

TESIS

ANALISIS KEEKONOMIAN PENGERING SURYA RESIRKULASI ICDC TIPE PANCURAN UNTUK PENGERINGAN GABAH

Oleh:

Nining Diah Maharita Triatmanti

NIM : 2011910005

Tesis yang diajukan kepada Sekolah Pascasarjana Universitas Darma Persada
sebagai persyaratan untuk gelar Magister Sains dalam Bidang Energi Terbarukan



**SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS DARMA PERSADA**

2015

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

Judul : Analisis Keekonomian Pengering Surya Resirkulasi ICDC
Tipe Pancuran untuk Pengering Gabah

Nama : Nining Diah Maharita Triatmanti

NIM : 2011910005

Disetujui oleh: Komisi Pembimbing dan Penguji

Prof. Dr. Kamaruddin Abdullah, IPU
(Ketua / Penguji)

Yefri Chan, ST, MT
(Anggota/Penguji)

Dr. Aep Saepul Uyun, M. Eng
(Penguji) ★

Dr. Gatot Dwi Adiatmojo
(Penguji)

Ir. Ratna Ariati, M. Sc
(Penguji)

Mengetahui

Ketua Program Studi

Direktur Sekolah Pascasarjana

Dr. Aep Saepul Uyun, STP, M.Eng
Tanggal Ujian:

Prof. Dr. Kamaruddin Abdullah, IPU
Tanggal Yudisium:

PERNYATAAN KEASLIAN

Analisis Keekonomian Pengering Surya Resirkulasi ICDC Tipe Pancuran untuk Pengeringan Gabah

TESIS

Nining Diah Maharita Triatmanti

2011910005

“Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tesis ini merupakan hasil karya sendiri dan sepanjang pengetahuan dan keyakinan saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan-bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagian bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Darma Persada atau perguruan tinggi lainnya.”

Jakarta, 4 September 2015

Yang membuat pernyataan

(Nining Diah Maharita Triatmanti)

NIM : 2011910005

Economic Feasibility of a Recirculating Spray Type Integrated Solar Collector Drying Chamber (ICDC) for Drying of Rough Rice

ABSTRACT

As our fossil fuel continuous depleting, there is a need to utilize renewable energy such as solar energy for industrial purposes. Indonesia is blessed with ample sun shine all year round with the potential varies between 4.8 kWh/m²/day to 5.2 kWh/m²/day. Such potential can be used, for example, to dry agricultural products, by developing artificial drying machine which can operate independent on weather condition. Due to the continuous trend in climate change the rain can fall during harvest time, which make the traditional direct sun drying impossible to perform. The objective of this study is to evaluate the economic feasibility of a novel spray type, recirculation ICDC solar dryer developed in Darma Persada University. The solar dryer was comprised of a feed hopper, centrifugal blower, pneumatic conveyor and a transparent structure acting as drying chamber containing a hopper with vortex at the top. Test with 104 kg of rough rice indicated that the drying time required to reduce the moisture content of rough rice from 28.4% wb to the final moisture of 14.3%wb was 5 hrs. During the test the drying temperature was kept constant at 50°C and RH of 21.73%. The required power for the pneumatic conveyor was 581 W on the average with total energy input of 234.775MJ including LPG and solar radiation. The resulting drying efficiency was 21.4.0% with specific energy of 15.8 MJ/kg of water evaporated. Another test using 200 kg with initial m.c. of 27.3 %wb.of rough rice have shown that the required drying time to achieve the final moisture of 14.3% was 8 hrs. During the test the drying temperature was kept at 47°C, and RH of 21.7%. The drying efficiency was 32.3% with specific energy of 10.54 MJ/kg water evaporated. From the economic analysis it was recommended to use leasing method where the cost of the dryer was included with leasing cost of Rp.950/kg. Under this condition, the interest rate was 4%/annum using soft loan scheme.. The production cost was allowed to increase by 1%/annum in the first 5 years after that the increase would be 2%/annum. After the first 5 year the dryer will need renovation at 50% of the cost of the current price. If the 25% income tax was imposed to the income then the payback time become 5 years, the ROI would be 8.6 % and the NPV of Rp. 55928578.74

Keywords: Drying efficiency; pneumatic conveyor; solar dryer; specific energy, BEP, ROI, NPV.

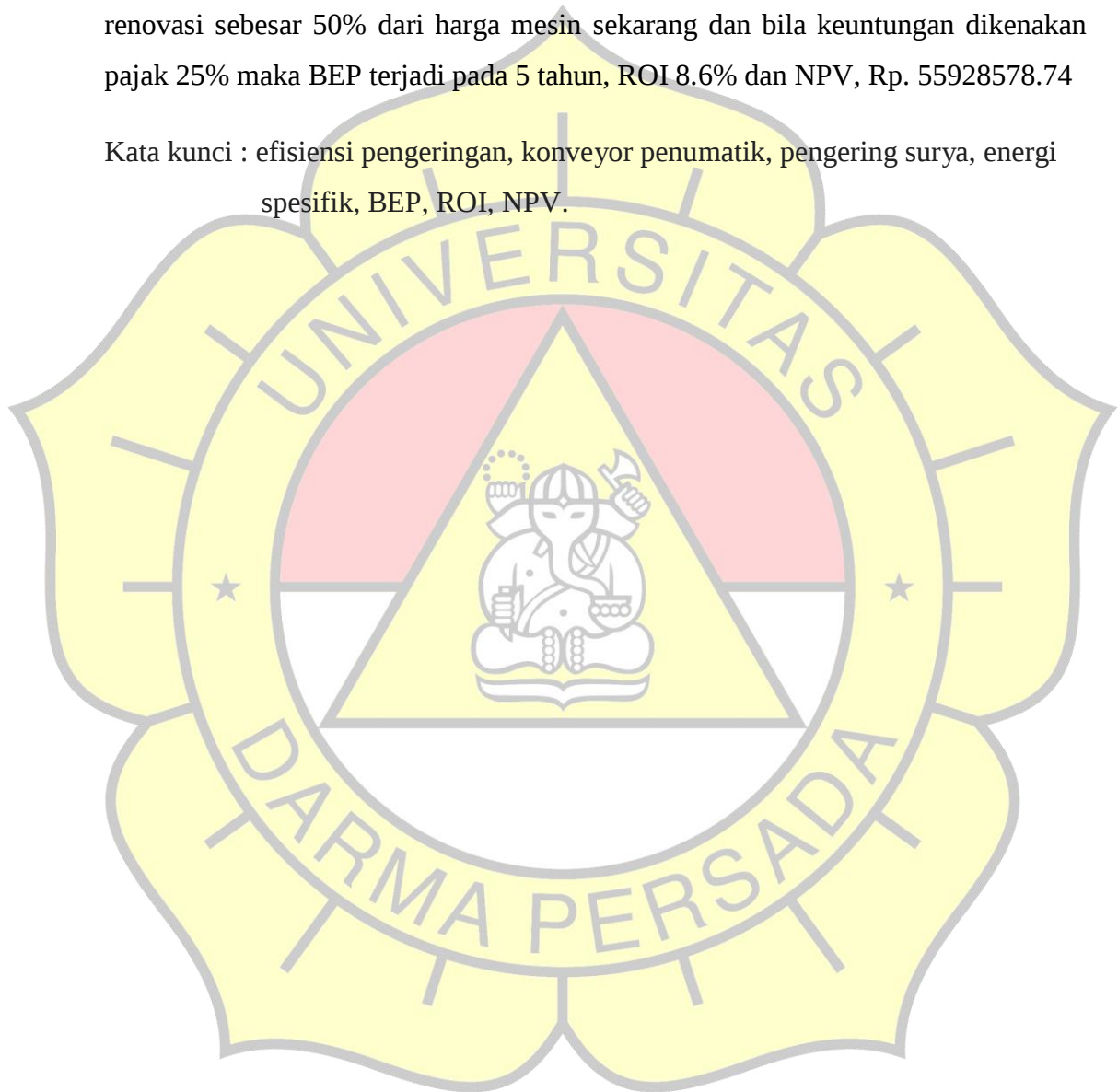
Analisis Keekonomian Pengering Surya Resirkulasi ICDC Tipe Pancuran Untuk Pengeringan Gabah

ABSTRAK

Bahan bakar fosil yang terus menerus kian menipis, kini ada kebutuhan energi yang dapat memanfaatkan energi terbarukan seperti energi surya untuk keperluan industri. Indonesia diberkati dengan sinar matahari yang cukup sepanjang tahun dengan potensi bervariasi yakni antara 4,8 kWh / m² / hari menjadi 5,2 kWh / m² / hari. Potensi tersebut dapat digunakan, misalnya, untuk mengeringkan produk pertanian, dengan mengembangkan mesin pengering buatan yang dapat beroperasi secara mandiri tanpa bergantung pada kondisi cuaca. Karena tren yang terus-menerus terjadi dalam perubahan iklim seperti, hujan dapat jatuh pada saat panen raya tiba, yang membuat pengeringan matahari langsung secara tradisional tidak mungkin dapat untuk dilakukan. Terkait dengan itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kelayakan ekonomi dari mesin pengering surya hybrid ICDC tipe Pancuran untuk pengeringan gabah yang kini dikembangkan di Universitas Darma Persada. Pengering surya terdiri dari hopper pakan, blower sentrifugal, konveyor pneumatik dan struktur transparan yang bertindak sebagai ruang pengering yang berisi hopper dengan vortex di bagian atas. Uji dengan 104 kg beras kasar menunjukkan bahwa waktu pengeringan yang dibutuhkan untuk mengurangi kadar air beras kasar dari 28,4% bb dengan kelembaban akhir dari 14,3% bb adalah 5 jam. Selama pengujian suhu pengeringan dijaga konstan pada 50°C dan RH dari 21,73%. Daya yang diperlukan untuk conveyor pneumatik adalah 581 W pada rata-rata dengan masukan energi total 234.775MJ termasuk LPG dan radiasi matahari efisiensi pengeringan yang dihasilkan adalah 21.4.0% dengan energi spesifik dari 15,8 MJ / kg air yang diuapkan. Tes lain menggunakan 200 kg dengan m.c. awal dari 27,3% wb.of gabah telah menunjukkan bahwa waktu pengeringan yang diperlukan untuk mencapai kelembaban akhir 14,3% adalah 8 jam. Selama pengujian suhu pengeringan dijaga pada 47°C, dan RH 21,7%. Efisiensi pengeringan.32.3% dan energi spesifik 10.54 MJ / kg air yang diuapkan. