



RANCANG BANGUN SISTEM PENGERING GAPLEK TIPE HIBRIDA KOMBINASI ANTARA SISTEM EFEK RUMAH KACA DAN TUNGKU BIOMASSA

Brahmantya Aji Pramudita¹, Bandiyah Sri Aprillia², dan Achmad Rizal³

¹Telkom University, Fakultas Teknik Elektro, email: brahmantyaajip@telkomuniversity.ac.id

²Telkom University, Fakultas Teknik Elektro, email: bandiyah@telkomuniversity.ac.id

³Telkom University, Fakultas Teknik Elektro, email: achmadrizal@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Sistem pengering tipe efek rumah kaca (ERK) bekerja dengan memanfaatkan energi panas matahari. Cara kerja tersebut memiliki kekurangan karena sangat bergantung pada cuaca untuk mendapatkan energi panas matahari secara maksimal. Kekurangan tersebut dapat mengganggu proses pengeringan hasil pengolahan produk perkebunan, khususnya gaplek. Sehingga, hasil pengolahan produk perkebunan menghasilkan produk yang tidak bagus. Oleh karena itu, tungku biomassa ditambahkan pada sistem pengering tipe ERK untuk mengatasi ketergantungan terhadap energi panas matahari. Selain itu, sistem kendali suhu juga ditambahkan untuk mengendalikan suhu di dalam sistem pengering untuk mempertahankan suhu optimal pengeringan gaplek. Hasil sistem pengering hibrida yang diusulkan mampu mengendalikan suhu di bawah 60°C. Selain itu, nilai kelembapan dapat mencapai titik minimum 16% ketika suhu mencapai titik maksimum 57°C. Hasil tersebut menunjukkan sistem mampu memberikan udara kering yang banyak karena sistem pengering ERK dilengkapi dengan exhaust fan. Sehingga gaplek dapat kering sesuai dengan mutu yang diinginkan. Kemudian, biaya yang dikeluarkan untuk pengoperasian sistem pengering hibrida yang diusulkan sangat murah, yaitu Rp 158.194,65 per tahun.

Kata kunci: pengering, gaplek, efek rumah kaca, suhu, tungku biomassa, hibrida

Abstract

The greenhouse system works by utilizing solar thermal energy. It has a deficiency because it depends on weather to get maximum solar thermal energy. This deficiency can interfere with the drying process of plantation products, especially gaplek. Thus, it produces non-optimal products. Therefore, biomass furnace is added to the greenhouse system to overcome the dependence of solar thermal energy. Moreover, the temperature control system is also added to control the temperature in the dryer room to maintain optimal temperature of gaplek drying. The result of the proposed hybrid dryer system can control the temperature below 60°C. Moreover, the humidity can reach a minimum point of 60% while the temperature is 57°C. Those results show the system can give numerous dry air to the dryer room because the greenhouse system is equipped with an exhaust fan. Thus, gaplek can appropriately dry according to the desired grade. Then, the cost of operating the proposed hybrid drying system is inexpensive, which is Rp 158.194,65 per year.

Keywords: *dryer, gaplek, greenhouse, temperature, biomass furnace, hybrid*

1. Pendahuluan

Pengolahan hasil pertanian atau perkebunan merupakan proses yang penting untuk membantu proses pengolahan selanjutnya dan dapat meningkatkan nilai jual. Proses pengeringan adalah merupakan salah satu tahap proses pengolahan pasca panen yang sangat penting [1]. Proses pengeringan adalah langkah untuk mengurangi kadar air suatu bahan hingga mencapai tingkat kekeringan tertentu [2]. Proses pengeringan membantu suatu bahan dapat mencapai tingkatan mutu bahan tertentu sehingga memperoleh nilai jual yang lebih tinggi [1], [3]. Selain itu, proses pengeringan dapat digunakan untuk tujuan lain, misalnya untuk memperpanjang umur simpan suatu produk [2]–[6].

Proses pengeringan terjadi ketika adanya perpindahan panas dan massa secara transien dan disertai dengan adanya beberapa laju proses, seperti transformasi fisik atau mekanisme perpindahan panas dan massa [7]. Perbedaan kandungan uap air dengan udara yang terdapat dalam ruang pengering dan udara di dalam bahan yang dikeringkan mengakibatkan terjadi proses penguapan. Perpindahan kadar air pada bahan yang dikeringkan mengakibatkan penyusutan volume bahan. Namun, penyusutan volume bahan bukan merupakan pertimbangan dalam proses pengeringan. Meskipun, penyusutan tetap akan terjadi [8].

