

## Development of Component Control System for Rubber Drying Machine Using Programmable Logic Controller

Hendra<sup>1,\*</sup>, A.S. Yulianto<sup>1</sup>, A. Indriani<sup>2</sup>, Hernadewita<sup>3</sup> dan Hermiyetti<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin, Universitas Bengkulu - Bengkulu

<sup>2</sup>Teknik Elektro, Universitas Bengkulu - Bengkulu

<sup>3</sup>Teknik Industri, Universitas Mercubuana - Jakarta Pusat

<sup>4</sup>Fakultas Ekonomi, Universitas Bakrie - Jakarta

\*Korespondensi: h7f1973@yahoo.com

**Abstract.** Programmable logic control (PLC) is widely used for machine of component control systems in the automotive, aviation, food processing and other industries. PLC sets the component motion system with programming language using ladder program. Using of ladder program on the system motion of the machine of component has some advantages such as more simple, easy, flexible and can be changed quickly. PLC in this paper is used to set the motion system and sensor components on the drying process of rubber. The components to be driven are motors, temperature sensors, dry detection sensors and color from dry rubber content form. Type of PLC used is Smart Relay Zelio type. The PLC regulates the movement of wet rubber in and out in the form of dry rubber. Changes in dry rubber content are adjusted by set of the temperature in the drying chamber. Drying system uses greenhouse effect by making hanger dryer design in the form of line path. In this paper focused on motion control system motors and sensors of dry rubber. The results obtained the control system can work in accordance with the control input given and the time required to dry the rubber with the dimensions of 100 x 50 mm from the initial temperature of 32 0C to the final temperature of 70.20C is 109 minutes and 766 w electric power. The water content and weight of the rubber were 10.5% and 30 grams while the initial condition of wet rubber was 18.5% for moisture content and weight of 45 grams.

**Abstrak.** *Programmable logic kontrol* (PLC) banyak digunakan untuk sistem kontrol komponen mesin di industri otomotif, penerbangan, pengolahan makanan dan lainnya. PLC mengatur sistem gerak komponen dengan bahasa pemrograman menggunakan *ladder program*. Dimana penggunaan *ladder program* pada sistem pengaturan gerak komponen memiliki kelebihan yaitu lebih sederhana, mudah, fleksibel dan dapat diubah lebih cepat. PLC digunakan untuk mengatur sistem gerak dan komponen sensor pada pengolahan pengeringan karet, dimana komponen yang akan digerakkan adalah motor, sensor temperatur, sensor pendeteksi kadar kering dan warna dari bentuk kadar kering karet. PLC yang digunakan adalah tipe *Smart Relay Zelio*. PLC mengatur pergerakan karet basah masuk dan bergerak keluar dalam bentuk karet kering. Perubahan kadar kering karet diatur dengan mengatur temperatur di dalam ruang pengeringan. Sistem pengeringan menggunakan efek rumah kaca dengan membuat desain hanger pengering dalam bentuk lintasan baris. Dalam tulisan ini difokuskan pada sistem kontrol gerak motor dan sensor kadar kering karet. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem kontrol dapat bekerja sesuai dengan input kontrol yang diberikan. Waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan karet dengan dimensi 100 x 50 mm dari temperatur awal 32 °C hingga temperatur akhir 70,2 °C adalah 109 menit dan daya listrik 766 Watt. Kadar air dan berat akhir karet adalah 10.5 % dan 30 gram sementara kondisi awal karet basah adalah 18.5 % untuk kadar air dan berat 45 gram

**Kata kunci:** PLC, motor AC, temperatur ruangan, efek rumah kaca, karet

© 2017. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

### Pendahuluan

Sistem kontrol merupakan aplikasi penerapan ilmu teknik pengaturan yang berfungsi untuk membuat suatu sistem bergerak secara otomatis. Sistem kontrol banyak ditemukan pada bidang otomotif, industri manufaktur, industri pengolahan makanan dan industri lainnya. Sistem kontrol digunakan untuk mengolah, memproses dan mengontrol kualitas produk agar memenuhi persyaratan yang diinginkan.

