENELITIAN
Hybrid Petri Net

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai *hybrid petri net* yang akan digunakan untuk memodelkan mesin pengering hasil pertanian. *Hybrid petri net* terdiri dari *place* dan transisi. *Place* digunakan untuk menggambarkan kuantitas gas yang terdapat di mesin pengering. Transisi digunakan untuk menggambarkan perpindahan energi panas dari LPG ke mesin

pengering. Definisi formal *hybrid petri net* dijelaskan sebagai berikut.

Hybrid petri net adalah 6-tuple $(P, T, Pre, Post, m_0, h)$ dengan

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

T : himpunan berhingga transisi,
 $T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$,

$Pre : P \times T \rightarrow Q^+$ atau N ,

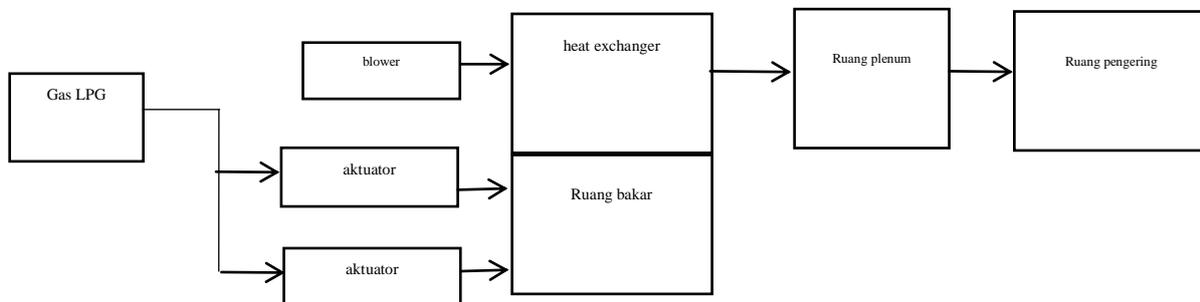
$Post : P \times T \rightarrow Q^+$ atau N ,

$m_0 : P \rightarrow R^+$ atau N ,

h : fungsi hybrid, $h = P \cup T \rightarrow \{D, C\}$

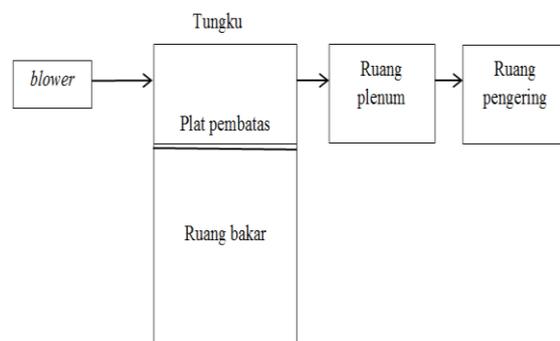
Mesin Pengering

Gambar penampang mesin pengering hasil pertanian yang dimaksud dalam paper ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Penampang Mesin Pengering

Alat pengering tipe *batch* terdiri dari beberapa bagian utama yaitu ruang plenum, ruang pengeringan dan tungku. Pada tungku terdiri dari ruang bakar, *blower* dan plat pembatas. Sistem alat pengering tipe *batch* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Sistem Alat Pengering

Blower digunakan untuk menghembuskan udara panas ke ruang plenum, sedangkan plat pembatas digunakan agar nyala api pada kompor tidak kontak langsung dengan *blower*. Sistem yang membutuhkan kekuatan tekanan udara yang besar seperti melewati celah atau tumpukan bahan yang dikeringkan biasanya menggunakan *blower* berjenis sentrifugal karena mampu menghasilkan kecepatan tinggi, menunjukkan kinerja yang efisien dan kapasitas yang lebar pada kecepatan operasi yang tetap dan konstan (Nawafi, Puspita, Puspita, Desna, & Irzaman, 2010).

Untuk mengendalikan suhu di ruang pengering, pada ruang bakar terdapat dua kompor berbahan bakar gas elpiji. Setiap kompor akan dihubungkan oleh *solenoid valve*, dimana *solenoid valve* berfungsi sebagai pengatur laju pembakaran gas. *Solenoid* akan dihubungkan ke mikrokontroller yang telah diberi program yang berfungsi sebagai perintah untuk mengatur bukaan katup pada aktuator. Sedangkan katup manual digunakan untuk mengatur laju aliran gas agar nyala pada kompor berada pada keadaan *steady* selama proses pengeringan.

