ISBN 978-979-98897-4-4

MAESTRUCT 2010

PROCEEDINGS

THE 5th REGIONAL SEMINAR ON MATERIALS, ENERGY, AND STRUCTURE

UNIVERSITAS SUMATERA UTARA

IKATAN MAHASISWA MAGISTER TEKNIK MESIN
IKM2TM
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA

ifrc

IC STAR

n/vcrc

MAESTRUCT 2010
PROCEEDINGS

The 5th Regional Seminar on Materials, Energy, and Structure 2010

6 February 2010, Gedung Biro Rektor USU, Medan

Co-Organized by:

Program Magister & Doktor Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara

Ikatan Mahasiswa Magister Teknik Mesin
Universitas Sumatera Utara

In Cooperation with:

Impact & Fracture Research Center
Dept. of Mech. Engineering USU

International Center for Science, Technology, and Art
University of Sumatera Utara

and

Research Center for Noise/Vibration Control
And Knowledge-Based in Engineering
Dept. of Mech. Engineering USU

Co-Organized by:
Program Magister & Doktor Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara

Ikatan Mahasiswa Magister Teknik Mesin
Universitas Sumatera Utara

In Cooperation with:
Impact & Fracture Research Center
Dept. of Mech. Engineering USU

International Center for Science, Technology, and Art
University of Sumatera Utara

and

Research Center for Noise/Vibration Control
And Knowledge-Based in Engineering
Dept. of Mech. Engineering USU

Copyright © 2010, Organizing Committee the 5th Regional Seminar
on Materials, Energy, and Structure 2010 (MAESTRUCT 2010)
Printed in Indonesia, February 2010

No part of this Proceedings may be reproduced or distributed in any forms
by any means, or stored in any media or retrieval system without prior
written permission.

SEMINAR ORGANIZATION
The 5th Regional Seminar on Materials, Energy, and Structure (MAESTRUCT 2010)

Advisory Board:

- Prof. Chairuddin P. Lubis, DTM&H, Sp. A(K), *Rector USU*
- Prof. Dr. Armansyah Ginting, M.Eng, *Dean Faculty of Engineering, USU*
- Prof. Dr. Hiroomi Homma, *Emeritus Professor, TUT, Japan*
- Dr. Eng. Hiroki Homma, *Heat & Mass Transfer Lab. Matsue National College of Technology*

Steering Committee:

- Prof. Dr. Ir. Bustami Syam, MSME, *USU*
- Prof. Dr. Ir. Samsul Rizal, M.Eng, *UNSYIAH*
- Prof. Basuki Wirjosentono, MS, Ph.D, *USU*
- Dr.-Ing. Ikhwansyah Isranuri

Organizing Committee:

- Chairman : Ir. Siswo Pranoto
- Co-Chairman : Zulfikar, ST
- Secretary : Bobby Umroh, ST
- Program Coordinator : Muftil Badri M, ST
- Scientific & Facilities Coordinators:
  - Enzo WBS, ST
  - Yudi, ST
  - Ir. Syahruddin Noor
- Technical Assistance:
  - Ir. Berta Br. Ginting
  - Helen Riupassa, ST
  - Ir. Iswan Ansukarto
  - Mahyunis, ST

Secretariat :

- Ari Wahyu Risma Putri, A.Md
- Melani, S.Pt
- Rasidi

PROGRAM SCHEDULE

THE 5th REGIONAL SEMINAR ON MATERIAL, ENERGY AND STRUCTURE (MAESTRUCT 2010)

Saturday, February 6th, 2010

Ruang IMT-GT Biro Rektor USU 2nd Floor, and Ruang Senat Biro Rektor USU 3rd Floor, Jl. Dr. Mansyur No. 9 Medan

NO	TIME	PROGRAM	PRESENTED BY	Remarks
1	07.30 – 08.15	Registration	The Committee	
		OPENING CEREMONY		
2	08.15 – 08.45	Welcome Speech	1. The Chairman of Committee 2. Dean, Faculty of Engineering	
	08.45 – 09.00	Opening Remarks	REKTOR/ PUREK I USU	
		KEYNOTE SPEECH		**MODERATOR**
3	09.00 – 09.30	Understanding the effect of particle fragmentation on the surface damage of ceramic material	Prof. Hiroomi Homma	Dr.-Ing. Ikhwansyah Isranuri
	09.30 – 10.00		Prof.Dr.Ir. Bustami Syam, MSME	
4	10.00 – 10.15	***COFFEE BREAK***		
5	10.15 – 10.45		Prof.Dr.Ir. Samsul Rizal, M.Eng	Ir. Syahrul Abda, M.Sc
	10.45 – 11.15		Dr.-Ing. Ikhwansyah Isranuri	David C. L. Tobing
	11.15 – 11.40		Dr.Ir. M. Dirhamsyah, MT	
	11.40 – 12.05		Dr.Ir. Ilmi Abdullah, M.Sc	Bagus Giri yudanto
	12.05 – 13.05	***LUNCH BREAK***		

PRESENTATION SESSION

No	TIME	Ruang IMT-GT		Ruang Senat	
		Presented	Moderator	Presented	Moderator
7	13.05 – 13.30	Indra Mawardi	Nasruddin	Syahrul Abda	Bertha Br. Ginting
	13.30 – 13.55	Tirena Bahnur Siregar		Suprapto Widodo	
8	13.55 – 14.20	Bambang Teguh	Indra Hermawan	Azwardi	Syurkarni Ali
	14.20 – 14.45	Amin Suhadi		Marukan	