Pada industri otomotif, sistem kontrol dapat dilihat pada proses pembuatan, perakitan, pengiriman, pengepakan dan finishing komponen. Pada proses manufaktur sistem kontrol juga dapat dilihat pada mesin perkakas CNC, proses pembuatan benda kerja menggunakan mesin CNC, pengelasan dengan robot, pemotongan benda kerja dengan mesin wire cut, sistem otomasi dan lainnya. Pada industri pengolahan makanan, sistem kontrol dapat dilihat pada proses pemisahan produk awal, pencucian,

sirkulasi pemindahan barang, proses pengepakan hingga kontrol kualitas produk setelah dibuat.

Sistem kontrol ini dibuat dengan menggunakan peralatan pengontrol seperti mikrokontrol, PLC dan lainnya [1-2]. Bahasa program kontrol yang digunakan adalah bahasa assembler, C++, *ladder program* dan bahasa pemrograman lainnya. Dalam tulisan ini, sistem kontrol digunakan untuk proses pengolahan karet agar kering dengan kualitas yang terjaga dalam waktu singkat menggunakan PLC tipe *Smart Relay Zelio*. Sistem kontrol PLC ini menggunakan bahasa pemrograman *ladder program*. Penggunaan bahasa *ladder program* lebih simpel, mudah dioperasikan, fleksibel dan dapat diubah lebih cepat tanpa menghentikan proses yang sedang berjalan.

Sistem kontrol yang digunakan pada pengolahan karet adalah sistem kontrol pengering efek rumah kaca dan pengaturan sistem sirkulasi panas dan gerak komponen dilakukan oleh PLC *smart relay zelio*. Hal ini didasari dari proses pengolahan karet terutama karet crepe yang pengeringannya dilakukan secara alamiah, dijemur dan diangin-anginkan di ruang terbuka. Waktu pengeringan yang dibutuhkan sangat lama berkisar antara 12-14 hari penjemuran dengan kondisi cuaca cerah. Jika kondisi cuaca tidak mendukung, maka waktu pengeringan akan lebih lama selain itu kualitas kering karet jadi menurun.

Untuk itu didesain sistem kontrol pengolahan karet dengan sistem pengering efek rumah kaca yang otomatis dan terintegrasi dengan pemanas ruangan untuk mempersingkat waktu pengeringan karet. Selain mempersingkat waktu, kualitas karet kering dapat dijaga karena temperatur pengeringan selalu dijaga konstan antara 40°C hingga 60°C pada saat proses pengeringan karet.

Tahapan pengolahan dan proses pengeringan karet merupakan bagian utama dalam mengetahui nilai mutu karet agar dapat dijual/diekspor ke negara lain. Bentuk karet yang ada di Indonesia untuk kualitas ekspor adalah bentuk karet dengan standar karet Indonesia (SIR) (Industri Karet), *sheet* (RSS) dan karet crepe. Karet RSS dan SIR dikeringkan dengan metode pengasapan dari proses pembakaran kayu, pengasapan cair dari cangkang tempurung, kelapa sawit dan lainnya sebagai pengganti asam format. Proses pengeringan dengan pengasapan ini memiliki kelemahan yaitu area pengeringan yang luas, kualitas kering berupa warna yang tidak seragam, tumbuhnya jamur dan lainnya. Hal ini menyebabkan produk karet SIR dan RSS berkualitas rendah dan tidak lolos untuk ekspor atau diterima negara lain. Selain karet SIR dan RSS, tipe karet crepe proses pengeringannya juga dilakukan secara alamiah dengan diangin-anginkan dalam waktu 12-14 hari untuk kondisi cuaca

normal/panas. Bentuk karet crepe yang sedang dijemur dapat dilihat gambar 1.

