

# MENGHITUNG KEBUTUHAN PENGERING GABAH DI KECAMATAN CIOMAS BOGOR DENGAN METODE MONTE CARLO

Lamhot P. Manalu

Pusat Teknologi Agroindustri BPPT  
lpmanalu@yahoo.com

## Abstract

*Sun drying is the traditional method for drying and still preferred in Asia because cheap compared to mechanical drying. Since it uses the sun as heat source it is friendly to the environment, many farmers, grain collectors, traders and millers often dry their paddy on pavements that specifically constructed for drying. Sun-drying pavements have the advantages of high capacity and thus economics of scale, but the weakness is very dependent on the weather. The amount of paddy that can be dried with a drying depends on the number of sunny days, so it is important to know the probabilities of rainy day based on the historical climate data in a region. From these, simulations can be done to calculate how many dryer machines should be provided to overcome the lack of drying capacity. This method is known as Monte Carlo. This paper presents a study to determine the amount mechanical dryer needed based on the failure probability of sun drying pavements using monte carlo simulation methods in the District of Ciomas, Bogor. The study results based on 10 years daily rainfall data the probability of rainy days in March (0.62) was greater than in September (0.37), so that the total capacity of dryer machine to be prepared is 110 tons/ day. That was equal to 11 units dryers with 10 tons / unit in capacity.*

**Kata kunci** : pengeringan, gabah, simulasi, monte carlo, mesin pengering

## 1. PENDAHULUAN

Beras merupakan bahan pangan yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan masyarakat Indonesia, baik di kota maupun di pedesaan. Dengan konsumsi beras yang masih sangat tinggi, yaitu lebih dari 130 kg/kapita pada tahun 2007, maka beras yang harus disediakan setiap tahunnya dalam suatu desa ekologi dapat dihitung berdasarkan jumlah penduduk desa tersebut. Kegagalan dalam memenuhi kebutuhan beras secara mandiri, berarti pengaliran sumberdaya ekonomi keluar wilayah karena harus membeli beras dari luar. Untuk menjaga kuantitas padi yang dihasilkan maka penanganan pascapanen padi perlu terus diperhatikan dan diperbaiki. Pemanenan, perontokan, pengeringan, dan penggilingan padi harus dilakukan dengan cara dan teknologi yang tepat, untuk menekan susut mutu dan susut jumlah.

Pengeringan padi mempunyai peranan yang sangat penting dalam mengkonversi padi menjadi beras yang siap diolah untuk dikonsumsi maupun untuk disimpan sebagai cadangan. Kapasitas sarana pengeringan padi yang ada di suatu wilayah harus tersedia dalam jumlah yang cukup untuk penanganan pascapanen padi. Kegiatan

pengeringan padi umumnya tidak berjalan penuh sepanjang tahun atau bersifat musiman. Kegiatan ini sebagian besar berjalan hanya pada musim panen, lamanya tergantung pada besarnya hasil panen di suatu wilayah. Oleh karena itu, hari kerja kegiatan pengeringan padi dalam setahun ditentukan oleh volume hasil dan frekuensi panen di wilayah sekitarnya.

Di daerah yang masih mengandalkan cara pengeringan tradisional dengan menggunakan lamporan (lantai jemur), peluang berhasilnya pengeringan dengan penjemuran sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan (cuaca). Dalam hal ini perkiraan atau prakiraan cuaca sangat diperlukan untuk mengetahui apakah penjemuran dapat dilakukan. Lebih jauh untuk dapat memprediksi berapa jumlah padi yang dapat dikeringkan oleh lamporan untuk masa satu tahun kedepan, sehingga dapat dihitung berapa mesin pengering yang harus disediakan untuk mengatasi kekurangan kapasitas pengeringan.

Tulisan ini menyajikan studi tentang penentuan kebutuhan pengering padi mekanis di Kecamatan Ciomas Bogor berdasarkan peluang tidak berhasilnya penjemuran padi dengan lamporan dengan memakai Metode Monte Carlo.