No	TIME	Ruang IMT-GT		Ruang Senat	
		Presented	Moderator	Presented	Moderator
9	14.45 – 15.10	Sugiarto	Budi Harto	Sarwa	Sariyusda
	15.10 – 15.35	Parah Dina		Elfendri	
	15.35 – 16.00	Positron Bangun		Bisrul Hafiz	
10	16.00 – 16.15	***COFFEE BREAK***			
11	16.15 – 16.40	Haposan Situngkir	Arnold L. Gaol	Rufinus Nainggolan	M. Zukhri Lubis
	16.40 – 17.05	David C. L Tobing		Adi Setiawan	
12	17.05 – 17.30	Yohanes	M. Yani	Yuhelson	Syurkarni Ali
	17.30 – 17.55	Erma Yulia		Ibnu Hajar	
13	17.55 – 18.20	Zulfikar	Indra Hermawan	Siswo Pranoto	Bertha Ginting
	18.20 – 18.45	Adi Setiawan		Muftil Badri	

Table of Contents

Preface i

Table of Contents ii

1. Effect Of Particle Fragmentation On The Stress Evolution In The Beam Impacted By A Particle Using Hybrid Method. ***Hiroomi Homma, Sutikno, and Sandro Mihradi*** 1
2. Pembuatan Dan Analisa Struktur Kerucut Lalu Lintas Bahan *Polymeric Foam* Diperkuat Serat Tandan Kosong (*Empty Fruit Bunch*) Kelapa Sawit. ***Bustami Syam, Syamsul Rizal, Krishna Surya Buana, Zulfikar, Siswo Pranoto, Muftil Badri*** 8
3. Analisa Metode Elemen Hingga (Meh) Beton Mutu Tinggi Terhadap Tegangan Tarik. ***Samsul Rizal, Taufiq Saidi, Purwandy Hasibuan*** 18
4. Optimasi Proses Pembakaran Bahan Bakar Biomassa Pada Boiler Jenis *Fixed Bed* Di Pabrik Kelapa Sawit. ***Dr. Ir. Ilmi Abdullah, M.Sc*** 45
5. Developing Local Wood Journal Bearing For Traditional Fish Boat. ***Ikhwansyah Isranuri, Hans Gudenschwager, Parulian Siagian, Esra Keliat*** 53
6. Pengaruh Penyambungan dengan Kekangan terhadap Pemulihan Retakan dan Kekuatan Lentur Beton. ***Sarwa*** 62
7. Solar Energy Electric 4000va, 3x220v, 50hz dengan Sliver Cells dan Changeover Switch Berbasis Plc Festo Fc-34. ***Suprapto Widodo, Nurman*** 72
8. Serangan Korosi Sumuran (*Pitting* Corrosion) pada Pipa *Roll Bearing* Pipa. ***Hadi Sunandrio dan Amin Suhadi*** 78
9. Studi Eksperimental Deteksi Fenomena Kavitasi pada Pompa Sentrifugal Menggunakan Sinyal Getaran untuk Condition Monitoring. ***Ibnu Hajar, Ikhwansyah Isranuri, Bustami Syam, dan Tugiman*** 84
10. Model Of Binary Cycle Power Plant Using Brine Of Geothermal Power Plant as Thermal Energy Sources. ***Bambang Teguh P, Suyanto, MD. Trisno*** 93
11. Pemantauan Tingkat Keadaan Getaran Bantalan Bacward Inclined Curve Centrifugal Fan Tipe 2 SPSI akibat Perubahan Tarikan Sabuk-V sebagai Pendekatan Teknik Pemeliharaan di Pabrik Kelapa Sawit. ***David C.L. Tobing, Ikhwansyah Isranuri, Bustami Syam, M. Dirhamsyah*** 103
12. Pengaruh Putaran Cetakan Terhadap Sifat Mekanik Besi Cor Kelabu Pada Pembuatan Silinder Liner Mesin Otomotif Dengan Pengecoran Sentrifugal Mendatar. ***Haposan Situngkir*** 114

13. Analisa Struktur Kerucut Bahan Polymeric Foam Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (Simulasi Numerik)*Muftil Badri, Bustami Syam, Samsul Rizal, Krishna Bhuana* 122

14. Kaji Sifat Mekanis Papan Partikel Kayu Kelapa Sawit dengan Perekat Limbah *Thermoplastic. Indra Mawardi, Zuhaimi, dan Munawar* 132

15. Pengembangan Sistem Virtual Manufaktur Berbasis Web untuk Meningkatkan Desain Produk Pemesinan Silinderis. *Yohanes* 141

16. Potensi Tandan Kosong Sawit sebagai Bahan Baku Pembangkit Listrik yang Ramah Lingkungan. *Adi Setiawan, Dedi Susanto, M. Natsir Amin, Bustami Syam* 149

17. Pengembangan Strategi Pemeliharaan Berdasarkan Analisis Reability dan Availability Mesin Pabrik Kelapa Sawit PT. Perkebunan Nusantara 3. *Yuhelson, Bustami Syam, Sukaria Sinullingga, Ikhwansyah Isranuri* 155

18. Erosion Resistance Improvement Of Water Wall Tube Material (Sa210a1) on Cfb Boiler Power Plant 100 Mw. *Sugiarto, I Putu Wirasangka, Bambang Suharno, Dedi Priadi, Hadi Suwarno, Triwibowo* 167

19. Uji Eksperimental Optimasi Perpindahan Kalor dan Penurunan Tekanan Pengaruh Jarak Sekat pada Alat Penukar Kalor Selongsong dan Tabung dengan Susunan Tabung Belah Ketupat. *Positron Bangun* 173