Langkah-langkah pengolahan karet adalah:

1. Lateks kebun diolah menjadi bahan olahan karet yang sudah diremah (*crum rubber*).
2. Bokar dipotong-potong, dibersihkan dari kotoran dan diproses menjadi blanket berupa lembaran dengan panjang 7-9 m dan tebal 5-7 mm.
3. Selanjutnya blanket dijemur dan dikeringkan selama 12 hari. Blanket kering ini diolah menjadi karet remah dengan diameter 5 mm.
4. Blanket kemudian dikeringkan dalam pengering dengan temperatur 122°C untuk blanket dan 110°C untuk WF. Pengeringan dilakukan untuk mengurangi kadar air dan menghindari terjadinya proses mikrobiologis pada karet seperti timbulnya jamur.
5. Setelah pengeringan dilakukan pengepresan, pembungkusan dan pengepakan.



**Gambar 1.** Proses Pengeringan Karet Crepe dengan Cara Diangin-anginkan

Untuk penanggulangan rendahnya kualitas proses pengeringan karet maka didesain sistem kontrol pengeringan karet menggunakan PLC. Proses pengeringannya memanfaatkan efek rumah kaca dengan prinsip kerja panas dari matahari dikurung dalam suatu ruangan tertutup yang terbuat dari kaca. Panas yang terdapat dalam ruangan dikontrol temperaturnya pada saat mengeringkan karet.

Komponen mesin pengering dengan sistem kontrol ini terdiri atas ruang pengering, hanger penggantung karet basah, rel lintasan gerak hanger, sprocket dan as sprocket, elemen pemanas, motor penggerak dan komponen kontrol gerak serta kontrol temperatur. Proses kerja pengeringan ini adalah karet basah yang digantung pada hanger dipasang diluar ruang pemanas. Selanjutnya sistem kontrol PLC akan memerintahkan motor untuk menggerakkan hanger berjalan pada rel lintasan agar masuk ke dalam ruang pengering. Pada saat karet sudah masuk kedalam ruang pengering, maka proses pengeringan terjadi di dalam ruangan

pengering memanfaatkan panas matahari. Jika kondisi matahari dalam keadaan yang kurang baik (kondisi cuaca berawan/hujan/malam hari), maka sistem pemanas di dalam ruang pengering akan aktif untuk mengalirkan panas ke ruang pengering. Pergerakan karet dan panas yang ada dalam ruangan diatur sesuai dengan kondisi karetnya. Proses pengontrolan ini dilakukan dengan menggunakan *microkontroller/PLC*. Jika panas dalam ruangan terlalu tinggi maka temperatur diturunkan dengan mengaktifkan blower yang dipasang pada dinding rumah kaca.

### Efek Rumah Kaca

Efek rumah kaca merupakan efek yang memiliki kelebihan dan kekurangan dalam kehidupan sehari-hari seperti menipisnya lapisan ozon dan membuat bumi menjadi panas [3]. Panas dari efek rumah kaca dapat juga digunakan untuk proses pengeringan seperti sauna. Efek rumah kaca diibaratkan seperti suatu proses pemanasan dimana cahaya matahari yang masuk ke bumi melalui lapisan atmosfer akan diserap dan dipantulkan kembali ke atmosfer. Ketika mencapai bumi sekitar 70% dari energinya akan tertinggal di bumi yang disimpan oleh tanah, lautan, tumbuhan serta benda-benda lainnya. Sisanya 30 % sisanya dipantulkan melalui awan, hujan serta permukaan reflektif lainnya. Energi yang 70% tidak akan selalu berada di bumi karena benda-benda lain juga akan menyerap panas tadi dan mengeluarkan radiasinya. Panas tersebut akan masuk ke ruang angkasa dan tinggal disana dan kembali dipantulkan ke bumi melalui lapisan atmosfer seperti karbon dioksida.