Proses pengeringan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu secara alami dan buatan. Proses pengeringan alami dilakukan dengan menggunakan energi panas matahari sedangkan proses pengeringan buatan dilakukan dengan bantuan mesin atau alat pengering. Kedua cara tersebut memiliki keunggulan dan kelemahan masing-masing. Pengeringan secara alami memiliki keunggulan karena memanfaatkan langsung energi panas matahari sehingga mudah dan murah. Namun, kelemahannya adalah membutuhkan lahan yang luas dan bahan yang dikeringkan mudah kotor ketika proses pengeringan karena kotoran dan debu yang terbawa oleh angin [3]. Sedangkan, pengeringan buatan memiliki keunggulan dimana pengeringan tidak memakan lahan yang luas dan bahan yang dikeringkan dapat terlindung dari kotoran dan debu. Sedangkan, kelemahan menggunakan cara ini adalah proses perancangan dan pembuatannya rumit serta memerlukan biaya yang mahal untuk membangun alat pengering.

Berbagai macam sumber panas digunakan dalam proses pengeringan, misalnya energi panas matahari, batu bara, biomassa, listrik, dan lain-lain [3]. Namun, energi panas matahari banyak digunakan dalam proses pengeringan karena keuntungan, seperti mudah penggunaannya, murah, dan ketersediaannya sangat berlimpah terutama di Indonesia [1], [6]. Namun, energi panas matahari memiliki kekurangan karena sangat bergantung pada kondisi cuaca [6]. Kondisi tersebut berakibat proses pengeringan terganggu. Energi panas matahari dapat dioptimalisasi sebagai sumber panas untuk pengeringan dengan membuat alat pengering efek rumah kaca (ERK).

Prinsip kerja pengering ERK adalah melakukan pengeringan dengan bahan yang dikeringkan tidak terpapar secara langsung dengan sinar matahari atau yang disebut dengan *Controlled Sun Dryer* (CSD) [3]. Namun, sinar matahari tersebut diserap oleh bahan pembentuk pengering ERK untuk mengumpulkan panas dan menaikkan suhu ruangan pengering. Penggunaan pengering ERK tidak akan maksimal jika mengandalkan sinar matahari atau energi panas matahari. Hal ini disebabkan karena energi panas matahari hanya ada ketika siang hari dan bergantung pada kondisi cuaca pada saat itu.

Oleh karena itu, pada penelitian ini melakukan analisis perancangan sistem pengering hibrida kombinasi antara sistem ERK dengan tungku biomassa. Tungku biomassa dikombinasikan dengan ERK karena sistem ERK sangat bergantung pada energi panas matahari dan sistem pengering ERK tidak dapat digunakan pada malam hari. Selain itu, teknologi pengering

membutuhkan energi yang besar dan membuat biaya produksi menjadi mahal karena ketergantungan dengan listrik PLN dan bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batu bara, dan lain-lain [9]. Jadi, teknologi hibrida pengering surya dan energi alternatif serta dilengkapi sistem kendali suhu diusulkan dan dikembangkan untuk memberikan mengurangi ketergantungan terhadap energi matahari dan energi lain sehingga hasil pengeringan gaplek optimal dan hemat biaya.

2. Metode Penelitian

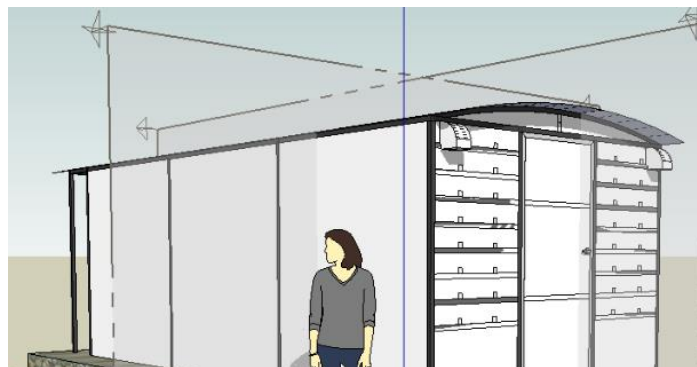
Dalam penelitian ini, bahan hasil pertanian yang dikeringkan adalah gaplek. Pembuatan sistem pengering hibrida dilakukan dengan berbagai tahapan rancangan, yaitu bangunan, instrumentasi, dan energi alternatif.