20. Pengaruh Unsur Zn terhadap Sifat Mekanik, Netronik, dan Struktur Mikro pada Paduan UZr. *Masrukan, D.N Adnyana, Amin Suhadi* 188

21. Pengaruh Parameter Proses Pengecoran *Squeeze* (Temperatur Tuang, Temperatur Cetakan dan Kandungan Silikon) terhadap Munculnya Cacat Pada Benda Cor Tipis Al-Si. *Elfendri* 196

22. Integrated Modelling for Turning Optimization In Minimum Production Cost Criterion. *Syahrul Abda* 204

23. The Biogasoline Production From Catalytic Conversion of Palm Oil. *Tirena Bahnur Siregar* 211

24. Pengolahan Tandan Buah Segar Sawit (Tbs) Menggunakan Teknologi Gelombang Mikro-Suatu Alternatif Pengganti Proses Perebusan (Digesting Process).*Sari Farah Dina, Moch. Furqon, Elisabeth S, Alhamra* 216

25. Optimasi Proses Pembakaran dan Perpindahan Panas pada Alat Produksi Garam Hemat Energi. *Adi Setiawan, Faisal, Richy Rihardy, Wahyudin Saputra* 226

26. Formulation Study on Low Alloy High Strength Gray Cast Iron. *Pander Sitindaon* 234

27. Analisa Kekuatan Sambungan Las SMAW menggunakan Kawat Las AWS 7016 dalam Menerima Beban Dinamis dengan Metode. *Erma Yulia, Bustami Syam,Samsul Rizal,Adi Setiawan* 240

28. Pembuatan dan Penyelidikan Perilaku Mekanik Material Polymeric Foam Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) akibat Beban Statik dan Impak. ***Zulfikar, Bustami Syam, Samsul Rizal, Krishna Bhuana*** 248

29. Desain dan Pembuatan Kerucut Lalu Lintas dari Bahan *Polymeric Foam* Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). ***Siswo Pranoto, Bustami Syam, Samsul Rial, Krishna Bhuana*** 253

30. Boiler Water Treatment and Boiler Inspection. ***Rufinus Nainggolan, Berta br Ginting*** 258

31. Penggasan Termal Biomas Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit. ***Mochamad Furqon, Azwardi, Rahmadsyah*** 271

32. Simulasi Komputer Distribusi Tegangan pada Helm Sepeda Motor dari Bahan Komposit GFRP BTQN 157 EX Dilapis Busa (foam) terhadap Beban Impak Kecepatan Tinggi dengan menggunakan MSC/Nastran 4.5. ***Parlindungan S.Pasaribu, Bustami Syam, Samsul Rizal, dan Tugiman*** 279

Preface

Prof. Dr. Ir. Bustami Syam, MSME
The Head of Postgraduate Mechanical Engineering
The 5th Regional Seminar on Materials, Energy, and Structure 2010

Distinguished guests and participants,

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh
Good Morning ladies and gentlemen !
Welcome in University of Sumatera Utara.

On behalf of the Organizing Committees, we would like to a warm welcome to all delegates and participants to the 5th Regional Seminar on Materials, Energy, and Structure (MAESTRUCT) 2010. It is a great honor for Program Studi Magister & Doktor Teknik Mesin Fakultas Teknik USU to host the seminar in USU.

I believe that this seminar is an important forum for the exchange of information and research results among us, who come from different educational and research institutes and different research interest. But we are one in the same room today for all of us have a same tool to achieve our goals, i.e. materials, energy, and structure. Thus, I hope that the contacts established during the seminar may bind us in one vision. Wish that we may strengthen close relationship among MAESTRUCT members, develop more joint research project, and very importantly we have a strong commitment to support the MAESTRUCT event.

In closing, I would like to thank the USU, Program Magister & Doktor Teknik Mesin Fakultas Teknik USU, Ikatan Mahasiswa Magister Teknik Mesin (IKM2TM) USU, Impact Fracture Research Center (IFRC) Department of Mechanical Engineering USU, International Center for Science, Technology, and Art (IC-STAR) USU, and Research Center for Noise/Vibration Control And Knowledge-Based in Engineering Department of Mechanical Engineering USU for supporting this seminar. I would also like to thank all contributors for your good cooperation so that we can publish the MAESTRUCT 2010 Proceedings. Thanks also to all proceedings editors, for their help in editing and reviewing the papers, and also special thanks for MAESTRUCT 2010 members for their hard work and patience.

THANK YOU!

OPTIMASI PROSES PEMBAKARAN DAN PERPINDAHAN PANAS PADA ALAT PRODUKSI GARAM HEMAT ENERGI

Adi Setiawan, Faisal, Richy Rihardy*, Wahyudin Saputra*

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik
Universitas Malikussaleh
Jl. Tgk. Chik Ditiro No.26 Lancang Garam, Lhokseumawe
Email: adiwan75@yahoo.com; fhyes_um@yahoo.co.id

* Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Malikussaleh
Lhokseumawe

Abstrak

Dalam kajian ini direncanakan sebuah dapur pemanas untuk produksi garam yang efisien. Selama ini dapur yang digunakan oleh petani garam di Aceh adalah dapur konvensional yang terbuat dari tanah liat. Pada dapur konvensional banyak panas yang terbuang dan menimbulkan polusi udara. Solusi untuk permasalahan ini adalah dengan merancang alat produksi garam yang terbuat dari beton batu bata. Agar hemat energi, dirancang juga bentuk belanga yang mudah menghantarkan panas sehingga proses perpindahan panas dari api ke air perebusan lebih efisien. Panas gas buang dihambat oleh baffle dan selanjutnya gas buang akan ke luar melalui cerobong dengan tarikan hisapan alamiah (natural draft). Dari hasil pengujian, terbukti bahan tungku yang terbuat dari batu bata lebih tahan lama dibanding tanah liat dan memiliki tingkat efisiensi yang lebih baik dari pada dapur konvensional, yaitu sebesar 19,75%. Dengan menggunakan alat produksi garam ini, tingkat konsumsi bahan bakar mampu diturunkan hingga 29% dengan waktu produksi yang berkurang hingga 45%. Tidak terjadi polusi udara pada saat berlangsungnya proses perebusan garam. Meskipun biaya pembuatan alat ini 55% lebih mahal, namun alat ini memiliki usia pakai lebih lama.