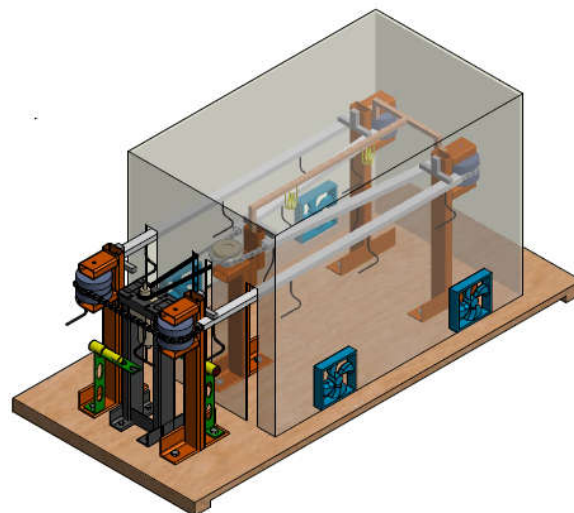
Efek rumah kaca dapat dimanfaatkan untuk proses pengeringan hasil pertanian seperti pada proses pengeringan hasil laut dan tani seperti ikan [4-7], kopi [8], kakao [9], jagung pipilan [10], pengolahan kopi dan ikan skala kecil [11], jamu [12] dan ikan [13]. Efek rumah kaca juga dapat digunakan sebagai pengering hasil perkebunan karet dan lainnya. Bentuk desain mesin pengering efek rumah kaca yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 2.

Sebelumnya proses pengeringan karet dilakukan dengan proses pengasapan memanfaatkan bahan bakar kayu dan batu bara [4][8] penjemuran di dalam ruang dengan udara terbuka, dan pengeringan dengan energi surya [10].

### Programmable Logic Controller (PLC)

Programmable Logic Controller merupakan sistem pengendali yang terprogram dan mampu berkomunikasi dengan jaringan sehingga memudahkan dalam penerapan aplikasi operasi ingindalian sistem. Pada sistem otomasi, PLC merupakan pusat dari suatu sistem kontrol, yang dapat memo-

nitir keadaan sistem melalui sinyal dari input, dan menentukan rangkaian aksi pengendalian peralatan output. PLC memiliki kemampuan mengendalikan tugas-tugas yang sederhana secara berulang-ulang hingga mengendalikan proses yang lebih rumit atau kompleks.



Gambar 2. Desain sistem kontrol

PLC terdiri atas beberapa model atau tipe yang dipengaruhi oleh jenis catu, jumlah terminal I/O, dan tipe rangkaian output. Jenis catu daya PLC adalah AC dan DC, jumlah I/O tergantung merk PLC. Satu unit PLC kadang memiliki 10, 20, 30, 40 atau 60 terminal I/O hingga 100 I/O. Perbandingan I/O adalah 3:2 yaitu untuk PLC dengan 10 terminal I/O memiliki 6 terminal input 6 dan 4 terminal output. Untuk rangkaian output pada PLC terdapat 3 tipe yaitu: output relai, output transistor singking dan output transistor soucing.

PLC memiliki beberapa kelebihan yaitu:

1. Penggunaan kawat sistem kendali PLC lebih sedikit.
2. Kemudahan dalam modifikasi sistem kendali tanpa merubah pengawatan.
3. Tidak memerlukan komponen kendali seperti timer hanya menggunakan kontaktor untuk sistem penghubung peralatan output ke sumber tenaga listrik.
4. Kecepatan operasi sistem kendali PLC sangat cepat sehingga produktivitas tinggi.
5. Biaya PLC lebih murah dan jumlah peralatan I/O sangat banyak.
6. Sistem kendali PLC lebih andal.
7. Program kendali PLC dapat dicetak dengan cepat.

Sistem kendali PLC banyak ditemukan pada sistem kendali *traffic light*, *lift*, konveyor, sistem pengemasan barang, sistem perakitan peralatan elektronik, sistem pengamanan gedung, sistem pembangkitan tenaga listrik, robot, pemrosesan makanan dan lainnya.