2.1 Rancangan Bangunan

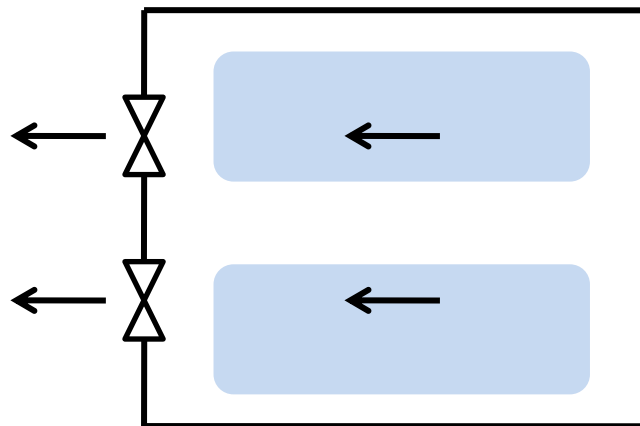
Perancangan bangunan pada sistem pengering hibrida ini dibagi menjadi dua rancangan, yaitu rancangan alas ruangan dan rancangan kerangka dan dinding. Bangunan sistem pengering dirancang untuk dapat menampung hasil pengolahan gaplek sekitar 0.5 ton. Alas ruangan dirancang dengan bahan baku batuan kali sebagai dasar utama bangunan dan bahan pendukung dengan menggunakan pasir atau campuran pasir dengan kerikil dengan luas 28 m². Tabel 1 menunjukkan bahan baku yang digunakan untuk membuat alas bangunan.

Tabel 1. Bahan baku pembuatan alas ruangan pengering

No	Bahan Baku	Jumlah
1	Batu Kali	6.72 m ³
2	Pasir/ Pasir Campur Kerikil	1.68 m ³
3	Semen	400 Kg



Gambar 1. Ilustrasi bangunan ruangan pengering



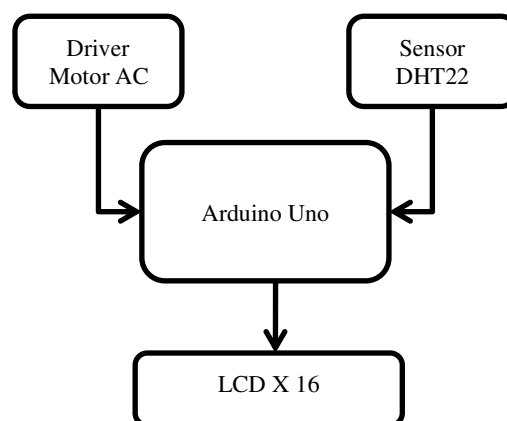
Gambar 2. Ilustrasi pemasangan *exhaust fan* dan sirkulasi ruangan pengering

Ruangan pengering hibrida dirancang untuk dapat menyerap energi panas matahari. Rancangan dan bahan untuk ruangan pengering yang terdiri dari kerangka dari besi dan dinding bangunan dibuat dari lapisan tebal plastik polikarbonat yang disebut dengan *solarlite*. Selain itu, rak untuk penampung gaplek juga dirancang. Ukuran ruangan pengering hibrida dirancang dengan luas 18 m². Sedangkan, rak penampungan bahan untuk dikeringkan dirancang dengan luas 0.8 m². Ruangan pengering hibrida seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 dapat menampung 94 rak dengan daya beban 5.4 Kg gaplek per rak.