Perancangan alat pengering harus memenuhi beberapa syarat untuk mendapatkan model yang baik dan efisien,

diantaranya kebutuhan udara pengeringan dan kebutuhan energi pengeringan.

Kebutuhan Udara Pengeringan

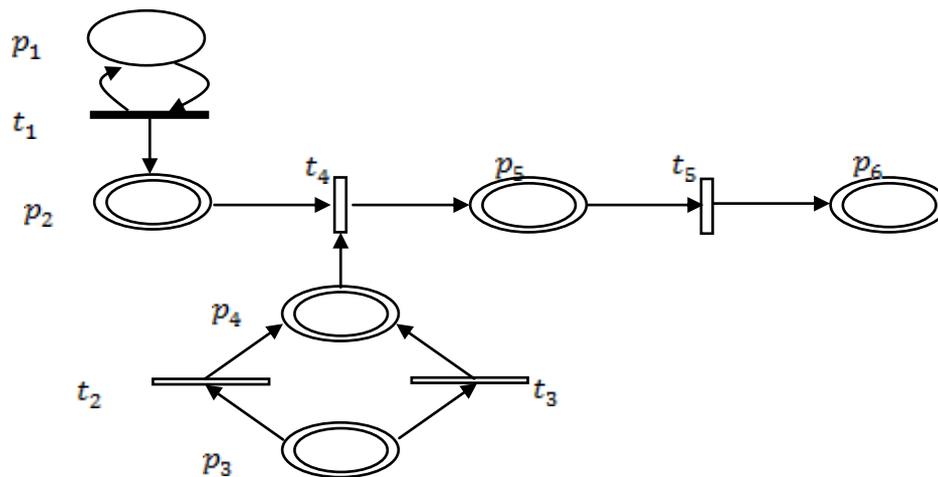
Untuk mengetahui ukuran *blower* yang tepat untuk tungku, maka dilakukan penghitungan kebutuhan udara pengering, penghitungan menggunakan grafik *psychrometrik*. Berdasarkan rencana penelitian, kebutuhan udara pengering untuk alat pengering biji-bijian kapasitas 40kg 0,04687 m³/detik. Dari hasil perhitungan tersebut maka dipilih *blower* 3 inch dengan kecepatan udara 0,04683m³/detik karena sesuai dengan kebutuhan udara pengeringan.

Kebutuhan Energi Pengeringan

Kebutuhan energi pada diperlukan untuk mengetahui berapa energi atau daya yang dibutuhkan di dalam tungku pemanas. Berdasarkan hasil perhitungan, daya yang diperlukan untuk alat pengering kapasitas 40 kg dengan kadar air awal 50% mencapai kadar air 15% adalah 1508 Watt. Untuk mencapai kondisi efisiensi termal, maka maka daya 1508 Watt perlu ditambah. Dengan asumsi efisiensi 50% maka kebutuhan energi pengering yang dibutuhkan adalah 3016 Watt.

Hasil Dan Pembahasan

Dari penjelasan gambar mesin pengering di atas, dibuat model petri net sebagai berikut.



Gambar 3. Model HPN Penampang Mesin Pengering

Petri net terdiri dari 6 *place* dan 5 transisi. Penjelasan masing-masing *place* dan transisi adalah sebagai berikut.

$p_1 = \text{blower}$

$p_2 = \text{energi udara (dari blower)}$

$p_3 = \text{gas LPG}$

$p_4 = \text{ruang bakar (energi panas)}$

$p_5 = \text{heat exchanger}$

$p_6 = \text{ruang pengering}$

$t_1 = \text{transisi udara dari blower}$

$t_2 = \text{transisi gas dari LPG ke ruang bakar melalui aktuator 1}$

$t_3 = \text{transisi gas dari LPG ke ruang bakar melalui aktuator 2}$

$t_4 = \text{transisi panas dan udara ke heat exchanger}$

$t_5 = \text{transisi udara panas dari heat exchanger ke ruang pengering}$

Model petri net di atas terdiri dari bagian diskrit dan kontinu. Bagian diskrit menjelaskan keadaan *blower*, sedangkan bagian lain dari mesin pengering