## Metode Penelitian

Sistem kontrol mesin pengering karet memiliki beberapa komponen yaitu:

1. Rumah pengering.
2. Sistem kontrol gerak komponen mesin pengering.
3. Sistem kontrol temperatur pemanas ruangan rumah pengering.
4. Sistem kontrol udara buang dan warna.

Alat dan bahan yang digunakan untuk membuat rumah pengering terdiri atas:

1. Ruang pengering dari acrylic.
2. Rangka dudukan hanger dan rantai dari bahan kayu, besi dan baja.
3. Hanger penjepit karet dari bahan besi.
4. As poros dudukan roda gigi dari bahan baja.
5. Roda gigi.
6. Rel penggerak hanger penjepit karet.
7. Sensor temperatur.
8. Sensor gerak.
9. Motor.
10. Rantai.
11. PLC.
12. Stop kontak.
13. Dan komponen lainnya.

Gambar 3 menunjukkan komponen mesin pengering dan sistem kontrol menggunakan PLC.



**Gambar 3.** Komponen Mesin Pengering dan Sistem Kontrol menggunakan PLC

Tahapan pembuatan dan pengujian sistem kontrol pada mesin pengering karet meliputi:

1. Perancangan dan pembuatan sistem kontrol menggunakan PLC untuk mesin pengering efek rumah kaca.
2. Pembuatan komponen penggerak pada mesin pengering efek rumah kaca.
3. Pemodelan sistem kontrol penggerak komponen dengan PLC.
4. Pengujian sistem kontrol pengeringan menggunakan PLC meliputi waktu pengeringan, suhu pengeringan, kapasitas pengeringan, efisiensi sistem kontrol gerak karet.

## Hasil Perancangan

Hasil pembuatan dan pengujian sistem kontrol mesin pengering karet dengan menggunakan PLC

dapat dilihat pada gambar 4. Pada gambar 4 terlihat komponen mesin pengering dan sistem kontrol telah terpasang dan telah bekerja sesuai dengan input yang diberikan. Pengaturan sistem kontrol menggunakan PLC diinputkan dalam *ladder program*.



**Gambar 4.** Sistem Kontrol Gerak Mesin Pengering Karet

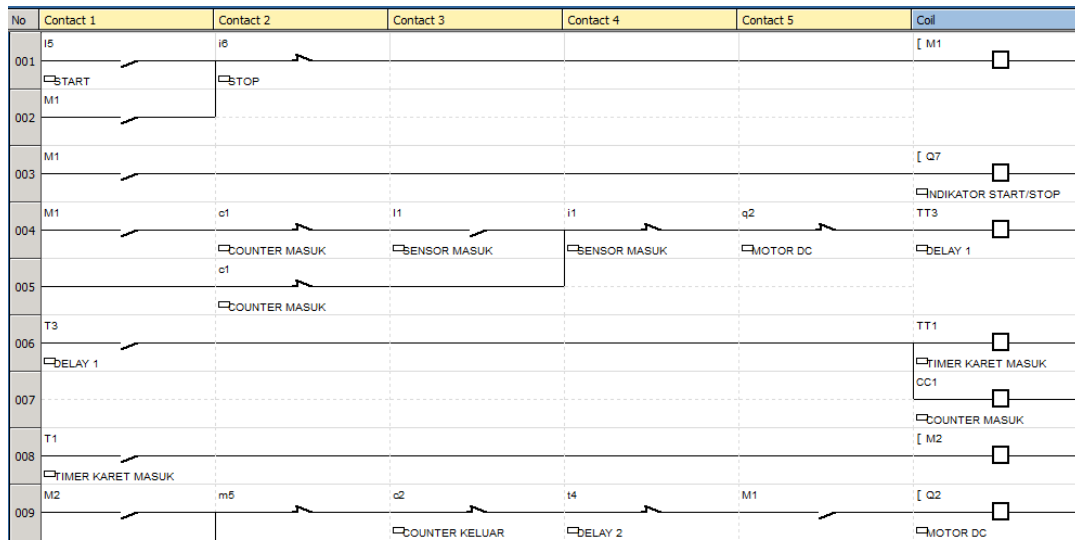
*Ladder program* terlebih dahulu diuji kinerjanya menggunakan PC sebelum dikoneksikan ke komponen penggerak mesin pengering karet. Bentuk *ladder program* untuk sistem kontrol gerak ini dapat dilihat pada Gambar 5. Setelah sistem berfungsi maka dikoneksikan ke mesin pengering dan hasilnya komponen penggerak mesin pengering dapat bekerja sesuai perintah yang diinputkan ke PLC.