Kata kunci : Proses pembakaran, kayu bakar, hisapan ilmiah, garam, cerobong asap.

1. Pendahuluan

Kelangkaan bahan bakar kayu membuat harga bahanbakar ini cenderung meningkat sehingga membawa dampak terhadap pendapatan petani garam. Kehidupan para petani garam tradisional semakin memprihatinkan. Sebahagian dari mereka bahkan sudah tidak mau menggeluti usahanya lagi karena usaha yang kurang menguntungkan. Oleh karena itu perlu dipikirkan suatu solusi untuk menangani masalah bahan bakar. Salah satunya adalah dengan cara merancang suatu alat produksi garam yang hemat energi.

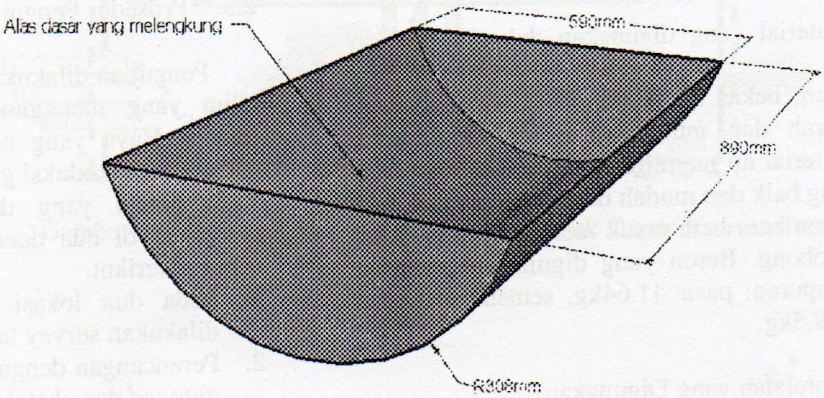
Alat produksi garam yang dipakai oleh petani garam tradisional selama ini adalah dapur pemanas model tungku konvensional, dimana proses pembakaran yang terjadi tidak sempurna. Bentuk dapur konvensional yang selama ini digunakan oleh petani garam di Aceh dapat dilihat pada gambar 1. Pada gambar ini dapat dilihat bahwa dapur konvensional mengeluarkan asap yang diakibatkan oleh kurangnya suplai udara untuk pembakaran. Asap ini sangat berbahaya bagi kesehatan para petani garam jika terhirup atau terkena mata.

Udara juga sangat berperan penting dalam meningkatkan laju pembakaran. Hal ini dapat dilakukan dengan cara memanfaatkan tarikan udara (hisapan) yang dihasilkan oleh sebuah cerobong asap dengan diameter dan ketinggian tertentu, sehingga terjadi perbedaan tekanan pada sisi masuk dan ke luar cerobong.

Bentuk dan ukuran dapur tradisional yang selama ini digunakan oleh petani garam adalah berbentuk persegi panjang dengan panjangnya 2 meter dan lebarnya 1 meter. Dapur ini memiliki satu lubang masuk untuk bahan bakar kayu. Material yang digunakan adalah tanah liat yang mudah retak, tidak tahan lama. Dapur konvensional ini tidak mampu membakar kayu dengan sempurna sehingga banyak bahan bakar yang terpakai.

(a) (b)

Gambar 1. Dapur Konvensional yang berlokasi di (a) Kuala Simpang Ulim dan (b) Lancok Bayu



Gambar 2. Bentuk Belanga Konvensional

Bentuk belanga yang dipakai pada dapur konvensional tidak efisien. Dari segi bentuk, belanga konvensional memiliki kekurangan yaitu pada bagian dasar yang melengkung, dimana tidak terjadinya pemanasan yang merata terhadap permukaan bagian dasar belanga. Material belanga terbuat dari bahan drum bekas, seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.

Selain pembakaran, proses pendidihan juga perlu diperhatikan. Pada proses pendidihan terjadi pemisahan antara air dan garam serta terjadi perubahan fasa air garam menjadi uap dan proses pengkristalan garam. Diperlukan panas yang efisien sehingga dengan tingginya panas yang masuk ke sistem maka proses pendidihan dan penguapan air garam akan lebih cepat. Bentuk belanga merupakan faktor yang berpengaruh karena merupakan media penghantar panas dari tungku ruang bakar ke air garam.

Bentuk alat yang didesain juga harus mempertimbangkan kondisi aliran udara di dalam ruang bakar, di mana udara yang masuk kemudian menjadi panas dengan temperatur yang sangat tinggi. Akibat dari proses pembakaran yang terjadi tidak serta merta kemudian keluar melalui cerobong dengan membawa energi panas yang besar ke lingkungan, tanpa sempat panasnya ditransfer ke air garam melalui belanga. Ini merupakan kerugian energi. Oleh karena itu diperlukan suatu penempatan *baffle–baffle* yang bisa menciptakan pola aliran udara dalam tungku [1].