## 2. BAHAN DAN METODE

### 2.1. Pendekatan Teoritik

#### 2.1.1. Pengeringan Gabah

Pengeringan adalah proses pengeluaran sejumlah air yang dikandung oleh suatu bahan. Proses pengeringan mempunyai beberapa keuntungan, antara lain memudahkan penanganan bahan, memudahkan pengemasan, memperpanjang daya simpan, meningkatkan kualitas dan meningkatkan harga jual. Sedangkan kerugian proses ini adalah memerlukan penanganan ekstra, energi dan biaya tambahan, menambah jumlah kehilangan, merubah tekstur serta mengurangi berat bahan [11].

Pengeringan gabah atau padi pada umumnya dilakukan sampai mencapai kadar air simpan yaitu 13 sampai 14%. Adapun parameter yang berpengaruh terhadap proses pengeringan adalah (1) Suhu dan kelembaban udara pengering (2) laju atau kecepatan udara pengering (3) kadar air awal dan akhir pengeringan [8,7].

Ada dua cara pengeringan padi yang biasa digunakan yaitu pengeringan dengan cara penjemuran dengan sinar matahari dan pengeringan dengan memakai mesin pengering. Kedua cara tersebut mempunyai keuntungan dan kerugian sendiri-sendiri.

#### Pengeringan dengan Sinar Matahari/Penjemuran

Di Indonesia umumnya masih banyak dijumpai pengeringan padi dengan cara menjemur padi diatas lamoran yang terbuat dari semen, batu atau tanah. Keuntungan cara ini adalah biaya pengeringan relatif rendah, tidak memerlukan penanganan khusus, hasil pengeringan relatif seragam. Sedangkan kerugiannya adalah sangat tergantung pada cuaca, waktu pengeringan lebih lama, memerlukan areal yang cukup luas untuk lamoran, jumlah kehilangan lebih besar.

Satu hari penjemuran adalah sekitar delapan jam dari pukul delapan pagi sampai dengan jam empat sore. Lamoran dengan luas 25 m x 20 m dapat menampung lima ton gabah atau 1 ton/100 m<sup>2</sup> lamoran. Kadar air awal padi yang dikeringkan berkisar 23 sampai 27%, untuk mencapai kadar air 16% dibutuhkan satu hari penjemuran dan untuk mencapai kadar air 14% dibutuhkan dua hari penjemuran dengan matahari bersinar terus menerus [7].

#### Pengeringan dengan Mesin Pengering

Keuntungan dengan memakai mesin pengering adalah tidak terpengaruh cuaca, waktu pengeringan lebih cepat, tidak memerlukan tempat yang luas dan kehilangan lebih sedikit. Kerugiannya adalah biaya pengeringan dan

investasi awal tinggi dan diperlukan keterampilan untuk menangani alat dan prosesnya. Pemakaian mesin pengering ini hanya sebagai pengganti bila jemuran di lamoran tidak memungkinkan karena gangguan cuaca.

Hasil pengeringan yang didapatkan dengan memakai mesin pengering umumnya mempunyai mutu yang lebih baik dari pada yang didapatkan dari penjemuran dengan lamoran. Hal ini terlihat dari hasil penggilingannya dimana beras kepala yang dihasilkan dari cara pengeringan mekanis jumlahnya lebih banyak daripada yang dikeringkan dengan penjemuran [7].

#### 2.1.2. Cuaca

Kondisi cuaca merupakan resultante dari beberapa parameter seperti suhu dan kelembaban udara, curah hujan, radiasi surya, kecepatan dan arah angin, evaporasi dan tekanan udara atau secara matematis ditulis,

$$C = f(T, RH, CH, I, W, Evap, P) \quad (1)$$

Unsur-unsur tersebut sekaligus bertindak sebagai pengendali iklim yang membuat cuaca berbeda menurut waktu dan tempat. Keragaman yang tinggi dari unsur-unsur cuaca ini mencegah aplikasi langsung dari informasi iklim yang tersedia. Pada proses penjemuran kondisi cuaca mempengaruhi hari penjemuran secara stokastik. Jika hari hujan maka kegiatan penjemuran tidak dapat dilakukan pada hari itu. Peluang hari hujan atau tidak hujan dihitung dari data cuaca tahunan sebelumnya dan dengan menggunakan pembangkitan peubah acak [12].

Penundaan pengeringan dapat mengakibatkan mutu padi menurun, sehingga faktor cuaca dan waktu pengeringan serta penundaan penjemuran menjadi faktor penting yang harus diperhatikan.