## Hasil Pengujian

Hasil pengujian pengeringan karet dengan dimensi 100 x 50 mm dengan tebal 10 mm dapat dilihat pada gambar 6. Karet dijemur dengan disusun dan digantung pada hanger penjepit karet. Setelah karet digantung pada hanger penjepit sistem kontrol gerak akan mengaktifkan motor untuk menggerakkan rantai berjalan pada rel pengarah. Setelah karet tersusun dan memenuhi ruang pengering, PLC akan mengaktifkan pemanas jika suhu ruangan belum mendapatkan cahaya matahari atau panas ruangan kurang dari 40°C. Jika temperatur di dalam ruangan pengering melebihi 75°C maka blower akan aktif untuk menyedot udara panas dalam ruangan pengering keluar ruang pengering.



**Gambar 6.** Proses pengeringan karet



Gambar 5. Ladder Program sistem kontrol komponen

Besar waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan karet dengan dimensi 100 × 50 mm dari temperatur awal 32 °C hingga temperatur akhir 70,2 °C adalah 109 menit dengan daya listrik 766 Watt. Kadar air dan berat akhir karet adalah 10.5 % dan 30 gram sementara kondisi awal karet basah adalah 18.5 % untuk kadar air dan berat 45 gram. Data ini menunjukkan dalam pengujian karet terlihat beratnya berkurang 15 gram dan dengan kata lain sistem kontrol gerak pada mesin pengering karet dapat berfungsi untuk mengeringkan karet.

Tabel 1. Waktu pengeringan karet

T awal (°C)	T akhir (°C)	Waktu pengeringan (menit)	Waktu pengujian (menit)	Daya heater (Watt)
32	70,2	109	112	I = 3,7 A V = 207,1 V P = 766,27 W

Besarnya penyebaran nilai kadar kering karet dari proses pengeringan karet awal hingga akhir pengeringan menggunakan sistem kontrol gerak mesin pengering dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3 dengan jumlah karet yang dikeringkan 6 buah.

Tabel 2. Data kadar air dan berat awal karet

Karet hanger ke-	Sisi Depan (%)			Sisi Belakang (%)			Kadar air (%)	Berat karet (gr)
	BA	BT	BB	BA	BT	BB		
1	18,5	19	20	14,5	12,5	9	15,58	45
2	11	9,5	8,5	16	18	18	13,5	40
3	16	18,5	18	15	15,5	12	15,8	40
4	16	18	15	20,5	14	11	15,75	45
5	15	13,5	16	11	11,5	9,5	12,75	45
6	14	16,5	14,5	13	15,5	15	14,75	40

Tabel 3. Data pengujian kadar air dan berat akhir karet

Karet hanger ke-	Sisi Depan (%)			Sisi Belakang (%)			Kadar air (%)	Berat karet (gr)
	BA	BT	BB	BA	BT	BB		
1	11	11	11,5	11,5	10,5	10,5	11	30
2	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	30

3	10,5	10,5	10,5	11,5	10,5	10,5	10,6	30
4	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	30
5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	30
6	10,5	11	11	10,5	11	10,5	10,75	30