Tungku dapur berbentuk persegi yang dinamakan dengan dinding yaitu suatu bangunan yang keberadaannya vertikal dan memanjang serta berfungsi untuk membatasi ruang bakar terhadap lingkungan dan juga berfungsi sebagai pemikul beban (struktural). Tungku konvensional terbuat dari tanah liat yang mudah

retak pada suhu tinggi dan isolasi yang tidak sempurna, bersifat struktural ataupun nonstruktural.

2. Metoda Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan pekerjaan sebagai berikut:

a) Survey lapangan untuk mendapatkan data-data mengenai bentuk dan kinerja alat produksi garam tradisional.
b) Merancang dan membangun serta menghitung bentuk alat produksi yang sesuai dengan kebutuhan petani garam.
c) Mempabrikasi dan memasang alat produksi garam di lokasi penelitian.
d) Mengujicoba alat dan mengukur kinerja alat
e) Analisa hasil

2.1. Material

Material yang digunakan dalam penelitian adalah:

1. Drum bekas untuk membuat belanga, yang murah dan mudah diperoleh di pasaran. Material ini memiliki sifat penghantar panas yang baik dan mudah untuk dibentuk.
2. Beton batu bata untuk membuat tungku dan cerobong. Beton yang digunakan memiliki campuran: pasir 41.64kg, semen 25kg, dan air 8,5kg.

2.2. Peralatan yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam perancangan dan perhitungan alat produksi garam hemat energi adalah:

1. Komputer
   Penggunaan komputer dengan program *Autocad* dan *Sketchup* untuk merancang gambar alat produksi garam sebelum dan sesudah alat dibangun agar perancangan alat tersebut berhasil dengan baik dan bisa memperlihatkan perbandingan dengan tungku konvensional yang biasa digunakan petani garam.
   Penggunaan komputer dengan program *Microsoft Excel* agar dapat diperoleh dengan cepat dan akurat perbandingan efisiensi pembakaran antara alat hasil rancangan dengan tungku dapur konvensional yang biasa digunakan petani garam.
2. *Digital Thermometer*
   Pada penelitian ini menggunakan *digital thermometer* sebagai pengukur temperatur tinggi seperti dalam ruang bakar, udara masuk serta udara yang keluar dari cerobong sehingga dapat diketahui.
3. *Thermometer* Air Raksa
   Thermometer ini digunakan untuk mengukur temperatur yang rendah seperti temperatur air garam dan yang lainnya.
4. Timbangan
   Timbangan digunakan untuk menimbang kayu yang digunakan untuk memasak garam dan seberapa banyak air garam yang dimasak serta menimbang berapa jumlah garam yang dihasilkan oleh petani garam.
5. *Stop Watch*
   Stop Watch digunakan untuk mengetahui berapa waktu yang diperlukan untuk memasak air garam hingga menjadi garam.

2.3. Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan di desa Kuala Simpang Ulim yang menggunakan air pentirisan dan Lancok Bayu yang menggunakan bibit garam pada proses produksi garam.

Persiapan yang dilakukan selama proses pengujian di dua daerah yang berbeda adalah sebagai berikut:

1. Pada dua lokasi daerah produksi garam dilakukan survey lapangan.
2. Perancangan dengan menggunakan *software autocad* dan *sketchup*.
3. Kayu sebagai bahan bakar di potong agar mudah dimasukan kedalam ruang bakar.
4. Kayu dijemur dibawah sinar matahari setelah itu ditimbang.
5. Air garam hasil pentirisan dan bibit garam disimpan dalam wadah dan kemudian ditimbang.

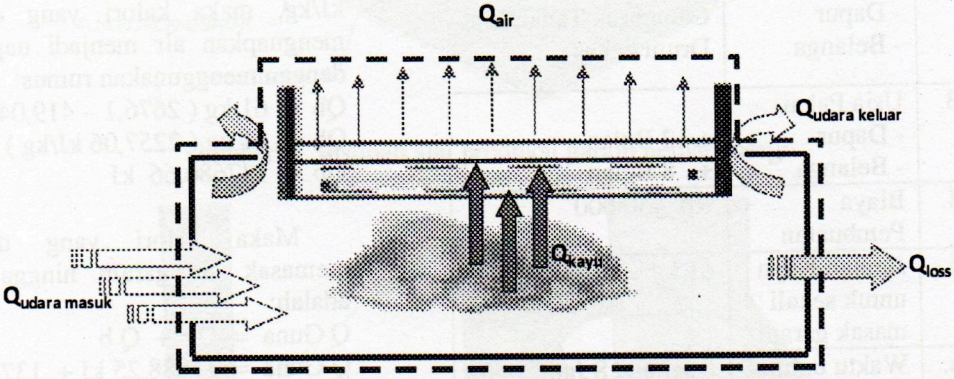
Beberapa prosedur yang dilakukan selama pengujian berlangsung di tempat pengujian adalah sebagai berikut:

1. Membangun alat produksi garam hemat energi hasil rancangan.
2. Semua alat ukur dan bahan pengujian dipastikan telah lengkap.
3. Air hasil pentirisan/bibit garam yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam belanga.
4. Kayu dimasukkan ke ruang bakar serta api dinyalakan.
5. *Stop Watch* diaktifkan sebagai alat pencatat waktu pengujian.