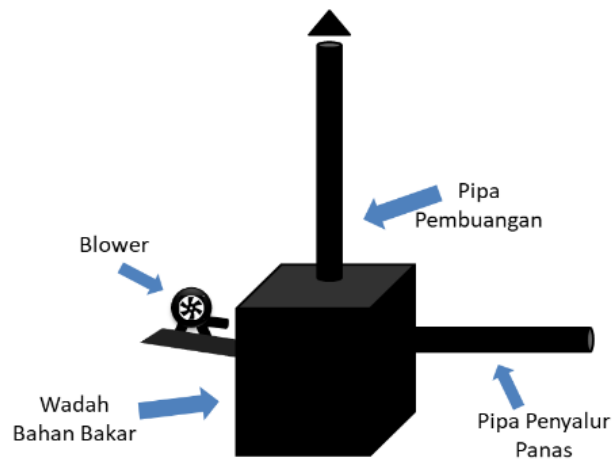
Selain itu, sistem sirkulasi udara untuk menyebarkan panas dirancang pada sistem pengering hibrida. Dua *exhaust fan* jenis KDK EGKA dipasang pada ruangan pengering hibrida seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Sistem sirkulasi udara dirancang dengan sistem satu arah berfungsi untuk memisahkan suhu luar sehingga dapat menaikkan suhu.

2.2 Rancangan Instrumentasi

Sistem pengering hibrida dirancang dengan menggunakan sistem instrumentasi untuk mengukur dan memantau kondisi ruangan pengering serta mengendalikan suhu sesuai dengan suhu optimal pengeringan. Sistem instrumentasi terdiri dari sensor DHT22, mikrokontroler, LCD, dan *exhaust fan* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Sensor DHT22 digunakan untuk mengukur suhu dalam ruangan pengering. Suhu yang terukur digunakan oleh mikrokontroler untuk mengendalikan kecepatan putar *exhaust fan* supaya udara panas dapat dialirkan keluar sehingga suhu dapat diatur sesuai dengan suhu optimal pengeringan. Sedangkan, LCD digunakan untuk menampilkan suhu dan kelembaban.



Gambar 3. Rancangan instrumentasi



Gambar 4. Rancangan tungku biomassa

2.3 Rancangan Energi Alternatif

Energi alternatif yang digunakan pada sistem pengering ini memanfaatkan energi yang dihasilkan oleh tungku biomassa seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4, tungku biomassa terdiri dari pipa pembuangan untuk membuang hasil pembakaran, wadah bahan bakar untuk tempat pembakaran, dan *blower* untuk meniupkan udara sehingga udara panas dapat disalurkan ke ruangan pengering. Energi alternatif ini digunakan sebagai energi tambahan pada saat kondisi cahaya matahari sedang menurun atau untuk produksi di malam hari. Cara kerja tungku biomassa untuk memberikan sumber panas ke ruangan pengering dilakukan dengan menghantarkan laju uap air panas ke seluruh ruangan dengan menggunakan bantuan blower. Sumber bahan bakar tungku berasal sampah kulit singkong yang dikeringkan.

2.4 Implementasi Sistem

Sistem pengering hibrida ini diimplementasikan di desa Jatipuro, Kabupaten Karanganyar. Desa Jatipuro merupakan salah satu desa penghasil gaplek. Sistem pengering hibrida yang diusulkan untuk mengetahui kinerja dan mendapatkan data untuk analisis kinerja. Pada Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukkan secara berurutan pemasangan atau implementasi exhaust fan dan tungku biomassa beserta sistem elektronik pada sistem pengering hibrida.



Gambar 5. Implementasi *exhaust fan* dan sistem elektronik pada bangunan pengering



Gambar 6. Implementasi tungku biomassa pada bangunan pengering

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan letak geografis Desa Jatipuro beriklim tropis dengan temperatur suhu antara 18°C-32°C [10]. Suhu terendah yaitu 18°C terjadi pada saat musim penghujan sedangkan pada saat musim kemarau suhu bisa mencapai 32°C. Oleh karena, itu pada penelitian ini dirancang sistem pengering hibrida antara efek rumah kaca (ERK) dan tungku biomassa.

