

ISBN 978-602-99806-1-5



**Senapati**  
Seminar Nasional & Pertemuan Peneliti



POLITEKNIK NEGERI BALI

# Seminar Nasional & Pertemuan Peneliti *Technopreneurship* (*Senapati Technopreneurship*)

*“Technopreneurship dalam Penguatan Industri Kreatif Menuju Ketahanan Ekonomi Nasional”*

@ Kampus Politeknik Negeri Bali, 30 - 31 Oktober 2013



# PROSEDING

Didukung oleh :



**PUSLITABMAS**

Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M)  
Politeknik Negeri Bali  
Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung - Bali 80364  
Telp. 62-361-701981, Fax. 62-361-701128  
Email : p3mpoltekbali@pnb.ac.id

# PROSEDING SEMINAR NASIONAL 2013 SENAPATI TECHNOPRENEURSHIP

## Daftar isi

- **Optimasi Rancang Bangun Alat Bantu Perakitan Presstool** 1 – 6  
Adies Rahman Hakim<sup>1</sup>, Ismet P Ilyas<sup>2</sup> dan Chandrasa S<sup>3</sup>
- **Pola Kebijakan Penyediaan Air Bersih Melalui Optimalisasi Pemberdayaan Potensi Air Baku Di Kabupaten Gianyar Sebagai Salah Satu Daerah Tujuan Wisata Utama Di Bali** 7 – 14  
I Gst. Lanang Made Parwita & I Wayan Suparta
- **Rancang Bangun *Engine Stand* Pada Fasilitas Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali Untuk *Overhaul Engine*** 15 – 21  
I Nengah Darma Susila dan I Gst Ngurah Ardana
- **Pengembangan Teknologi *Low Speed Vertical Injection* Untuk Pembuatan Produk Aluminium Tahan Beban Impak dan Thermal di Industri Kecil Dan Mikro** 22 – 28  
Darma Firmansyah Undayat<sup>1)</sup>, Wiwik Purwadi<sup>2)</sup>, M. Nahrowi<sup>3)</sup>
- **Rancang Bangun Pisau Bajak Multi Fungsi Yang Ergonomis Meningkatkan Kepuasan dan Produktivitas Kerja Petani Subak Abian Di Desa Batunya Tabanan** 29 – 35  
I Ketut Widana dan Ni Wayan Sadiyani<sup>1,2)</sup>
- **Pemanfaatan Metodebatik Fractal Pada Transformasi Motif Kain Tenun Cual Bangka Menjadi Batik Khas Bangka Dalam Upaya Menjaga Aset Budaya Bangsa** 36 – 40  
Ilham Ary Wahyudie, Surojo, Irwan Ramli, Yoan Elviralita
- **Perancangan dan Perbaikan Metode Kerja Sektor Industri Kecil Kerajinan Gong di Kabupaten Klungkung Bali Untuk Meningkatkan Produktivitas Kerja** 41 – 49  
IKG Juli Suarbawa
- **Kajian Perubahan Frekuensi Sumber Listrik Terhadap Putaran Poros Motor** 50 – 54  
I Nyoman Gede Baliarta dan Sudirman
- **Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Pada Penyulang Serangan Untuk Memperbaiki Rugi Rugi Dan Profil Tegangan Sistem Menggunakan *Etap 6.0*** 55 – 60  
I Gusti Agung Made Sunaya<sup>1)</sup> dan I Made Purbhawa<sup>2)</sup>
- **Rancang Bangun Dekanter Minyak Atsiri Menggunakan Pelat Interceptor Untuk Meningkatkan Kuantitas Produk** 61 – 66  
I Made Sudana, Ida Ayu Anom Arsani, dan Achmad Wibolo
- **Rancang Bangun Mesin Pengupas Kulit Buah Kopi** 67 – 76  
I Gusti Ngurah Ardana<sup>1</sup> dan I Gede Nyoman Suta Waisnawa<sup>2</sup>
- **Studi Komparatif Jenis Bahan "*Tel Additive*" Dan "*Bio Additive*" Sebagai *Octane Booster* Bahan Bakar Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan** 77 – 84  
I Komang Rusmariadi dan I Ketut Rimpung