### Kesimpulan

Dari hasil pembuatan dan pengujian sistem kontrol pada mesin pengering karet didapatkan kesimpulan yaitu:

1. Sistem kontrol gerak dan temperatur pada mesin pengering karet efek rumah kaca dengan menggunakan PLC dapat bekerja untuk mengeringkan karet secara terintegrasi menggunakan PLC.
2. Waktu yang dibutuhkan untuk pengeringan karet adalah 109 menit dari temperatur awal 32° C hingga 70.2° C dengan daya listrik untuk pemanas 766.2 Watt.
3. Kadar air dan berat akhir karet adalah 10.5 % dan 30 gram sementara kondisi awal karet basah adalah 18.5 % untuk kadar air dan berat 45 gram.

### Referensi

- [1] Indriani, A, Hendra, Witanto, Y., 2015. Error of assembly mikrokontroller arduino mega and ATmega in the control of temperatur for heating and cooling system, Applied Mechanics and Materials, Vol. 842, pp 319-323.
- [2] Hendra, Indriani, A., Hernadewita, Rizal, Y., 2015. Assembly programmable logic controller in the rotary dryer machine for processing waste liquid system, Applied Mechanics and Materials, Vol. 842, pp 319-323.
- [3] -----, <http://mahyuddin.student.umm.ac.id/2010/08/26/dampak-positif-dari-efek->

rumah-kaca/dampak positif dari Efek Rumah Kaca.

- [4] Abdullah, K., 2002. Fish drying using solar energy, Regional Workshop on Drying Technology, ASEAN Sub-committee on Non-conventional Energy Research, Bangkok.
- [5] Bala, B.K, and Mondol, M.R.A., 1999. Experimental investigation on solar drying of fish using solar tunnel drier, Proceeding of the First Asian Australian Drying Conference, Bali, Indonesia.
- [6] Eko, A.R., 2003. Kinerja Sistem Pengeriing Kombinasi Tipe Efek Rumah Kaca Berenergi Surya, Angin, Dan Biomassa Pada Pengeriing Ikan Teri, Skripsi Program Sarjana Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- [7] Santosa, H., 2012. Pemanfaatan Energi Surya dengan Efek Rumah Kaca dalam Perancangan Sistem Pengeriing Kerupuk dan Ikan di daerah Kenjeran, Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi Periode III, A-61.
- [8] Dyah, W., 1997, Analisis Pengeriingan Pada Alat Pengeriing Kopi (Coffea Sp) Efek Rumah Kaca Berenergi Surya, Tesis Program Pascasarjana, Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [9] Nelwan, L.O., Pengeriingan Kakao Dengan Energi Surya Menggunakan Rak Pengeriing Dengan Kolektor Tipe Efek Rumah Kaca, Tesis Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- [10] Mulyantara, L.T., 2008. Simulasi Proses Pengeriingan Jagung Pipilan dengan Mesin Pengeriing Surya Tipe Efek Rumah Kaca (ERK)-Hybrid dengan Wadah Silinder, Tesis Institut Pertanian Bogor.
- [11] -----, [http://puspiptek.ristek.go.id/media.php?module=detailberita&id=745-memanfaatkan\\_efek\\_rumah\\_kaca\\_sebagai\\_pengeriing.html](http://puspiptek.ristek.go.id/media.php?module=detailberita&id=745-memanfaatkan_efek_rumah_kaca_sebagai_pengeriing.html)
- [12] Kristiawan, B., 2007, Teknik Pengeriingan Jamur dengan Memanfaatkan Efek Rumah Kaca dan Energi Suplemen Biobriket Limbah Log Bag dalam Rangka Peningkatan Ekspor, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat UNS, Penelitian, Dikti.
- [13] Nababan, B., 2007. Sistem pengering ikan Efek Rumah Kaca (ERK) berenergi surya tipe kerucut terpancung, Journal Forum Pascasarjana Vol. 30, No. 1, 39-47.