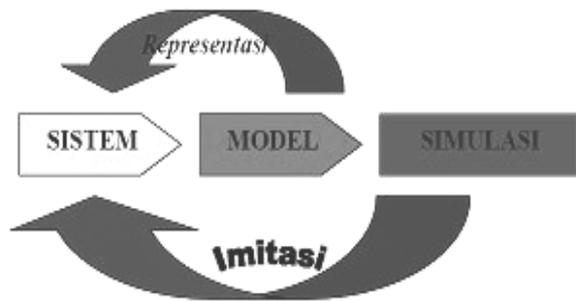
#### 2.1.3. Simulasi Model

Suatu sistem dapat ditelaah dengan dua cara, pertama dengan mempelajari secara langsung sistem tersebut dan yang kedua dengan membuat model dari sistem itu dan menelaahnya melalui model sistem tersebut. Model diperlukan untuk memahami suatu keadaan atau sistem yang rumit, mengandung resiko tinggi, bahaya atau memerlukan biaya yang besar bila dipelajari secara langsung, sehingga penggunaannya menjadi sangat efisien dan efektif [4].

Perumusan masalah dalam simulasi harus dilakukan sesuai dengan keadaan sebenarnya. Semakin komprehensif variabel-variabel yang mempengaruhi model, simulasinya akan semakin mendekati keadaan sebenarnya juga model akan

semakin kompleks dan butuh usaha besar untuk penyelesaiannya. Untuk keperluan penyederhanaan model, variabel yang mempunyai pengaruh yang tidak signifikan biasanya diabaikan.

Dalam pembuatan model sering juga dimasukkan unsur ketidakpastian atau peluang yang dinamakan model stokastik sebagai bandingan dari model deterministik [10]. Hillier dan Lieberman [6] menyatakan bahwa dalam pelaksanaannya, model simulasi yang telah disusun harus disempurnakan lagi (Gambar 1).



Gambar 1. Ilustrasi pemodelan sistem

#### 2.1.4. Simulasi Monte Carlo

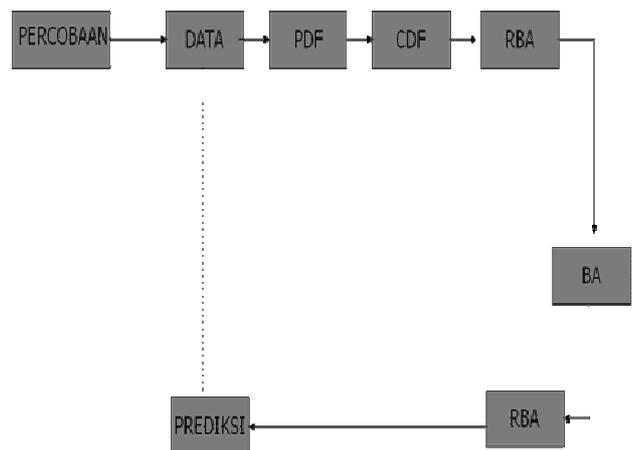
Kejadian di alam sering tampak sebagai sesuatu yang terjadi secara acak dan sulit menduga peluang kejadiannya. Untuk mengukur tingkat ketidakpastian atau kemungkinan terjadinya suatu peristiwa tersebut digunakan teori peluang [5]. Peluang dapat diartikan sebagai rasio terjadinya kejadian tertentu terhadap seluruh kejadian yang dapat terjadi di dalam ruang contoh, yang nilainya berada pada interval 0 dan 1 [14].

Simulasi Monte Carlo adalah tipe simulasi probabilistik dimana untuk memperoleh penyelesaian masalahnya digunakan metode sampling dari proses random. Dasar simulasi Monte Carlo adalah mengadakan percobaan (*eksperimen*) pada elemen-elemen probabilistik melalui sampling acak dengan bantuan pembangkitan bilangan random. Simulasi Monte Carlo dikenal juga dengan istilah *Sampling Simulation* atau *Monte Carlo Sampling Technique*. Simulasi ini menggambarkan kemungkinan penggunaan data sample dalam metode Monte Carlo yang juga sudah diketahui atau diperkirakan distribusinya. Simulasi ini menggunakan data yang sudah ada (*historical data*) yang awalnya dipakai untuk keperluan lain [10].