Tabel 2. Biaya perancangan dan implementasi

Jenis Sistem Pengering	ERK	Tungku Biomassa
Kontrol	Rp 5.908.500,00	-
Konstruksi	Rp 72.693.000,00	Rp 3.050.000,00
Bahan Bakar		
Biaya Listrik	Rp 158.194,65	
Total Biaya Sistem	Rp 78.759.694,65	Rp 3.050.000,00

Sistem ERK akan efektif digunakan pada siang hari dan pada musim kemarau sedangkan tungku biomassa bisa digunakan ketika malam hari dan musim penghujan. Total biaya perancangan dan implementasi sistem disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan data yang ditunjukkan pada Tabel 2 biaya pembangunan perancangan sistem ERK lebih tinggi dibandingkan biaya konstruksi tungku biomassa. Hal ini dikarenakan pada sistem pengering ERK menyediakan ruangan pengering gaplek berkapasitas 0.5 ton yang siap dipakai untuk konversi energi surya menjadi energi panas. Selain itu kerangka sistem ERK juga dimanfaatkan sebagai pengurung energi panas ketika tungku biomassa dinyalakan, sehingga distribusi energi panas dalam ruang bisa homogen. Lebih jauh lagi, kerangka ERK sangat bermanfaat untuk penyimpanan gaplek pada saat musim penghujan. Bahan bakar tungku biomassa merupakan kulit singkong yang telah dikeringkan dan beberapa limbah hasil pertanian yang kering sehingga tidak diperlukan biaya pembelian bahan bakar.

Biaya listrik yang dikeluarkan pada penelitian ini merupakan hasil konsumsi energi listrik PLN untuk keperluan catu daya *exhaust fan* KDK 15EGKA berjumlah dua buah dengan masing-masing daya sebesar 6.2 Watt dengan tegangan 220V. Total daya *exhaust fan* yang digunakan

untuk sistem pengering hibrid berdasarkan Persamaan 1 adalah 12.4 Watt. Besar biaya listrik merupakan hasil perkalian antara total energi listrik yang dihitung dengan Persamaan 2 dengan tarif dasar listrik untuk batas daya 1300 VA yaitu sebesar Rp 1.444,70/ kWh seperti pada Persamaan 3.

Total Daya *Exhaust fan* (TDEF): Daya *exhaust fan* x jumlah *exhaust fan* (1)

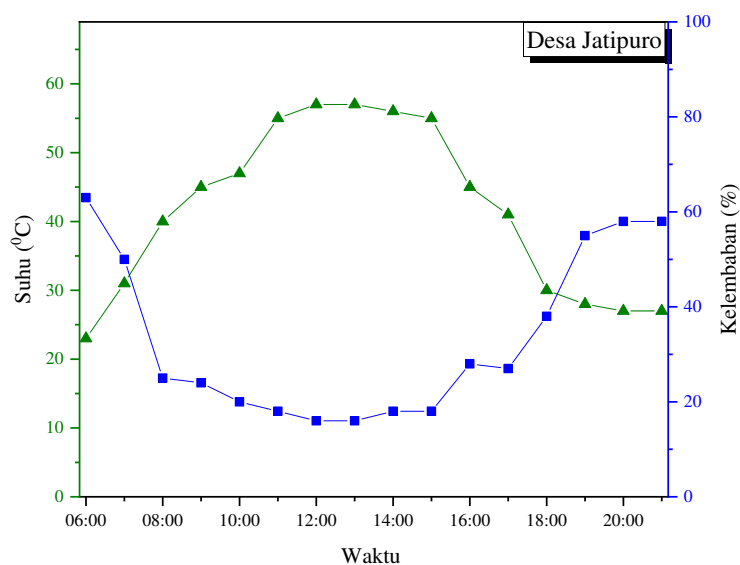
Total Energi listrik dalam 1 hari (TDL): TDEF x 24 jam (2)

Biaya listrik dalam 1 hari : TDL x Rp 1.444,70/ kWh (3)