- **Rancang Bangun Mesin *Drop Hammer* Untuk Meningkatkan Proses Produksi Kerajinan Logam** **85 – 91**  
I Made Aryana<sup>1</sup> dan I Wayan Suirya<sup>2</sup>
- **Studi Eksperimental Pengujian Performance Refrigeran LPG ETI-LPG10C pada AC Split 1 Pk** **92 – 97**  
Made Ery Arsana<sup>(1)</sup>, Luh Putu Ike Midiani, I.B Putu Sukadana
- **Uji Komparatif COP Domestik Refrigerator Multi Temperatur Menggunakan Evaporator Tunggal Dan Evaporator Ganda Dengan Katup EPR** **98 – 104**  
Adi Winarta, I Wayan Gede Santika, AA Ngurah Bagus Mulawarman
- **Simulation Of Exclusive Stopping Spaces Planning For Motorcycles To Improve Signalled Cross Performance And Traffic Safety** **105 – 111**  
Putu Hermawati, I Gede Made Oka Aryawan dan I Wayan Suasnawa
- **Rancang Bangun Alat Uji Temperatur Peleburan Dan Pembekuan PCM Untuk Aplikasi Refrigerator Temperatur Rendah** **112 – 116**  
Ida Bagus Putu Sukadana<sup>(1)</sup> dan I Made Sugina<sup>(2)</sup>
- **Optimalisasi Alat Pengaduk Dodol Dan Perbaikan Lingkungan Kerja Untuk Meningkatkan Produktivitas Perajin Di Kabupaten Buleleng, Bali** **117 – 122**  
I Gede Santosa
- **Rancang Bangun Alat Penyetel Celah Katup Sepeda Motor Dengan Pembatas Torsi** **123 – 130**  
Daud Simon Anakottapary dan I Made Suarta
- **Modifikasi Dan Optimasi Sistem Pengujian Ahu (Air Handling Unit) Dengan Ultrasonik Humidifier Dan Analisis Psikrometri** **131 – 134**  
I Wayan Temaja dan Made Ery Arsana
- **Perancangan Alat Pelubang Plastik Mulsa Dan Perbaikan Sistem Kerja Melalui Pendekatan Total Ergonomi Untuk Meningkatkan Produktivitas Kerja Petani Strowberi Di Bedugul Bali** **135 – 139**  
M. Yusuf Dan Made Anom Santiana
- **Peningkatan Kekerasan Pada Produk Coran *Crusher Tip* Dengan Metoda Perlakuan Panas** **140 – 146**  
Achmad Sambas<sup>(1)</sup>, Reza Yadi Hidayat<sup>(2)</sup>
- **PLTS Untuk Sentra Pengolahan Hasil Kelautan Dan Perikanan Di Nusa Penida** **147 – 151**  
I Nengah Suparta dan I Nyoman Sugiarta
- **Sistem Pengaturan Kecepatan Variabel Motor BLDC Menggunakan DRV 8312 DSP TI C2000** **152 – 156**  
I Nyoman Wahyu Satiawan, I Ketut Wiryajati, IB Fery Citarsa, Ni Made Seniari, Sultan
- **Pengembangan Dan Optimasi Mesin Sangrai Kopi Yang Hemat Energi Untuk Meningkatkan Kualitas Produksi** **157 – 163**  
I Made Rajendra<sup>1</sup>, I Nyoman Suamir dan I Gede Nyoman Suta Waisnawa
- **Flutter Dimensional Analisis Berdasarkan Buckingham Pi-Theorema** **164 – 167**  
I Putu Gede Sopan Rahtika dan I Nengah Darma Susila
- **Analisis Performansi AC Split dengan Inverter dan Menggunakan Refrigeran R410A** **168 – 172**  
I Wayan Adi Subagia dan I Dewa Made Susila

- **Studi Eksperimental Sistem *Intermittent Solar Absorption Refrigeration* Untuk Produksi Es Balok** 172 – 177  
I Nengah Ardita dan I Putu Sastra Negara
- **Pembuatan Alat Simulasi Praktek Perencanaan Instalasi Pemipaan Untuk Laboratorium Mesin-Mesin Fluida Jurusan Teknik Mesin** 178 – 183  
I Made Arsawan dan I Made Rai Jaya Widanta
- **Pengembangan *AC Trainner* Bebas Siklus Refrigerasi Kompresi Uap Dengan Refrigeran R410a** 184 – 190  
I Dewa Made Susila, I Wayan Adi Subagia dan I Dewa Gede Agus Tri Putra
- **Kajian Performansi Alat Penukar Kalor Untuk AC Berbasis Thermoelektrik** 191 – 195  
I DG Agus Tri Putra
- **Analisis Eksperimental Lendutan pada Profil Reng Baja Ringan Akibat Beban Terpusat** 196 – 200  
Fajar Surya Herlambang dan I Komang Sudiarta
- **Pemanfaatan Teknologi Nirkabel Pada Pengiriman Data Informasi Bencana Longsor Berbasis ATR-KYL-200L** 201 – 207  
Hadi Supriyanto<sup>1)</sup>, Bobby Surya<sup>2)</sup>, Yuliadi Erdani<sup>3)</sup> dan Siti Aminah<sup>4)</sup>
- **Pengaruh Kuat Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Lengkung Baja ST 37 Dengan Teknik 1G Dan Metode Smaw** 208 – 213  
Ida Bagus Gde Widiantara<sup>1</sup> dan I Made Anom Adiaksa<sup>2</sup>
- **Analisis Eksperimental Pengaruh Variasi Setting Temperatur Udara Ruangan Terhadap Performansi Sistem Pengkondisian Udara** 214 – 217  
Luh Putu Ike Midiani dan I Dewa Gd. Agus Tri Putra
- **Investigasi Peningkatan Kapasitas Pendinginan Sistem AC Melalui Aplikasi Air Kondensat Sebagai *Pre-Cooling Evaporative*** 218 – 222  
I Putu Sastra Negara, I Nengah Ardita
- **Penggunaan Fly Ash Sebagai Penganti Semen Dalam Pembuatan Beton Geopolimer** 223 – 229  
I Wayan Suasira, I Wayan Intara
- **Rancang Bangun Alat Pengiris Jajan Uli Yang Ergonomis Untuk Meningkatkan Produktivitas Kerja Perajin Jajan Uli Di Desa Surodadi Kabupaten Tabanan, Bali** 230 – 238  
I Nyoman Sutarna dan Achmad Wibolo
- ***Data Base* Sistem Penyediaan Air Minum Guyangan Nusa Penida Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG)** 239 – 245  
I Nyoman Sedana Triadi, I Made Mudhina dan I Nyoman Anom P Winaya
- **Pengaruh Posisi Nozel di Dalam Ejektor Terhadap Performance AC Ejektor** 246 – 251  
Sudirman<sup>1</sup> dan I Nyoman Gede Baliartha<sup>2</sup>
- **Rancang Bangun Mesin Pengamplas Gamelan *Reong*** 252 – 260  
I Ketut Suherman, I Dewa Made Pancarana
- **Rancang Bangun Alat Penangkap Belut Menggunakan Inverter DC Ke AC Satu Fasa** 261 – 265  
I Nyoman Sukarma
- **Analisa Peningkatan Kekerasan Permukaan Baja Karbon Rendah Melalui Karburasi Kemas Arang Kayu Dicampur Tepung Cangkang Kerang Darah** 266 – 271  
Umen Rumendi

- **Penghilangan Logam Pencemar Kromium (III) Dengan Teknik Membran Cair Emulsi Menggunakan Asam Oleat Sebagai Pengompleks Dengan Metode Alir** **272 – 276**  
Viktor Andika Putra
- **Redesain Ruang Perpustakaan Politeknik Negeri Bali Melalui Pendekatan Partisipatori Meningkatkan Minat Baca Dan Kenyamanan Pengguna** **277 – 282**  
Wayan Sri Kristinayanti dan A.A. Putri Indrayanti
- **Sistem Pengumpul Energi Hybrid Dapat Berpindah (*Mobile Hybrid Power Bank System*)** **283 – 287**
- **Aplikasi Perangkat Lunak Rekayasa Pada Desain Dan Pengembangan Produk *Ceiling Rod Hanger Clip*** **288 – 292**  
Asep Indra Komara
- **Analisis *Centerline Shrinkage* Pada Produk Baja Cor Dengan Bentuk Geometri Kompleks Menggunakan Bantuan Perangkat Lunak Simulasi Coran Solidcast 8.1.1 (*Studi Kasus Pada Produk Diafragma*)** **293 – 297**  
Mochammad Achyarsyah, Beny Bandanadjaja, Hariyadi Nugroho

## Uji Komparatif COP Domestik Refrigerator Multi Temperatur Menggunakan Evaporator Tunggal Dan Evaporator Ganda Dengan Katup EPR

**Adi Winarta, I Wayan Gede Santika, AA Ngurah Bagus Mulawarman**

Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bali  
Bukit Jimbaran, P.O Box 1064 Tuban, Badung-Bali telp.(0361)701981  
adi.winarta@pnb.ac.id

**Abstrak:** Domestik refrigerator digunakan untuk menyimpan makanan beku (*frozen food*) yang mempunyai temperatur sekitar  $-18^{\circ}\text{C}$  dan juga makanan dingin (*chilled food*) berkisar  $4^{\circ}\text{C}$ . Kedua level temperatur diatas biasanya dicapai dengan evaporator tersendiri. Evaporator pada mesin refrigerator domestik biasanya diletakkan pada bagian *freezer* atau bagian paling atas dan harus pula memberikan pendinginan pada ruang makanan dingin (*chilled food*). Dengan kata lain, evaporator tersebut harus mengatasi beban pendinginan di *freezer* yang memiliki temperatur rendah dan di *chiller* yang memiliki temperatur lebih tinggi. Sehingga bisa dikatakan harus bekerja pada tekanan rendah pada *freezer* dan tekanan lebih tinggi pada ruang makanan dingin (*chiller*).

Pada penelitian ini diuji dua sistem domestik refrigerator untuk dua kompartemen yakni ruang penyimpan makanan beku (*frozen food*) dan ruang makanan dingin (*chilled food*). Masing-masing sistem diuji dengan beban pendingin 500 Watt untuk tiap ruangan pendingin. Kapasitas kompresor yang digunakan sebesar  $\frac{1}{3}$  HP (horse power) dan temperatur lingkungan dianggap konstan sebesar  $29^{\circ}\text{C}$ . Dari hasil pengujian didapatkan bahwa COP rata-rata sistem refrigrerasi evaporator ganda dengan EPR sebesar 5,33 sedangkan COP pada sistem evaporator tunggal tanpa EPR sebesar 5,2.

**Kata kunci:** COP, domestik refrigerator, evaporator pressure regulator (EPR), evaporator multi temperatur.

### *COP Comparative Test for Multi Temperatur Domestic Refrigerator with single and double evaporator equipped with EPR Valve*

**Abstract:** A Domestic refrigerator is used to hold a freezer temperatur at about  $-18^{\circ}\text{C}$  and food compartement temperatur near  $4^{\circ}\text{C}$ , however these two levels of temperatur are achieved by only one evaporator. A single evaporator, located in freezer compartment, must cover both the food and freezer compartment. Therefore, it must operate at lowe pressure required by freezer section, which is must lower than that required by food compartement. In this case, due to high pressure difference between evaporator and condenser, the compressor work is relatively large, which result in degraded performance.

Each of the system had been test with 500 watt heater load for each compartement. The compressor capacity which been used for this system about  $\frac{1}{3}$  HP. The test was conducted at outdoor temperatur considerably constant at  $29^{\circ}\text{C}$ . The research result shows that average COP for the double evaporator refrigerator with EPR valve about 5,33 and the other system has average COP about 5,2.

**Keyword:** COP. Domestic refrigerator, evaporator pressure regulator (EPR), multi temperature evaporator

## I. PENDAHULUAN

Aplikasi terbesar sistem refrigerasi adalah menghambat laju pertumbuhan bakteri, serta perubahan secara fisik dan kimiawi pada makanan [1]. Meskipun pada kenyataannya pada temperatur mendekati titik beku pun, makanan masih mungkin dapat membusuk (*deteriote*) oleh karena pertumbuhan mikro organisme, perubahan oleh enzim atau reaksi kimia. Akan tetapi menyimpan makanan pada temperatur rendah (*low temperature*) semata-mata adalah mengurangi laju pertumbuhan atau perkembangan organisme-organisme yang merugikan [1,2].

Selain meminimalkan pertumbuhan mikroorganisme, pendinginan yang dihasilkan oleh teknologi refrigerasi juga diperlukan untuk mencegah terjadinya reaksi kimia maupun fisiologis yang bisa merusak kondisi suatu zat. Sehingga teknologi ini juga menjadi kebutuhan di bidang kedokteran (penyimpanan vaksin, obat-obatan, hingga cadangan darah). Dukungan mesin refrigerasi terhadap kemajuan iptek jelas terlihat dari keberadaan mesin ini di berbagai bidang: biologi, kimia, kedokteran, dan sebagainya [3, 4]

Teknologi refrigerasi bukan hanya monopoli perusahaan besar ataupun institusi ilmiah. Mesin refrigerasi dalam bentuk lemari pendingin (*refrigerator*) dan pengkondisi udara (AC) sangat umum dijumpai di tengah-tengah masyarakat. Bukan sekedar gaya hidup, karena mesin refrigerasi berfungsi untuk meningkatkan kualitas hidup manusia.

Mesin refrigerasi domestik merupakan mesin refrigerasi yang digunakan untuk keperluan rumah tangga. Tetapi bagaimanapun juga karena unit-unit pelayanannya sangat luas, refrigerasi domestik mewakili suatu bagian dari industri refrigerasi yang memiliki pangsa pasar yang sangat besar. Akibatnya total penggunaan energi oleh refrigerasi domestik ini semakin hari menjadi signifikan karena meluasnya penggunaan pada rumah tangga [5]

Unit refrigerasi domestik biasanya berbentuk kecil, yang membutuhkan daya listrik untuk kompresi sampai dengan 1 pk dan menggunakan jenis kompresor hermetik. Beberapa tahun belakangan ini unit refrigerasi domestik sudah mulai dikembangkan dengan menggunakan sistem lain selain jenis siklus kompresi uap. Pada umumnya mesin refrigerasi jenis ini dapat dibedakan menjadi dua yaitu kulkas (*refrigerator*) dan *freezer*.

Domestik *refrigerator* digunakan untuk menyimpan makanan beku (*frozen food*) mempunyai temperatur *freezer* sekitar  $-18^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan ruang penyimpanan makanan dingin (*chilled food*) biasanya dicapai dengan temperatur mendekati  $4^{\circ}\text{C}$ . Kedua level temperatur diatas biasanya dicapai dengan evaporator tersendiri. Evaporator tunggal pada mesin refrigerasi domestik biasanya diletakkan pada bagian *freezer* atau bagian paling atas dan harus pula memberikan

pendinginan pada ruang makanan dingin. Dengan kata lain, evaporator tersebut harus mengatasi beban pendinginan di *freezer* yang memiliki temperatur rendah dan di *chiller* yang memiliki temperatur lebih tinggi. Sehingga bisa dikatakan harus bekerja pada tekanan rendah pada *freezer* dan tekanan lebih tinggi pada ruang penyimpanan makanan. Hal ini tentu mengakibatkan turunnya performansi karena beda tekanan yang besar antara evaporator dan kondensor yang mengakibatkan rasio kompresi yang tinggi pada kompresor [6]

Cara termudah dalam mengurangi kerja kompresor dan mencapai peromansi yang lebih baik adalah dengan cara membuat dua siklus refrigerasi yang berlainan dengan temperatur evaporasi yang berbeda, yang biasa disebut "*dual loop cycle*" [7]. Dengan rendahnya kenaikan tekanan pada siklus refrigerasi maka kerja kompresor dapat diminimalkan. Hasil simulasi menunjukkan kenaikan performansi 19% pada "*dual loop cycle*" dengan menggunakan R22 [8]. Tetapi bertolak belakang dengan naiknya peromansi ini permasalahan utama pada sistem ini adalah tingginya biaya peralatan yang dikeluarkan. Berdasarkan faktor biaya tersebut, berbagai upaya telah dilakukan guna memodifikasi siklus dengan evaporator ganda ini. Salah satunya dengan penggunaan kembali "*single loop cycle*" yang menggunakan evaporatur tunggal [9].

Penelitian refrigerator domestik multi temperatur menggunakan evaporator tunggal dan ganda dengan katup EPR ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengembangkan desain multi evaporator pada mesin domestik refrigerator dengan prinsip natural convection untuk mengurangi penggunaan konsumsi daya listrik untuk fan evaporator.
2. Menguji peromansi sistem desain multi evaporator pada refrigerator domestik sebagai acuan pengembangan refrigerator domestik yang memiliki peromansi tinggi dengan biaya produksi yang ekonomis.
3. Membandingkan peromansi refrigerator multi temperatur dengan dan tanpa EPR (Evaporator Pressure Regulator).

## II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimental (*experimental research*) dengan membandingkan hasil uji peromansi pada mesin refrigerator domestik *multi temperature* dengan evaporator tunggal dan evaporator ganda. Dua sistem model evaporator tersebut dan pipa kapiler didesain terlebih dahulu sebelum digunakan pada sistem refrigerasi domestik.

Pertama akan diuji peromansi pada mesin domestik refrigerasi dengan evaporator ganda. Yakni model sistem *dual loop cycle* yang menggunakan 2 (dua)

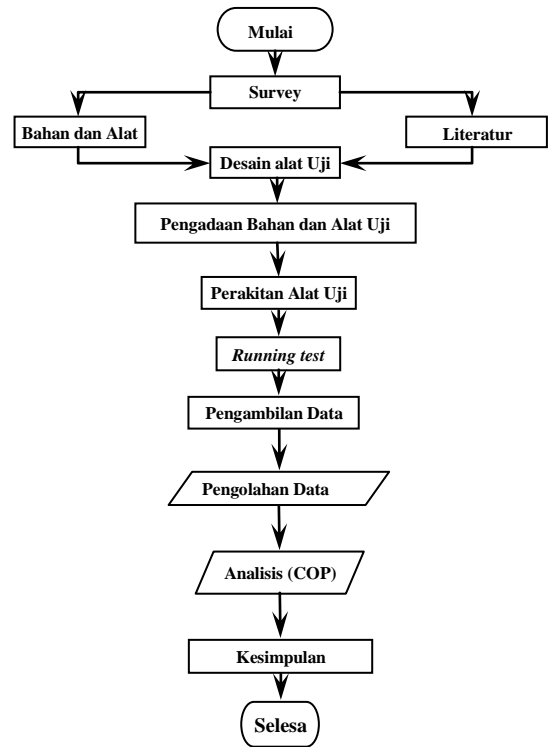
evaporator secara paralel. Dua evaporator yang dipasang secara paralel ini memiliki temperatur evaporasi yang berlainan guna penanganan dua ruang temperature yang berbeda. Pada sisi keluar (outlet) evaporator yang memiliki suhu tertinggi (*chiller*) dipasang *evaporator pressure regulator* (EPR) untuk menjaga agar tekanan pada evaporator tetap konstan. Sehingga nantinya temperatur pada *chiller* dapat dipertahankan pada kondisi yang ingin dicapai.

Pada pengujian berikut yakni evaporator tunggal atau *single loop cycle* digunakan evaporator yang dirangkai secara seri. Pada keluaran (outlet) evaporator pertama dipasang *accumulator (liquid and gas separation)* guna memisahkan uap dan cairan refrigeran. Gunanya untuk memastikan bahwa hanya uap refrigerant saja yang akan memasuki inlet evaporator kedua. Pada evaporator pertama direncanakan untuk pendinginan pada *low temperature (freezer)* sedangkan pada evaporator kedua untuk *medium temperature (chiller)*.

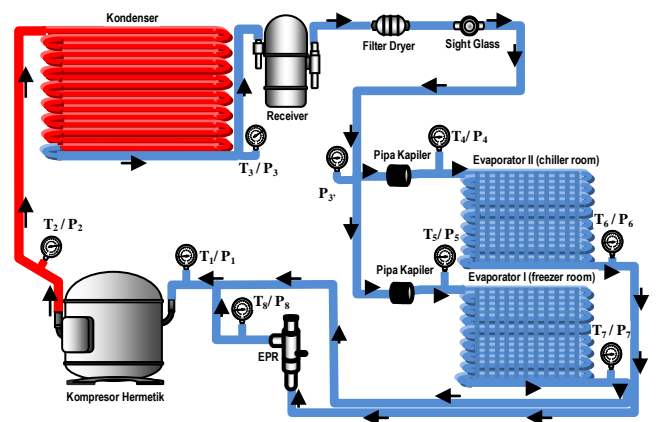
Penelitian dilakukan di laboratorium Refrigerasi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Perhitungan performansi COP suatu mesin refrigerasi didapatkan dari perhitungan Efek refrigerasi (ER) dan kerja kompresi (Wk). Perhitungan tersebut membutuhkan data-data tekanan dan temperatur pada masing-masing titik pengujian. Dengan menggunakan *pressure enthalpy* (p-h) diagram dan tabel properties dari refrigeran yang akan diuji maka dapat dicari besarnya *enthalpy* yang akan digunakan dalam perhitungan nantinya. Untuk perhitungan konsumsi listrik digunakan rumus daya yang dihitung dari voltase dan *ampere* yang dikonsumsi mesin refrigerasi domestik tersebut atau diukur langsung dengan tang *ampere (energy meter)*.

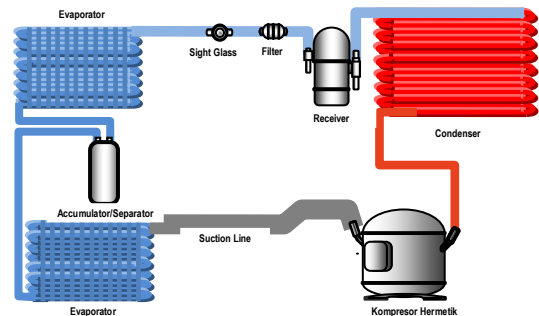
**2.1 Diagram Alir Penelitian**



Gambar 1 Diagram alir pelaksanaan penelitian



Gambar 2 Pengujian domestik refrigerator dengan evaporator ganda dan EPR



Gambar 3 Pengujian domestik refrigerator dengan evaporator tunggal tanpa EPR



Data temperatur (°C) yang diukur :

Tabel 1 Pengambilan data temperatur

a	T <sub>1</sub>	=	Temperatur keluar evaporator <i>chiller</i>
b	T <sub>2</sub>	=	Temperatur refrigeran keluar kompresor
c	T <sub>3</sub>	=	Temperatur refrigeran keluar kondensor
d	T <sub>4</sub>	=	Temperatur refrigeran masuk evaporator
e	T <sub>1'</sub>	=	Temperatur refrigeran keluar evaporator <i>freezer</i>

Data Tekanan (bar) yang diukur:

Tabel 2 Pengambilan data tekanan

a	P <sub>1</sub>	=	Tekanan pada <i>outlet</i> evaporator <i>chiller</i>
b	P <sub>2</sub>	=	Tekanan pada <i>discharge</i> kompresor
c	P <sub>3</sub>	=	Tekanan pada <i>outlet</i> kondensor
d	P <sub>4</sub>	=	Tekanan <i>inlet</i> evaporator
e	P <sub>5</sub>	=	Tekanan pada <i>outlet</i> evaporator <i>freezer</i>

**2.2 Prosedur pengujian mesin refrigerasi**

Pengujian pada mesin refrigerasi dengan dua model evaporator ini dilakukan dengan durasi waktu 90 menit (sampai temperatur dalam box penyimpanan mencapai keadaan konstan atau *steady*). Langkah-langkah proses pengujian adalah sebagai berikut:

1. Melakukan inspeksi pada mesin pendingin sesuai dengan prosedur operasional yang standar. Melakukan pemeriksaan tekanan pada sistem apakah tidak ada kebocoran, memeriksa instalasi pengkabelan pada mesin dan mencatat massa refrigerant yang ada pada sistem pada waktu pengisian sistem. Sehingga

memastikan sistem layak untuk dilakukan pengujian.

2. Langkah berikutnya adalah menghubungkan steker ke sumber arus (stop kontak).
3. Menghidupkan power pengukur temperatur (display termokopel) dengan menekan tombol on . Melakukan pencatatan temperatur (display termokopel) dan tekanan (*pressure gauges* dan *charging manifold*) sebelum sistem dijalankan
4. *Start* sistem dan membiarkan sistem bekerja 10 menit sebelum pengambilan data pertama. Mencatat data-data tekanan dan temperatur pada beberapa titik yang telah ditetapkan dan mengulang pengambilan data dengan durasi waktu 5 menit. Pencatatan dilakukan sampai 18 kali sehingga lama pengambilan selama 90 menit.

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Data Hasil Penelitian**

Data yang didapatkan dari hasil pengujian yakni data temperatur dan tekanan untuk masing-masing titik akan diolah menggunakan tabel propertis dari refrigerant R22. Sebelumnya data tekanan dari *pressure gauges* dikonversi dahulu menjadi P absolut dengan rumus:

$$P_{abs} = P_{gauges} + 1 \text{ atmosfer}$$

karena alat ukur tekanan menggunakan satuan bar maka rumus diatas diterjemahkan menjadi:

$$P_{abs} \text{ (bar)} = P_{gauges} \text{ (bar)} + 1,01 \text{ (bar)}$$

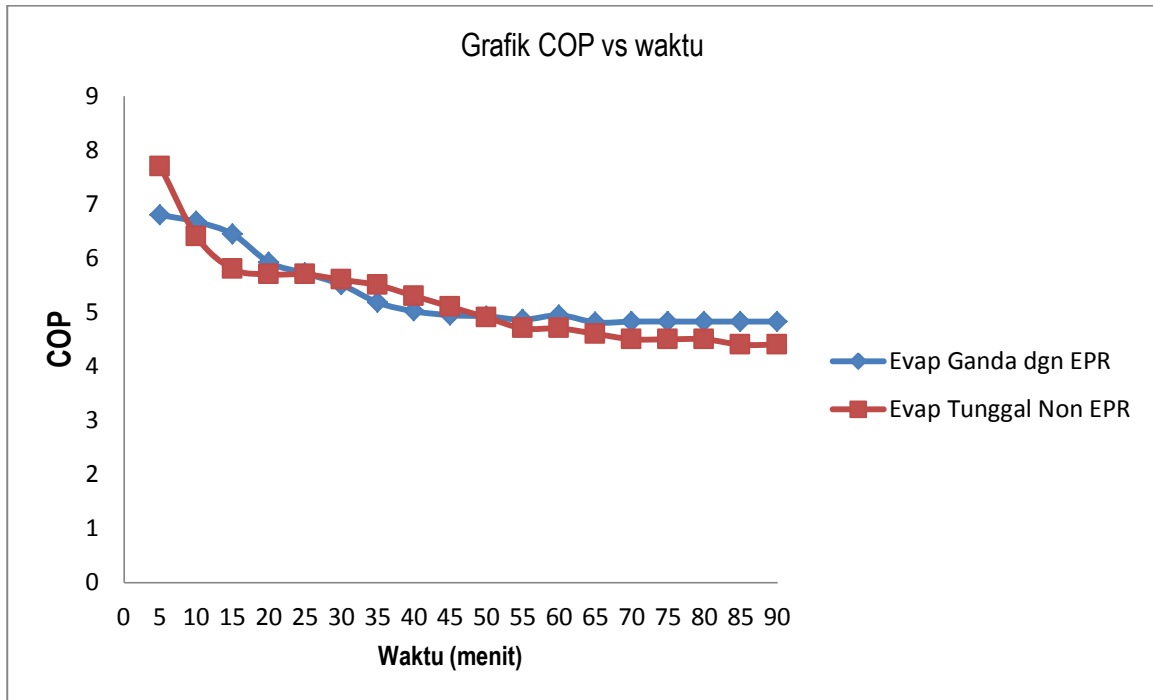
Tabel 3 Hasil perhitungan data refrigerator dengan EPR

HASIL PERHITUNGAN DATA REFRIGERATOR DENGAN EPR												
Waktu	ENTHALPY (h)				Efek Refrigerasi (ER)			Kerja Kompresi (Wk)			COP	Daya
	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub> =h <sub>4</sub>	h <sub>1'</sub>	ER I	ER I'	ER Total	Wk I	Wk I'	Wk Total		
(menit)	(kJ/kg)	(kJ/kg)	(kJ/kg)	(kJ/kg)	(kJ/kg)	(kJ/kg)	(kJ/kg)	(kJ/kg)	(kJ/kg)	(kJ/kg)		
5	420.33	438.67	250.55	408.77	169.78	158.22	<b>164.00</b>	18.34	29.90	<b>24.12</b>	<b>6.80</b>	448.80
10	420.45	439.34	249.55	408.77	170.90	159.22	<b>165.06</b>	18.89	30.57	<b>24.73</b>	<b>6.67</b>	411.40
15	420.38	440.08	249.43	408.56	170.95	159.13	<b>165.04</b>	19.70	31.52	<b>25.61</b>	<b>6.44</b>	392.70
20	418.36	439.76	249.55	406.21	168.81	156.66	<b>162.74</b>	21.40	33.55	<b>27.48</b>	<b>5.92</b>	392.70
25	418.44	439.85	249.55	404.61	168.89	155.06	<b>161.98</b>	21.41	35.24	<b>28.33</b>	<b>5.72</b>	392.70
30	418.05	439.99	249.43	403.37	168.62	153.94	<b>161.28</b>	21.94	36.62	<b>29.28</b>	<b>5.51</b>	392.70
35	417.46	440.41	249.18	401.45	168.28	152.27	<b>160.28</b>	22.95	38.96	<b>30.96</b>	<b>5.18</b>	392.70
40	417.10	440.88	248.93	400.86	168.17	151.93	<b>160.05</b>	23.78	40.02	<b>31.90</b>	<b>5.02</b>	392.70
45	416.54	440.82	248.93	400.55	167.61	151.62	<b>159.62</b>	24.28	40.27	<b>32.28</b>	<b>4.95</b>	392.70
50	416.30	440.82	248.93	400.55	167.37	151.62	<b>159.50</b>	24.52	40.27	<b>32.40</b>	<b>4.92</b>	392.70

55	416.30	440.97	248.93	400.13	167.37	151.20	<b>159.29</b>	24.67	40.84	<b>32.76</b>	<b>4.86</b>	392.70
60	415.93	440.21	248.93	400.13	167.00	151.20	<b>159.10</b>	24.28	40.08	<b>32.18</b>	<b>4.94</b>	392.70
65	416.11	441.21	248.93	400.13	167.18	151.20	<b>159.19</b>	25.10	41.08	<b>33.09</b>	<b>4.81</b>	392.70
70	416.30	441.21	248.93	400.13	167.37	151.20	<b>159.29</b>	24.91	41.08	<b>33.00</b>	<b>4.83</b>	392.70
75	416.30	441.21	248.93	400.13	167.37	151.20	<b>159.29</b>	24.91	41.08	<b>33.00</b>	<b>4.83</b>	392.70
80	416.30	441.21	248.93	400.13	167.37	151.20	<b>159.29</b>	24.91	41.08	<b>33.00</b>	<b>4.83</b>	392.70
85	416.30	441.21	248.93	400.13	167.37	151.20	<b>159.29</b>	24.91	41.08	<b>33.00</b>	<b>4.83</b>	392.70
90	416.30	441.21	248.93	400.13	167.37	151.20	<b>159.29</b>	24.91	41.08	<b>33.00</b>	<b>4.83</b>	392.70
rata-rata	417.40	440.50	249.19	402.49	168.21	153.29	<b>160.75</b>	23.10	38.02	<b>30.56</b>	<b>5.33</b>	396.86

Tabel 4 Hasil pengolahan data refrigerator evaporator tunggal tanpa EPR

Waktu (menit)	Enthalpy (kJ/kg)						COP	Daya
	$h_1$	$h_2$	$h_3 = h_4$	$h_5$	ER	Wk		
5	425,7	448,7	233,4	410,3	<b>176,9</b>	<b>23,0</b>	<b>7,7</b>	512,1
10	422,1	449,6	232,4	408,2	<b>175,8</b>	<b>27,5</b>	<b>6,4</b>	469,4
15	421,3	451,5	232,6	407,7	<b>175,1</b>	<b>30,2</b>	<b>5,8</b>	448,1
20	421,6	451,8	232,1	404,3	<b>172,2</b>	<b>30,2</b>	<b>5,7</b>	448,1
25	421,2	451,4	232,6	404,9	<b>172,3</b>	<b>30,2</b>	<b>5,7</b>	448,1
30	421,3	451,9	232,3	403,7	<b>171,4</b>	<b>30,6</b>	<b>5,6</b>	448,1
35	421,2	452,3	232,3	403,4	<b>171,1</b>	<b>31,1</b>	<b>5,5</b>	448,1
40	420,6	452,8	232,3	403,1	<b>170,8</b>	<b>32,2</b>	<b>5,3</b>	448,1
45	419,1	453,2	232,2	402,7	<b>170,5</b>	<b>34,1</b>	<b>5,0</b>	448,1
50	418,8	453,6	232,1	402,4	<b>170,3</b>	<b>34,8</b>	<b>4,9</b>	448,1
55	417,8	453,9	232,4	402,1	<b>169,7</b>	<b>36,1</b>	<b>4,7</b>	448,1
60	417,6	454,2	232,6	402,7	<b>170,1</b>	<b>36,6</b>	<b>4,7</b>	448,1
65	417,5	454,4	232,3	402,1	<b>169,8</b>	<b>36,9</b>	<b>4,6</b>	448,1
70	417,0	454,7	232,3	402,3	<b>170,1</b>	<b>37,7</b>	<b>4,5</b>	448,1
75	417,0	454,7	232,3	402,3	<b>170,1</b>	<b>37,7</b>	<b>4,5</b>	448,1
80	417,0	454,7	232,3	402,3	<b>170,1</b>	<b>37,7</b>	<b>4,5</b>	448,1
85	416,1	454,8	232,2	402,7	<b>170,5</b>	<b>38,8</b>	<b>4,4</b>	448,1
90	417,0	454,7	232,3	402,3	<b>170,1</b>	<b>37,5</b>	<b>4,5</b>	448,1
Rata-rata	419,4	452,9	232,4	403,9	<b>171,5</b>	<b>33,5</b>	<b>5,2</b>	448,1



Gambar 4 Grafik perbandingan performansi (COP) pada refrigerator

### 3.1 Pembahasan

Dari hasil grafik 4 didapatkan bahwa pada awal start COP pada sistem tanpa EPR memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan konvensional sistem dengan EPR. Hal ini dikarenakan efek refrigerasi pada sistem tanpa EPR lebih tinggi dengan kerja kompresor yang lebih rendah. Pada pengukuran temperatur pada outlet dan inlet kompresor terbukti bahwa temperatur kompresor lebih rendah dibandingkan pada sistem refrigerator domestik dengan evap ganda. Sehingga mengakibatkan kerja kompresi pada sistem ini lebih rendah.

COP kedua sistem ini berpotongan di tiga titik yakni pada menit ke 10, 25 dan 50. Pada sistem dengan evap tunggal performansi terbaik diperoleh pada awal start karena kerja kompresi yang rendah. Pada menit berikutnya sistem ini cenderung memiliki COP yang tidak jauh berbeda dengan sistem evap ganda. Meskipun dari grafik dapat diketahui pula bahwa penurunan performansi pada sistem evaporator tunggal lebih curam dibandingkan dengan sistem evaporator ganda. Pada sistem evap ganda COP lebih stabil nilainya dimulai pada menit ke 15. Hal ini juga menandakan bahwa kerja kompresi lebih stabil pada sistem evap ganda sehingga akan menyebabkan umur kompresor yang lebih panjang.

### IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada refrigerator domestik evaporator ganda dengan EPR besarnya COP sistem lebih stabil dibandingkan dengan refrigerator evaporator tunggal tanpa EPR. COP rata-rata pada refrigerator domestik evaporator lebih besar yakni 5,33 jika dibandingkan COP rata-rata evaporator tunggal tanpa EPR yakni 5,2.
2. Pada refrigerator domestik evaporator ganda COP awal sebesar 6,8 dan berangsur-angsur menurun sehingga pada akhirnya stabil pada COP 4,83.
3. Pada refrigerator domestik evaporator tunggal tanpa EPR COP awal sistem sebesar 7,7 tetapi menurun tajam sampai dengan 4,4.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] ASHRAE, Refrigeration Handbook Fundamentals, American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers. SI Edition. 2005.
- [2] Dincer, Ibrahim, Refrigeration System and Application, England, ISBN 0-471-62351-2, 2003

- [3] Althouse, Turnquist and Bracciano, Modern Refrigeration and Air Conditioning. 18th edition, The Goodheart-Wilcox Company, Inc. Tinley Park, Illionis, ISBN-13: 978-159070-280-2,ISBN-10:1-59070-280-2,2004
- [4] Yuli Setyo Indartono, "Perkembangan Terkini Teknologi Refrigerasi (1)", 2006, www.beritaiptek.com., diakses 12 April 2013.
- [5] GSA, March 12, 2008. Refrigeration and Freezing. Government of South Australia, Department for Transport, Energy and Infrastructure. ([http://www.dtei.sa.gov.au/energy/energy action/household/saving\\_energy/refrigeration\\_and\\_freezing](http://www.dtei.sa.gov.au/energy/energy_action/household/saving_energy/refrigeration_and_freezing) diakses 12 April 2013)
- [6] Lee, W.H., Kim, Y.J., Kim, M.S.,Cho, K.S,(2000). Experimental Study on the Performance of Dual Evaporator Refrigeration System with an Ejector,International Refrigeration and Air Conditioning Conference.paper 503.
- [7] Won S. Jung, D.S, Radermacher R, (1994). "An Experimental study of the Performance of a dual loop refrigerator/freezer system", Int. Journal Refrigeration, Vol 1, No.6, pp. 411-416.
- [8] Bare, J.C, Gage, C.L, Radermacher R, and Jung D, (1991). "Simulation Of Nonazeotropic Refrigerant Mixtures For Use In Dual Circuit Refrigerator/Freezer Countercurrent Heat Exchanger", ASHRAE Trans., Vol 9, pp.2.
- [9] Bansal, P, Fothergill, D, Fernandes,R, (2010)."Thermal analysis of the defrost cycle in domestic freezer". International Journal of Refrigeration 33 589-599.