#### 2.2. Metode

Langkah-langkah dalam simulasi Monte Carlo dibagi dalam lima tahap [9]. Langkah pertama adalah *menetapkan distribusi probabilitas untuk variabel-variabel utama*. Ide dasar simulasi Monte Carlo adalah membangkitkan nilai-nilai untuk variabel-variabel penyusun yang sedang dianalisa. Langkah kedua adalah *menetapkan distribusi kumulatif untuk setiap variabel*. Setelah menentukan distribusi probabilitas, langkah selanjutnya mengubah distribusi probabilitas tersebut menjadi distribusi *cumulatife* dengan cara mengakumulasikan hasil dari distribusi probabilitas yang menghasilkan akumulasi dari masing-masing kelas sebagai total akumulasi dari kelas sebelumnya. Langkah ketiga adalah *menentukan interval dari bilangan-bilangan acak untuk setiap variabel*. Setelah ditentukan distribusi probabilitas kumulatif untuk setiap variabel yang terlibat dalam simulasi, selanjutnya menentukan bilangan tertentu untuk mempresentasikan setiap nilai atau hasil yang mungkin didapatkan. Langkah keempat adalah *membangkitkan bilangan random*. Langkah kelima adalah *menjalankan simulasi dalam serangkaian percobaan*. Secara ringkas tahap-tahap simulasi Monte Carlo tersaji pada Gambar 2.

Pembangkitan bilangan acak pada komputer dilakukan dengan menggunakan *random number generator* yang merupakan suatu algoritma untuk menghasilkan serangkaian angka yang mengikuti suatu distribusi peluang tertentu dengan nilai antara 0 dan 1. Ada beberapa cara menghasilkan bilangan random diantaranya adalah metode *mid-square* dan metode *mixed congruential* [13].



Gambar 2. Tahapan penyusunan model simulasi Monte Carlo [9]

### 2.2.1. Perumusan Masalah

Prediksi jumlah padi yang dapat dikeringkan dengan menggunakan lamporan di suatu daerah dihitung atas dasar peluang jumlah hari cerah (tidak hujan) di wilayah tersebut. Dari prediksi tersebut akan dihitung kebutuhan mesin pengering untuk mengatasi kekurangan kapasitas akibat lamporan tidak dapat digunakan secara maksimal karena terkendala hujan.

Kecamatan Ciomas merupakan salah satu dari 40 kecamatan yang ada di Kabupaten Bogor (Provinsi Jawa Barat) yang terkenal dengan kota hujan. Luas Kecamatan Ciomas 6374 ha dengan jumlah penduduk (data Susenas 2005) 128,885 jiwa yang tersebar di 9 desa dan satu kelurahan [1,2]. Lahan pertanian berupa sawah seluas 1210 ha dengan produksi 7200 ton gabah/tahun (2 musim) pada tingkat produktivitas rata-rata 3 ton/ha/musim. Pengeringan padi di daerah ini dilakukan dengan menjemur diatas lamporan dimana luas keseluruhannya lebih kurang 3 ha yang dapat menampung 300 ton gabah basah dalam sekali penjemuran selama 2 hari untuk mencapai kadar air 14% [3]. Secara teoritis luas lamporan ini dapat mengeringkan produksi gabah apabila selama satu bulan penuh tidak ada hari hujan. Untuk keperluan prediksi hari hujan tersedia data curah hujan harian selama 10 tahun yang didapatkan dari stasiun klimatologi yang berada di Darmaga Kabupaten Bogor.