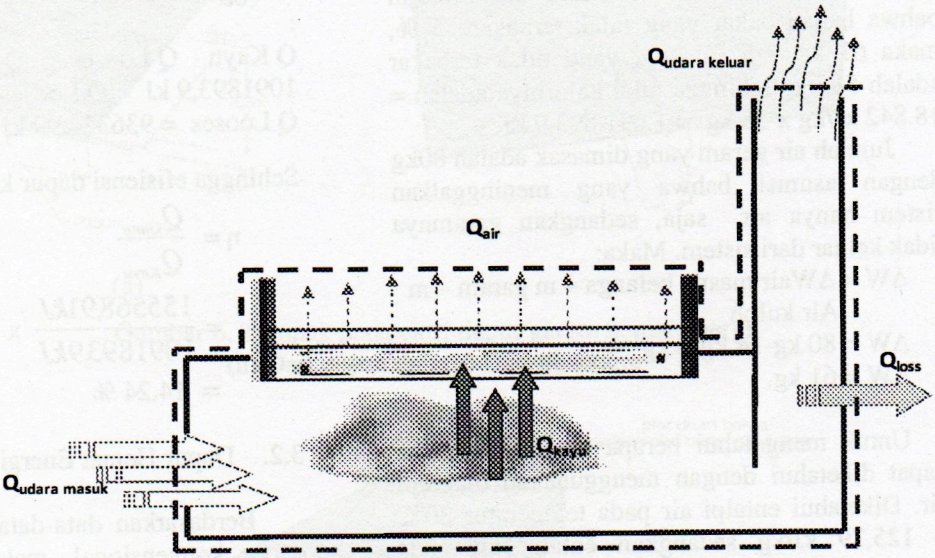
6. Ketika proses pengujian berlangsung, dilakukan pengukuran data seperti temperatur udara masuk dan yang ke luar dari cerobong menggunakan *digital thermometer*.
7. Temperatur dalam dan dinding luar tungku ruang bakar diukur.
8. Jumlah kayu yang digunakan selama pemasakan air garam ditimbang.
9. Setelah pengujian selesai, waktu yang diperlukan untuk proses pemasakan dicatat.
10. Hasil garam yang dihasilkan selama pengujian ditimbang.
11. Dilakukan analisis terhadap data hasil pengujian.

Adapun variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah:

1. Jumlah material yang digunakan untuk pembuatan tungku, belanga dan cerobong.
2. Jumlah panas yang dibutuhkan untuk mendidihkan air garam hingga menjadi garam.
3. Jumlah bahan bakar yang dibutuhkan.
4. Luas ruangan pengapian ruang bakar selama proses pembakaran.
5. Jumlah panas yang terbuang (Looses).



Gambar 3. Diagram Kesetimbangan Energi untuk Dapur Konvensional



Gambar 4. Diagram Kesetimbangan Energi untuk Dapur Hemat Energi

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Dapur Konvensional

Dari hasil pengukuran terhadap dapur konvensional diperoleh beberapa data sebagaiman ditampilkan dalam tabel 1.

Tabel 1. Hasil Survey terhadap Dapur Konvensional

No	Uraian	Data hasil survey
1.	Ukuran Dapur	2 x 1 meter
2.	Material - Dapur - Belanga	 Campuran Tanah Liat Drum bekas
3.	Usia Pakai - Dapur - Belanga	 ± 12 Bulan ± 8 Bulan
4.	Biaya Pembuatan	Rp. 450.000
5.	Jumlah Kayu untuk sekali masak garam	61 kg
6.	Waktu untuk sekali masak garam	6 sampai 8 Jam

Dengan mengetahui jumlah kayu yang digunakan (Mk) = 61 kg, lalu diasumsikan bahwa bahan bakar yang tidak terbakar 5 %, maka 61 kg – 5 % kayu yang tidak terbakar adalah 58 kg. Sehingga nilai kalorinya adalah = 18.842 kJ/kg x 58 kg = 1.091.893,9 kJ.

Jumlah air garam yang dimasak adalah 80kg dengan asumsi bahwa yang meninggalkan sistem hanya air saja, sedangkan garamnya tidak keluar dari sistem. Maka:

ΔW = ΔWair masuk belanga – m garam – m Air kuloh

ΔW = 80 kg-14 kg-5 kg

ΔW = 61 kg.

Untuk mengetahui berapa entalpi air maka dapat diketahui dengan menggunakan diagram air. Diketahui entalpi air pada temperatur 30°C = 125,79 kJ/kg sedangkan entalpi air pada temperatur 100°C = 419,04 kJ/kg. Untuk menghitung berapa kalori yang dibutuhkan untuk menaikan temperatur air dari 30°C - 100°C dapat menggunakan rumus:

$$Qa = \Delta W\,(h_{100^\circ C} - h_{30^\circ C})$$

dimana:

Qa = Kalori yang dibutuhkan untuk memanaskan air

ΔW = Jumlah air yang dipanaskan

h = Entalpi air

Qa = 61 kg (419,04 – 125,79) kJ/kg

Qa = 61 kg (293,25 kJ/kg)

Qa = 17.888,25 kJ

Entalpi air pada fasa uap adalah 2.676,1 kJ/kg, maka kalori yang dibutuhkan untuk menguapkan air menjadi uap dapat diketahui dengan menggunakan rumus:

Qb = 61 kg (2676,1 – 419,04) kJ/kg

Qb = 61 kg (2257,06 kJ/kg)

Qb = 137680,66 kJ

Maka kalori yang digunakan untuk memasak air garam hingga menjadi garam adalah:

Q Guna = Qa + Q b

Q Guna = 17888,25 kJ + 137680,66 kJ

Q Guna = 155568,91 kJ

Panas terbuang (looses) yang terjadi pada dapur garam dapat ditentukan dengan menggunakan rumus kesetimbangan energi yaitu :