digambarkan sebagai bagian kontinu dari *Petri Net*. *Marking* pada *place* p_1 menyatakan bahwa *blower* dalam keadaan *on*. Sehingga transisi t_1 *enable*. Dalam simulasi model di atas, transisi t_1 akan selalu *enable* karena setiap kali transisi t_1 di-*fire*, *marking* di *place* p_1 akan tetap ada. Apabila transisi t_1 di-*fire* maka akan terdapat *marking* di *place* p_2 . *Marking* di *place* p_2 ini adalah energi udara yang dihasilkan dari *blower*. Dengan adanya *marking* di *place* p_2 tidak serta-merta membuat *enable* transisi t_4 karena transisi t_4 baru akan *enable* jika terdapat *marking* secara bersamaan baik di *place* p_2 maupun *place* p_4 .

Gas *LPG* digambarkan sebagai *place* p_3 pada model ini. *Marking* di *place* p_3 seharusnya adalah kapasitas gas dari tabung gas *LPG* yang digunakan pada mesin pengering. Apabila terdapat *marking* di *place* p_3 maka transisi t_2 dan t_3 akan *enable*. Apabila transisi t_2 atau t_3 di-*fire* maka akan

terjadi pengurangan *marking* di *place* p_3 dan penambahan *marking* di *place* p_4 . *Marking* di *place* p_4 artinya terjadi pembakaran di ruang bakar (energi panas). Dengan kata lain *marking* di *place* p_4 menyatakan jumlah energi panas pada mesin pengering.

Selanjutnya apabila energi udara dan energi panas telah tersedia, yang ditandai dengan adanya *marking* di *place* p_2 dan p_4 , maka transisi t_4 akan menjadi *enable*. Apabila transisi t_4 di-*fire* maka akan terjadi pengurangan *marking* di *place* p_2 dan p_4 , serta penambahan *marking* di *place* p_5 . *Marking* di *place* p_5 menunjukkan besarnya energi uap panas yang dihasilkan dari gabungan energi udara dan panas. Kemudian, dengan adanya *marking* di *place* p_5 mengakibatkan transisi t_5 menjadi *enable*. Sehingga apabila transisi t_5 di-*fire* maka terjadi perpindahan energi uap panas dari *heat exchanger* ke ruang pengering yang digunakan untuk mengeringkan biji.

KESIMPULAN

Mesin pengering biji-bijian tipe batch dapat dimodelkan secara matematis menggunakan *Hybrid Petri Net*. *Petri Net* yang diperoleh terdiri dari 6 *place* dan 5 transisi. Bagian diskrit dari *Petri Net* digunakan untuk menggambarkan *blower*, sedangkan bagian lain dari mesin pengering

menggunakan bagian kontinu dari *Petri Net*. Analisis selanjutnya dapat dilakukan dengan simulasi dengan beberapa input yang berbeda di masing-masing bagian dari mesin pengering untuk mendapatkan waktu yang optimal dari penggunaan mesin pengering.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahri, S. (2008). *Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian*: Jakarta: PT Merdiyatama Saran Perkasa.
- Nawafi, F., Puspita, R., Puspita, R., Desna, D., & Irzaman, I. (2010). *Optimasi Tungku Sekam Skala Industri Kecil Dengan Sistem Boiler*. *Jurnal Jurusan Fisika FMIPA UNDIP*, 12(3), 77-84..
- Murdianto, D. 2016. *Pemodelan Instalasi Air Bersih Menggunakan Hybrid Petri Net*. Tesis Magister Matematika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Santoso, D., Muhidong, D., & Mursalim, M. (2018). *MODEL MATEMATIS PENGERINGAN LAPISAN TIPIS BIJI KOPI ARABIKA (Coffeae arabica) DAN BIJI KOPI ROBUSTA (Coffeae cannephora)*. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 22(1), 86-95.
- Subiono, (2015), *Aljabar Min-Max Plus dan Terapannya Version 3.0.0.*, Buku Ajar Mata Kuliah Pilihan Pascasarjana Matematika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.