

# ANALISIS SISTEM ANTRIAN PROSES PEMBUATAN GULA AREN DENGAN MODEL SINGLE CHANNEL-SINGLE PHASE POLA M/M/1

Aliudin<sup>1</sup>, Adrian Prayogi<sup>2</sup>, Arin Romadhona<sup>3</sup>, Siti Dea Nurhalijah<sup>4</sup>  
[aliudin@untirta.ac.id](mailto:aliudin@untirta.ac.id)<sup>1</sup>, [4441220070@gmail.com](mailto:4441220070@gmail.com)<sup>2</sup>, [4441220019@gmail.com](mailto:4441220019@gmail.com)<sup>3</sup>,  
[4441220018@gmail.com](mailto:4441220018@gmail.com)<sup>4</sup>

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

## Abstrak

Metode tradisional pembuatan gula aren masih digunakan di Indonesia hingga saat ini, dan metode tersebut dapat berbeda disetiap daerahnya. Air nira harus diproses dengan benar dan efisien menjadi gula aren untuk menghasilkan gula aren berkualitas tinggi; jika tidak, air nira akan menumpuk dan berfermentasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelidiki mekanisme antrian yang digunakan dalam pengolahan bahan baku gula aren. Durasi proses pemanasan dan penyadapan air nira adalah metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem antrian yang ada pada proses pengolahan gula aren ini adalah FIFO (First in First Out) dengan model antrian single channel single phase dengan pola M/M/1. Dari perhitungan diketahui bahwa probabilitas (P0) air nira dalam penampungan mungkin/tidak mungkin terjadi air nira tersebut kosong di penampungan sebesar 0.217% yang berarti kecil kemungkinan penampungan air niranya tersebut kosong. Sedangkan untuk (Lq) rata-rata air nira yang menunggu diproses yaitu 5.575 liter.

**Kata Kunci:** sistem antrian, laju kedatangan, laju pelayanan, gula aren.

## Abstract

*Traditional methods of making palm sugar are still used in Indonesia today, and they can differ from region to region. The nira water must be properly and efficiently processed into palm sugar to produce high-quality palm sugar; otherwise, the nira water will accumulate and ferment. The objective of this study was to investigate the queuing mechanism used in the processing of raw materials for palm sugar. The duration of the heating process and the tapping of nira water were the data collection methods used in this study. The results showed that the existing queuing system in the palm sugar processing process is FIFO (First in First Out) with a single channel single phase queuing model with the M / M / 1 pattern. From the calculation it is known that the probability (P0) of nira water in the reservoir may / may not occur that the nira water is empty in the reservoir of 0.217%, meaning there is a small possibility that the sap water reservoir is empty. As for (Lq) the average nira water waiting to be processed is 5.575 liters.*

**Keywords:** queuing system, arrival rate, service rate, palm sugar.

## 1. PENDAHULUAN

Salah satu tanaman palem yang terdapat di Indonesia adalah Aren (Arenga Pinnata Merr). Tanaman aren menghasilkan cairan yang disebut nira yang disadap dari tandan. Nira mengandung sebesar 13.9-14.9% sukrosa, 0.04% abu, 0.2% protein, dan 0.02% lemak. Zat-zat tersebut merupakan sumber protein nira kelapa sawit. Meskipun protein dalam nira biasanya sangat kecil, namun jika diukur dari keseluruhan bahan kering, konsentrasi protein dapat mencapai 0.78%. Rasa manis dari nira diatur oleh berbagai komponen kimia seperti sukrosa, glukosa, fruktosa, dan karbohidrat. Dalam buku statistik non unggulan tahun 2020-2022, Produksi Aren Menurut Status Pengusahaan Tahun 2022 yaitu mencapai 106.486 ton, dan untuk luas areal tanamnya yaitu 63.244 ha. Sari nira merupakan bahan baku utama dalam pembuatan produk gula aren.

Bahan utama yang umum digunakan untuk membuat gula aren adalah air nira. Salah satu produk turunan dari tanaman aren adalah gula aren. Cairan manis yang

disebut nira diekstrak dari tandan tanaman aren. Dalam industri makanan, gula aren digunakan untuk membuat kecap dan dodol. Gula aren juga dapat digunakan sebagai penyedap atau aditif dalam makanan olahan seperti kue, kolak, dan makanan olahan lainnya. Terakhir, dapat digunakan sebagai bahan tambahan pemanis pada minuman dan makanan seperti bandrek, bajigur, kopi, dan minuman lainnya.

Dengan demikian, kualitas nira merupakan aspek yang paling penting dalam penentuan kualitas gula aren yang dihasilkan. Dua parameter kualitas nira yang paling penting adalah nilai pH dan persentase kandungan campuran. pH nira dapat menjadi aspek yang sangat penting karena pH nira menandakan perkembangan bakteri yang dapat merusak dan menurunkan kualitas nira, yang kemudian dapat mempengaruhi kualitas gula aren yang dihasilkan.