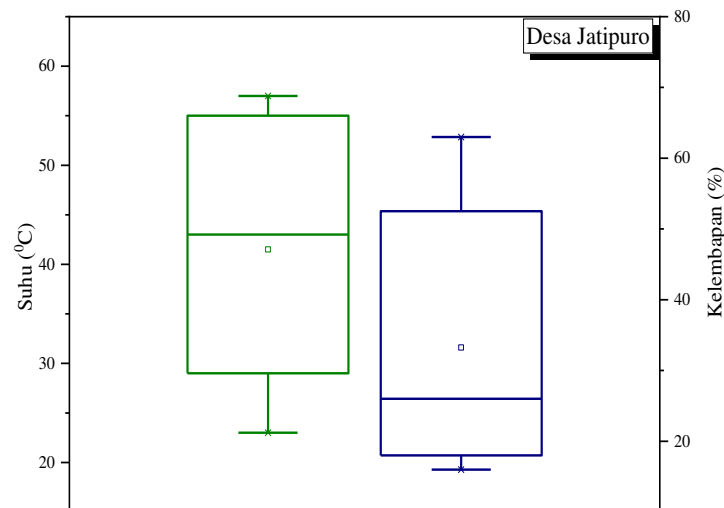
Berdasarkan hasil analisis biaya listrik pada Persamaan 3 diperoleh biaya listrik dalam satu hari sebesar Rp 433,41. Apabila diasumsikan dalam satu tahun setara 365 hari maka diperoleh biaya listrik dalam satu tahun sebesar Rp 158.194,65. Biaya kebutuhan kontrol untuk kedua sistem sama dikarenakan proses kontrol yang sama dipakai untuk mengontrol suhu dari hasil pembakaran langsung pada tungku biomassa.

Pengujian kinerja sistem kendali suhu pada pengering gaplek bertujuan untuk mempertahankan standar mutu gaplek. Berdasarkan hasil wawancara dengan petani singkong, gaplek dengan kualitas terbaik tercapai ketika suhu didalam pengering dipertahankan dalam rentan 50°C-60°C. Hal ini konsisten dengan hasil penelitian proses pengeringan irisan ubi kayu dengan menggunakan mesin *cabinet dryer* [8]. Pada penelitian ini, sistem diuji coba secara langsung di Desa Jatipuro Kabupaten Karanganyar, yang merupakan Desa produksi gaplek. Pengujian dilakukan dari pukul 06.00-21.00 WIB untuk mengetahui karakteristik sistem pengering di Desa Jatipuro.

Hasil implementasi sistem untuk mengendalikan suhu ruangan pengering hibrida ditunjukkan pada Gambar 7. Hasil menunjukkan sistem mampu mengendalikan suhu di bawah 60°C sesuai dengan parameter kendali. Pada Gambar 7 menunjukkan bahwa sistem kendali suhu dapat bekerja optimal, dengan suhu maksimum 57°C dan kelembapan minimum 16% pada pukul 12.00 hingga 13.00 WIB. Pada saat dilakukan pengujian suhu lingkungan berkisar antara 18°C–30°C dengan rentang kelembapan antara 70%–90%. Hal ini mengindikasikan kinerja sistem pada bangunan ERK mampu mengkonversi energi surya menjadi energi panas untuk keperluan pengeringan



Gambar 7. Hasil Pengukuran suhu (hijau) dan kelembapan (biru) di Desa Jatipuro, Kabupaten Karanganyar



Gambar 8. Statistik deskriptif dalam bentuk *boxplot* untuk pengukuran suhu (hijau) dan kelembapan (biru) di Desa Jatipuro, Kabupaten Karanganyar

gaplek. Untuk menyelidiki variasi suhu dan kelembapan di dalam ERK maka dilakukan analisis statistik dalam bentuk *boxplot* seperti disajikan pada Gambar 8.

Pada Gambar 8, garis tengah pada *boxplot* menunjukkan nilai tengah (median) suhu dan kelembapan yaitu sebesar 43°C dan 26%. Nilai minimum dan nilai maksimum untuk suhu secara berurutan yakni 23°C dan 57°C. Kelembapan minimum sebesar 16% sedangkan kelembapan maksimum mencapai 63%. Pada rentang ini untuk mengeringkan gaplek sebanyak 0.5 ton dibutuhkan waktu sekitar 10 jam hingga 12 jam. Semakin tinggi suhu di dalam ERK maka kelembapan semakin rendah, sehingga jumlah udara kering yang melewati gaplek semakin banyak. Agar standar mutu gaplek tetap terjaga maka sistem ini dilengkapi dengan sistem kendali *exhaust fan*.

4. Kesimpulan

Sistem pengering hibrida sangat membantu petani singkong untuk mengolah gaplek. Berdasarkan hasil percobaan, sistem pengering hibrida yang diusulkan mampu menunjukkan kinerja yang bagus. Selama pengujian dilakukan sistem pengering hibrida mampu mengendalikan suhu di bawah 60°C. Selain itu, nilai kelembapan dapat mencapai titik minimum 16% ketika suhu mencapai titik maksimum 57°C. Hasil tersebut menunjukkan sistem mampu memberikan udara kering yang banyak karena sistem pengering ERK dilengkapi dengan *exhaust fan*. Sehingga gaplek dapat kering sesuai dengan mutu yang diinginkan. Kemudian, biaya yang dikeluarkan untuk pengoperasian sistem pengering hibrida yang diusulkan sangat kecil, yaitu Rp 158.194, 65 per tahun. Sistem pengering ERK hibrida ini memiliki potensi yang sangat besar. Namun, sistem ini masih memiliki kekurangan, yaitu parameter sistem kendali hanya menggunakan pengukuran suhu dan tungku masih dioperasikan secara manual karena masih perlu diberikan bahan bakar yang berupa sampah hasil produksi singkong. Oleh karena itu, pada penelitian kedepan diharapkan dapat dirancang kendali tungku pemanas otomatis dengan memanfaatkan energi alternatif dan parameter kendali dapat ditambah dengan parameter kendali lainnya.

5. Daftar Pustaka

- [1] G. Mahardhian, D. Putra, E. Sutoyo, and S. Hartini, "Uji Kinerja Alat Pengering Efek Rumah Kaca (ERK) Hybrid Dengan Tungku Biomassa Sebagai Sistem Pemanas Tambahan Untuk Pengeringan Biji Pala," *J. Tek. Pertan. Lampung*, vol. 3, no. 2, pp. 183–194, 2014.
- [2] A. M. Yando and V. Paramita, "Studi Pengaruh Suhu Dan Ketebalan Irisan Terhadap

- Kadar Air, Laju Pengeringan Dan Karakteristik Fisik Ubi Kayu Dan Ubi Jalar,” *Metana*, vol. 13, no. 1, p. 23, 2018, doi: 10.14710/metana.v13i1.17514.
- [3] U. Usman, A. Muchtar, U. Muhammad, and N. Lestari, “Purwarupa dan Kinerja Pengering Gabah Hybrid Solar Heating dan Photovoltaic Heater dengan Sistem Monitoring Suhu,” *J. Tek. Elektro*, vol. 12, no. 1, pp. 24–32, 2020, doi: 10.15294/jte.v12i1.24028.
- [4] R. Rahbini and E. I. Rhofita, “Perancangan Rumah Pengering Ikan Efek Rumah Kaca (Erk) Hybrid-LPG Tipe Rak,” in *Prosiding SNIT*, 2017, vol. 3, no. 1986.
- [5] M. Yahya, “Alat pengering hasil - hasil pertanian untuk daerah pedesaan di sumatera barat,” *J. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 26–31, 2013.
- [6] Rif’an, Nurrahman, and S. Aminah, “Pengaruh Jenis Alat Pengering Terhadap Karakteristik Fisik , Kimia dan Organoleptik Sup Labu Kuning Instan,” *J. Pangan dan Gizi*, vol. 7, no. 2, pp. 104–116, 2017.
- [7] H. Syah, R. Agustina, and R. Moulana, “Rancang Bangun Pengering Surya Tipe Bak Untuk Biji Kopi,” *Rona Tek. Pertan.*, vol. 9, no. 1, pp. 25–39, 2016, doi: 10.17969/rtp.v9i1.4382.
- [8] M. Purwanti, J. P, and K. Kadirman, “Penguapan Air dan Penyusutan Irisan Ubi Kayu Selama Proses Pengeringan Menggunakan Mesin Cabinet Dryer,” *J. Pendidik. Teknol. Pertan.*, vol. 3, pp. 127–136, 2017, doi: 10.37676/agritepa.v4i1.592.
- [9] M. Tahir and W. Purnama, “Desain Tungku Biomassa pada Sistem Pengering Erk-Hybrid untuk Pengeringan Benih Jarak Pagar,” *J. Keteknikan Pertan.*, vol. 24, no. 1, pp. 17–24, 2010, doi: 10.19028/jtep.24.1.17-24.
- [10] D. Ayu Indraswari, *Analisis Dampak Pembangunan Jalan Layang (Flyover) Terhadap Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat Di Kecamatan Jaten Kabupaten Karanganyar*. 2019.