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam studi ini adalah:

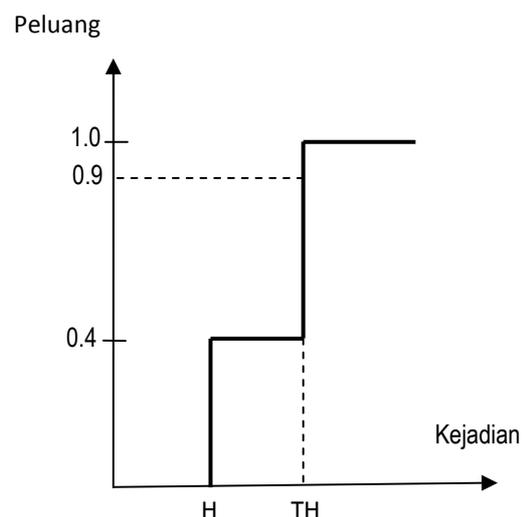
- Panen terjadi 2 kali setahun dan pengeringan dilakukan hanya selama satu bulan pada setiap musim yaitu pada bulan Maret dan September.
- Hari tidak hujan (cerah) adalah hari dengan curah hujan kurang dari 1 mm sedangkan diluar kriteria tersebut adalah hari hujan.
- Walaupun ada beberapa faktor cuaca yang berpengaruh terhadap penjemuran, dalam studi ini hanya faktor curah hujan (hari cerah atau hujan) yang dianggap mempengaruhi penjemuran.
- Pengeringan dengan lamporan membutuhkan waktu 2 hari tidak hujan terus-menerus atau boleh ditunda maksimal satu hari atau mempunyai pola jemur-jemur (cerah-cerah) dan jemur-tunda-jemur (cerah-hujan-cerah).
- Agar tidak perlu tenaga kerja tambahan, pengeringan dengan mesin pengering hanya dilakukan pada saat tidak memungkinkan penjemuran atau sedang hari hujan.
- Mesin pengering yang dipakai mempunyai kapasitas pengeringan 10 ton gabah/unit basah dalam satu kali proses selama 10-12 jam.

- Kapasitas pengeringan dengan lamporan dan mesin pengering diasumsikan tetap selama bulan operasi.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menentukan peluang hujan sepanjang bulan Maret dan September digunakan data selama 10 tahun seperti terlihat pada hasil simulasi pada Lampiran 1 dan 2. Sebagai contoh pada tanggal 1 Maret terdapat empat hari kejadian hujan dari peluang 10 hari kejadian (dalam 10 tahun), sehingga dikatakan peluang kejadian hujan pada tanggal 1 Maret atau  $P(H)$  adalah 0.4 dan peluang hari cerah adalah 0.6, nilai-nilai tersebut dinamakan *partial distribution function* (PDF). Selanjutnya pada tanggal tersebut dibuat fungsi kepekatan kumulatifnya (*cummulative distribution function, CDF*) yang merupakan nilai kumulatif dari semua peluang kejadian (Gambar 3). Kemudian bangkitkan bilangan acak dengan software excel dimana bilangan acak yang muncul adalah 0.942 sehingga hasil simulasi untuk tanggal 1 Maret adalah hari cerah atau tidak hujan (TH).

Demikian seterusnya untuk semua hari pada bulan Maret dan September dilakukan simulasi sehingga didapatkan prediksi hari hujan (H) atau tidak hujan (TH) pada setiap hari di bulan-bulan tersebut. Tabel 1 menyajikan jumlah hari hujan dan tidak hujan. Rata-rata peluang hujan di bulan Maret dan September masing-masing adalah 0.62 dan 0.37 atau dapat dikatakan bahwa peluang hujan lebih banyak terjadi pada bulan Maret daripada September.



Gambar 3. Diagram peluang kumulatif kejadian hujan pada tanggal 1 Maret

Tabel 1. Hasil simulasi jumlah hari hujan (H) dan tidak hujan (TH)

Bulan	H (hari)	TH (hari)	Jumlah (hari)
Maret	19 (0.62)	12 (0.38)	31
September	11 (0.37)	19 (0.63)	30

Keterangan: angka dalam kurung adalah nilai peluang kejadian

Dengan menggunakan asumsi yang sudah disebutkan sebelumnya, dapat ditentukan kapan lamporan dapat dipergunakan untuk mengeringkan gabah. Bila hari tidak hujan (TH) diberi kode 1 dan hari hujan (H) diberi kode 0 maka pengeringan dapat dilakukan dimana terdapat pola 1-1 atau 1-0-1. Pada saat hari hujan (H = 0) maka mesin pengering harus dioperasikan. Dari hasil simulasi didapatkan bahwa pada bulan Maret pengeringan dengan lamporan hanya dapat mengeringkan 1500 ton padi (42%) sedangkan pada bulan September 2700 ton (75%) sehingga sisa padi yang harus dikeringkan dengan mesin pengering pada bulan-bulan tersebut adalah masing-masing 2100 dan 900 ton.

Jumlah padi yang harus dikeringkan dengan mesin pengering dibagi dengan jumlah hari dimana mesin pengering dioperasikan (sama dengan jumlah hari hujan) maka didapatkan pada bulan Maret kapasitas mesin pengering yang harus disediakan adalah 110 ton/hari dan bulan September 90 ton/hari. Sehingga untuk Kecamatan Ciomas harus disediakan 11 unit

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2007. Rancangan rencana pembangunan jangka panjang daerah (RPJPD). Pemerintah Kabupaten Bogor.
- Anonim. 2007. Informasi Laporan Penyelenggaraan Pemerintahan Daerah Kabupaten Bogor Tahun Anggaran 2007. Pemerintah Kabupaten Bogor.
- Dinas Pertanian dan Kehutanan Kab. Bogor. 2007. Buku Saku Potensi dan Peluang. Pemerintah Kabupaten Bogor.
- Gillet, B.E. 1982. Introduction to Operation Research, A Computer-oriented Algorithmic Approach. McGraw-Hill Inc., New York.
- Gottfried, B.S. 1984. Element of Stochastic Process Simulation. Prentice-Hall Inc., New Jersey.
- Hillier, F.S and G.J. Lieberman. 1980. Introduction to Operation Research. Holden-day Inc., USA.

mesin pengering (diambil kebutuhan yang terbesar yaitu bulan Maret) dengan kapasitas 10 ton/unit.

## KESIMPULAN

- Simulasi Monte Carlo dapat dipergunakan untuk memprediksi peluang keberhasilan pengeringan padi dengan cara penjemuran yang sangat tergantung cuaca.
- Hasil simulasi berdasarkan data curah hujan harian selama 10 tahun mendapatkan bahwa peluang hari hujan di Ciomas pada bulan Maret (0.62) lebih besar daripada bulan September (0.37), sehingga total kapasitas mesin pengering yang dibutuhkan adalah 110 ton/hari.
- Jumlah minimum mesin pengering yang dibutuhkan Kecamatan Ciomas adalah 11 unit dengan kapasitas 10 ton/unit.

Akurasi hasil simulasi, dapat ditingkatkan dengan (a) memasukkan faktor cuaca lain seperti suhu dan kelembaban nisbi udara serta radiasi surya kedalam variabel yang mempengaruhi penjemuran (b) membuat asumsi kapasitas lantai jemur (lamporan) dan mesin pengering merupakan suatu selang nilai yang menyebar secara distribusi normal (tidak konstan).

- Manalu, L.P. 2001. Pasca Panen Padi, Studi Kasus di Kecamatan Rengasdengklok Kabupaten Karawang, Laporan Teknis Intern, BPPT, Jakarta.
- Mulet, A., Berna, A., Rossello, C. and Canellas. 1993. Analysis of open sun drying experiments. *Drying Technology*, 11:6,1385 – 1400
- Pramudya B. 2008a. Analisis sistem, Bagian I, Analisis Perencanaan Sistem. Program Pasca Sarjana, IPB Bogor.
- Pramudya B. 2008b. Model stokastik, Strategi Mekanisasi Pertanian. Program Pasca Sarjana, IPB Bogor.
- Sodha, M. S., Bansal, P. K., Dang, A. and Sharma, S. B. 1985. Open sun drying : an analytical study. *Drying Technology*, 3:4,517- 527.
- Sutini. 1993. Model simulasi pendugaan peluang berhasilnya penjemuran sawut ubikayu di Kabupaten Garut Jawa Barat. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.

Thierauf, R.J. and R.C. Klekamp. 1975. Decision Making Through Operation Research. John Wiley & Sons Inc., New York.

Walpole, R.E. and R.H. Meyers. 1985. Probability and Statistics for Engineer and Scientist. McMillan Inc., New York.

Witinantakit, K., S. Prachayawarakorn, A. Nathakaranakule and S. Soponronnarit. 2006. Paddy drying using adsorption technique: Experiments and simulation. Drying Technology, 24:5,609 – 617.