Q Kayu - Q Looses = Q guna

1091893,9 kJ - Q Looses = 155568,91 kJ

Q Looses = 936324,99 kJ

Sehingga efisiensi dapur konvensional adalah:

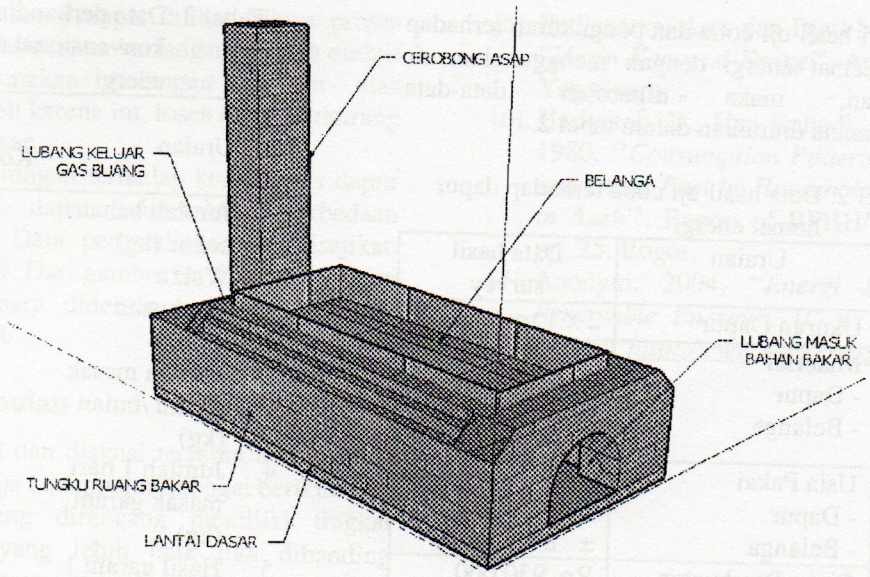
$$\eta = \frac{Q_{Guna}}{Q_{Kayu}}$$

$$= \frac{155568{,}91\,kJ}{1091893{,}9\,kJ} \times 100\%$$

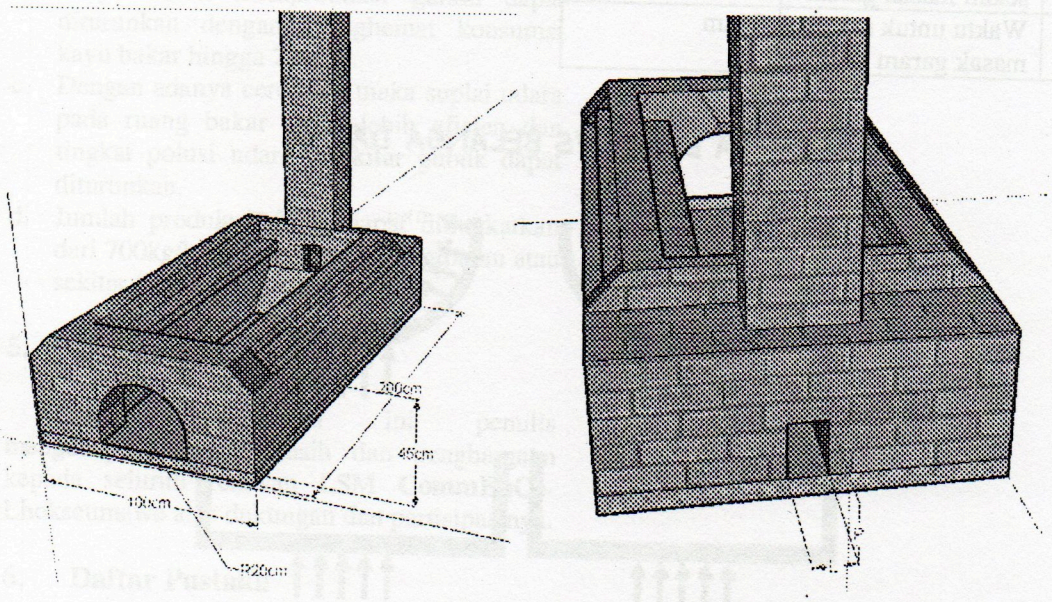
$$= 14{,}24\ \%$$

3.2. Dapur Hemat Energi

Berdasarkan data-data yang diperoleh dari dapur konvensional, maka disusunlah sebuah rancangan alat produksi garam yang lebih efisien dan tahan lama. Adapun susunan dan bentuk rancangan alat ini dapat dilihat secara detail pada gambar 5 dan 6.

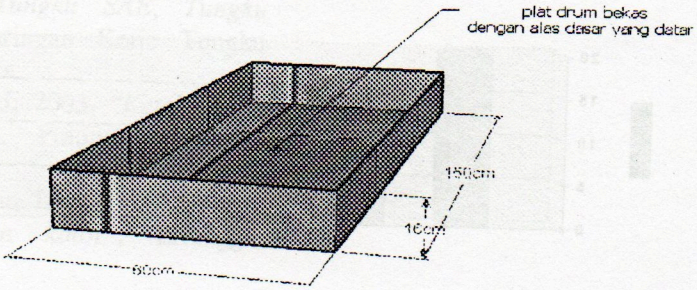


Gambar 5. Susunan alat produksi garam hemat energi



(a) (b)

Gambar 6. Tampak perspektif dapur garam hemat energi
(a) Dari depan dan (b) Dari belakang



Gambar 7. Bentuk dan ukuran belanga perebusan garam

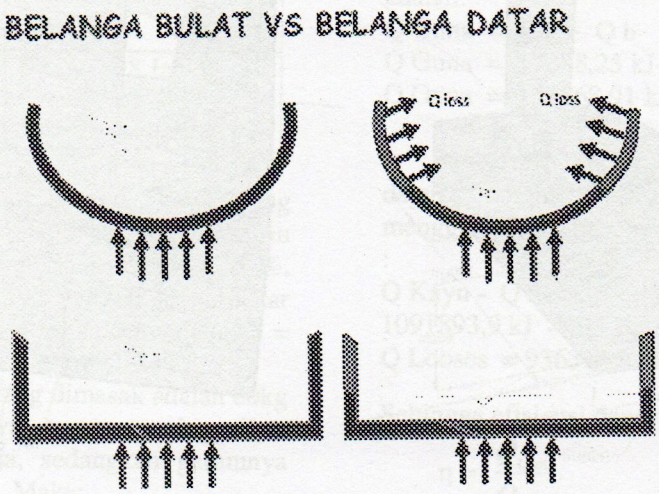
Dari hasil uji coba dan pengukuran terhadap dapur hemat energi dengan menggunakan air pentirisan, maka diperoleh data-data sebagaimana diuraikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Data hasil uji coba terhadap dapur hemat energi

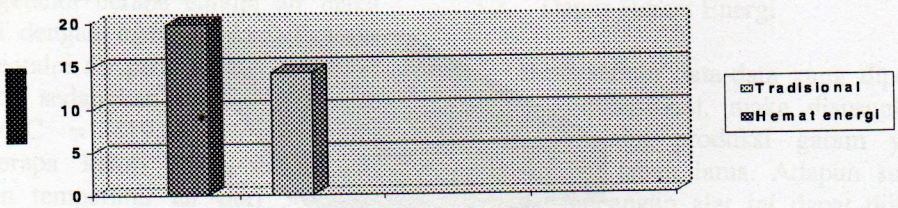
No	Uraian	Data hasil survey
1.	Ukuran Dapur	2 x 1 meter
2.	Material - Dapur - Belanga	 Beton Batubata Drum bekas
3.	Usia Pakai - Dapur - Belanga	 ≥ 36 Bulan ± 8 Bulan
4.	Biaya Pembuatan	Rp. 930.000
5.	Jumlah Kayu untuk sekali masak garam	44 kg
6.	Waktu untuk sekali masak garam	3 jam

Tabel 3. Data perbandingan antara dapur konvensional dan dapur hemat energi

No	Uraian	Dapur Konvensional	Dapur Hemat Energi
1	Jumlah bahan bakar (kg)	61	44
2	Waktu perebusan (jam)	5.5	3
3	Jumlah masak garam /bulan (kg)	728	1.092
4	Jumlah 1 hari masak garam (kg)	28	42
5	Hasil garam 1 kali masak (kg)	14	14



Gambar 8. Perbandingan efektivitas perpindahan panas antara belanga dengan alas melengkung dan alas rata/mendatar



Gambar 9. Diagram perbandingan efisiensi

Dari gambar 8 dapat dilihat bahwa proses penyerapan panas akan berlangsung lebih efektif jika menggunakan belangan dengan alas mendatar. Oleh karena itu, loses dapat berkurang secara signifikan.

Dari perhitungan terhadap kedua jenis dapur ini, maka dapat diketahui perbedaan effisiensinya. Data perbandingan ini disajikan pada gambar 9. Dari gambar ini diketahui bahwa dapur yang baru didesain memiliki effisiensi hingga 19,75%.

4. Kesimpulan

Dari hasil dan diskusi tersebut diatas dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

a. Dapur yang dirancang memiliki tingkat efisiensi yang lebih baik jika dibanding dengan dapur konvensional yaitu sebesar 19,75%.
b. Biaya untuk memproduksi garam dapat diturunkan dengan menghemat konsumsi kayu bakar hingga 29%.
c. Dengan adanya cerobong maka suplai udara pada ruang bakar dapat lebih efisien dan tingkat polusi udara disekitar gubuk dapat diturunkan.
d. Jumlah produksi garam dapat ditingkatkan dari 700kg/bulan menjadi 1400kg/bulan atau sekitar 50%.

5. Penghargaan

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada seluruh relawan LSM **CommEnCe-Lhokseumawe** atas dukungan dan partisipasinya.

6. Daftar Pustaka

[1]. Ramadhan, S, 2004, "*Buku Manual Tungku Gula Merah*", Versi Bahasa Indonesia, diterbitkan oleh Jaringan Kerja Tungku Indonesia (JKTI), Jogyakarta.

[2]. Anonym, 2007, "*Tungku SAE, Tungku Samaki*" (JKTI) Jaringan Kerja Tungku Indonesia, Yogyakarta.

[3]. Djokosetyardjo, M, J, 2003, "*Ketel Uap*", Edisi Kelima, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.

[4]. Donald, R, Pitts, dan Leighton E.Sissom, 1987, "*Perpindahan kalor*", Erlangga, Jakarta.

[5]. Pudjanarsa, Astu dan Djati Nursuhud, 2006, "*Mesin Konversi Energi*", Andi Yogyakarta, Yogyakarta.

[6]. Hariyatno, D., Han Roliadi, dan Buharman, 1980. "*Consumption Pattern of Wood Fuel and Other Fuel by Household and Industries in Aceh*", Report of BPHH/ FPRI no. 155 pp. 25. Bogor.

[7]. Anonym, 2004, "*Energi Efficiency and Renewable Energy*", *U. S. Department of Energy*, http://www.eere.energy.gov/.