Saat ini, pembuatan gula aren di Indonesia telah menjadi prospek bisnis yang menguntungkan. Proses pembuatan nira menjadi gula aren saat ini masih dilakukan secara tradisional. Proses pengambilan nira sangat tidak berdaya terhadap waktu dan jarak hal ini karena air nira memiliki batasan waktu sehingga zat gula atau nira yang diperoleh lebih maksimal dan dapat menghasilkan gula dengan kadar yang tinggi serta kualitas yang baik.

Salah satu hal yang perlu dioptimalkan dalam kaitannya dengan waktu tunggu nira adalah sistem antrian. Segera setelah nira dipanen, nira harus segera diolah. Fermentasi akan semakin kecil kemungkinannya semakin cepat ditangani. Kekhawatiran telah muncul mengenai penumpukan barang pada titik-titik tertentu dalam proses produksi, yang mungkin merupakan satu dari beberapa hal yang akhirnya menjadikan adanya perlambatan proses dan menurunkan kualitas gula aren. Sistem antrian dalam proses produksi diindikasikan jika terjadi penumpukan barang pada titik tertentu. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh model dan sistem antrian dalam proses produksi sari nira sampai menjadi gula aren.

### 3. METODE PENELITIAN

Pada metode, penelitian ini menggunakan jenis kuantitatif. kuantitatif dianggap sebagai pendekatan ilmiah karena telah memenuhi standar ilmiah dengan karakteristik-karakteristik yang konkrit, empiris, objektif, terstruktur, rasional, dan sistematis. Sugiyono (2021) menegaskan bahwa penelitian kuantitatif telah menjadi metode tradisional yang telah lama digunakan dan terbukti efektif dalam melakukan sebuah penelitian. Data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari sumber lainnya seperti literatur dan media youtube.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Barang yang diamati merupakan barang produksi berupa air nira yang berperan menjadi pelanggan dalam suatu antrian, pengrajin atau pekerja gula aren menjadi pelayan.. Proses penyadapan nira dilakukan dua kali yaitu pagi-siang pada pukul 07.00-14.00 dan sore hari pada pukul 14.00-17.00 dengan 3 hari pengamatan berarti terdapat 3 interval waktu. Berikut adalah hasil pengamatan data kedatangan hasil sadapan nira:

Tabel 1. Data Kedatangan Air Nira

Hari	Jumlah Kedatangan Air Nira Pada Interval waktu
------	--

	07.00-14.00	14.00-17.00
Hari 1	20	10
Hari 2	15	12
Hari 3	18	7

Sumber: Data Sekunder Hasil Perhitungan Penelitian

Untuk data pelayanan sendiri didapat dari berapa banyak (liter) air nira yang akan diproses atau dipanaskan untuk selanjutnya dicetak menjadi gula aren, dengan interval waktu yang ditentukan. Maka hasil dari pengamatan data pelayanan atau proses gula aren bisa dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data Pelayanan atau Proses Gula Aren

Hari	Jumlah Proses Air Nira Pada Interval waktu	
	07.00-14.00	14.00-17.00
Hari 1	15	8
Hari 2	13	9
Hari 3	14	7

**Perhitungan Antrian Model Tunggal**

Sebelum memulai perhitungan, perlu diketahui untuk mengetahui  $\lambda$  (jumlah kedatangan air nira dalam satuan waktu) dan  $\mu$  (jumlah air yang diproses dalam satuan waktu). Diketahui:

$x$  = jumlah kedatangan air nira

$n$  = interval waktu

$\Sigma x$  = total jumlah kedatangan air nira

$$\lambda = \frac{\Sigma x}{n}$$

$$\lambda = \frac{82}{6} = 13,6$$

Jumlah kedatangan air nira per satuan waktu adalah 13,6 air nira atau bisa dinyatakan 14 liter air nira dalam satu jam pada kondisi sibuk.

Diketahui:

$x$  = Jumlah air nira yang diproses

$n$  = Interval waktu

$\Sigma x$  = Total jumlah air nira yang diproses

$$\mu = \frac{\Sigma x}{n}$$

$$\mu = \frac{66}{6} = 11$$

Jadi, jumlah air nira yang diproses per satuan waktu adalah 11 liter air nira

- a. Probabilitas yang berarti terdapat 0 (nol) Air nira dalam penampungan (tidak adanya air nira dalam penampungan)

$$P_0 = \frac{1}{\left[ \sum \frac{M-1}{n-0} \frac{1}{n!} \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^2 \right] + \frac{1}{M!} \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^M \frac{M\mu}{M\lambda - \mu}}$$

$$P_0 = \frac{1}{\left[ \frac{0 \binom{14}{11} 0}{0! (11)^0} \right] + \frac{1 \binom{14}{11} 1 \cdot 11}{1! (11)^1 1.14 - 11}}$$

$$P_0 = \frac{1}{1.36} = 0.217\%$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa probabilitas pada penampungan air nira sebesar 0.217%, yang berarti sangat kecil kemungkinan penampungan air nira tersebut akan kosong.

- b. Jumlah air nira rata-rata dalam penampungan

$$L_s = \left( \frac{\lambda \mu \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^M}{(M-1)! (M\lambda - \lambda)^2} P_0 \right) + \frac{\lambda}{\mu}$$

$$L_s = \left( \frac{14 \cdot 11 \left( \frac{14}{11} \right)^1}{(1-1)! (1.14 - 14)^2} 0.217 \right) + \frac{14}{11} = 43.804 \text{ liter}$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa rata-rata jumlah air nira dalam penampungan, yaitu sebesar 43.804 liter atau bisa dibulatkan menjadi 44 liter.

- c. Waktu rata-rata air nira dalam penampungan

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda}$$

$$W_s = \frac{43.804}{14} = 3.128 \text{ Jam}$$

Atau sama dengan  $3.128 \times \text{menit} = 187.680$  menit

Hasil tersebut menunjukkan bahwa rata-rata waktu air nira dalam penampungan, yaitu sebesar 3.128 jam atau sama dengan 187.680 menit.

- d. Rata-rata jumlah air nira yang menunggu dalam proses

$$L_q = L_s \frac{\lambda}{\mu}$$

$$L_q = 43.804 \frac{14}{11} = 5.575 \text{ liter (dalam satu jam sibuk)}$$

Perhitungan diatas memberikan hasil bahwa rata-rata jumlah air nira yang sedang menunggu dalam proses pembuatan gula aren sebesar 5.575 liter atau bisa dibulatkan menjadi 5.6 liter.

- e. Rata-rata waktu yang dihabiskan oleh air nira untuk menunggu proses pembuatan gula aren

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda}$$

$$Wq = \frac{5.575}{14} = 398 \text{ menit}$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa rata-rata waktu yang digunakan oleh air nira yang sedang menunggu proses pembuatan gula aren yaitu, sebesar 398 menit atau sama dengan 6.6 jam.

**Perhitungan Tingkat Pelayanan dan Kinerja Antrian Optimal**

Selanjutnya adalah melakukan perhitungan antrian air nira untuk diproses menjadi gula aren dengan mengubah jumlah proses pembuatan gula aren yang terbuka atau bisa disebut (M) untuk mencapai tingkat proses dan efisiensi antrian yang optimal. Guna untuk mencapai tingkat proses dan efisiensi antrian yang optimal, perlu digunakannya perhitungan yang sama seperti sebelumnya, hanya dengan nilai M yang berbeda. Dalam hal ini, beberapa nilai M akan digunakan. Tabel 3 menunjukkan hasil perhitungan tingkat proses gula aren dan efisiensi antrian yang optimal dengan menggunakan nilai M yang lebih dari 1.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Tingkat Proses Air Nira dan Efisiensi Antrian Optimal

Efisiensi Antrian	Jumlah jalur proses yang terbuka (M)		
	M=1	M=2	M=3
Po	0.217%	1.64%	1.35%
Ls	44 liter	1.54 liter	0.04 liter
Ws	3.128 jam	0.11 jam	0.002 jam
Lq	5.575 liter	0.14 liter	0.002 liter
Wq	398 menit	0.01 menit	0.00014 menit

**3. KESIMPULAN**

Hasil penelitian memberikan kesimpulan bahwa sistem antrian yang ada pada proses pengolahan gula aren ini adalah FIFO (First In First Out) dengan model antrian single channel single phase dengan pola M/M/1. Dari perhitungan diketahui bahwa probabilitas (Po) air nira dalam penampungan mungkin/tidak mungkin terjadi air nira tersebut kosong di penampungan sebesar 0.217% yang berarti kecil kemungkinan penampungan air nira tersebut kosong. Sedangkan untuk (Lq) rata-rata air nira yang menunggu diproses yaitu 5.575 liter.

## DAFTAR PUSTAKA

- ANALISIS SISTEM ANTRIAN PEMBAYARAN REGISTRASI MAHASISWA DENGAN MODEL ANTRIAN SINGLE CHANNEL-SINGLE PHASE POLA M/M/1. (n.d.). <https://increate.nusanipa.ac.id/index.php/increate/article/view/36/33>.
- Aliudin, Sariyoga, S., & Anggraeni, D. Efisiensi dan Pendapatan Usaha Gula Aren Cetak (Kasus pada Perajin Gula Aren Cetak di Desa Cimenga, Kecamatan Cijaku, Kabupaten Lebak, Provinsi Banten). *Jurnal Agro Ekonomi*, 29(1), 71-85.
- Aliudin, A., & Sariyoga, S. (2018). DISTRIBUSI DAN KONTRIBUSI PENDAPATAN KERAJINAN GULA AREN CETAK SERTA IMPLIKASINYA TERHADAP EKONOMI RUMAH TANGGA PERAJIN (Studi Kasus pada Perajin Gula Aren di Desa Cimenga Kecamatan Cimenga Kabupaten Lebak). *JURNAL AGRIBISNIS TERPADU*, 9(2).
- Arahman, S. D. I., Rully, T., & Armadi, D. A. (2024). ANALISIS SISTEM ANTRIAN DALAM UPAYA MENINGKATKAN EFISIENSI PELAYANAN PADA UMKM KOPI ENIGMA KECAMATAN SETU KABUPATEN BEKASI. *JURNAL MANAJEMEN PRATAMA*, 1(1).
- Astuti, A., Sari, R. M., & Mulyaningsih, A. (2019). Analisis perilaku ekonomi rumah tangga pengrajin gula aren di Kabupaten Lebak, Banten. *Jurnal Agribisnis Terpadu*, 12(2), 190-202.
- Buku Statistik Non Unggulan Nasioanal 2020-2022. Direktorat Jendral Perkebunan Pertanian Republik Indonesia.
- Dume Bang Zayn. (2022, September 17). Proses penyadapan air nira & pengolahan gula aren dengan cara tradisional | air tuak | nira kelapa [Video]. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=TW\\_KnPiKkPg](https://www.youtube.com/watch?v=TW_KnPiKkPg)
- Hidayat, R. S., Rusman, Y., & Ramdan, M. (2017). Analisis Saluran Pemasaran Gula Aren (Arenga Pinnata)(Studi Kasus Di Desa Capar Kecamatan Salem Kabupaten Brebes). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa AGROINFO GALUH*, 2(2), 117-124.
- Hutami, R., Pribadi, M. F. I., Nurcahali, F., Septiani, B., Andarwulan, N., Sapanli, K., ... & Wahyudi, S. (2023). Proses Produksi Gula Aren Cetak (Arenga pinnata, Merr) Di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 5(2), 119-130.
- Jay, H., & Barry, R. (2016). Definisi Manajemen Operasional Menurut Para Ahli.
- Listiyani, R., Linawati, L., & Sasongko, L. R. (2019). Analisis proses produksi menggunakan teori antrian secara analitik dan simulasi. *Jurnal rekayasa sistem industri*, 8(1), 9-18.
- Maziyah, I. U. (2016). Implementasi model single channel-single phase dalam berbagai variasi kejadiannya untuk melihat tingkat efektivitas waktu pelayanan pada sistem pembayaran. <http://etheses.uin-malang.ac.id/5751/>
- Noviara, Y., Nohe, D. A., & Novia, Y. N. (2015). Analisis Penerapan Sistem Antrian Single Channel Multi Phase Pada Engine Overhaul di PT. ALTRAK 1978 Branch Samarinda. *Jurnal Eksponensial*, 6.
- Nurfritria, D., Nureni, N., & Utami, I. T. (2017). Analisis Antrian Dengan Model Single Channel Single Phase Service Pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (Spbu) I Gusti Ngurahrai Palu. *Jurnal Ilmiah Matematika Dan Terapan*, 12.
- Pondaag, I. M., Ruru, J. M., & Kolondam, H. (2019). Pemberdayaan Petani Gula Aren Di Desa Wanga Amongena Kecamatan Motoling Timur. *Jurnal Administrasi Publik*, 5(80).
- Permatasari, L. N., & Kurniawan, H. (2023). ANALISIS SISTEM ANTRIAN SINGLE CHANNEL SINGLE PHASE:: M/M/1 PADA PELAYANAN KASIR DI RESTORAN KOBER MIE RENON. In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi "SainTek" (Vol. 1, No. 1, pp. 32-40)*.
- Ramadhan, J. D., Agus, F., & Astuti, I. F. (2017). Simulasi sistem antrian dengan metode multiple channel single phase. In *Prosiding Seminar Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (Vol. 2, No. 1)*.
- Sari, R. M., Astuti, A., Suherman, S. S., & Mulyaningsih, A. (2020). RISIKO USAHA PENGRAJIN GULA AREN DI KABUPATEN LEBAK, BANTEN. *Jurnal Agribisnis Terpadu*, 13(1), 108-119.
- Suban, A. L., Itu, S. M., & Nagen, R. (2021). Analisis Sistem Antrian Pembayaran Registrasi Mahasiswa Dengan Model Antrian Single Channel-Single Phase Pola M/M/1. *Increate-Inovasi dan Kreasi dalam Teknologi Informasi*, 8(1).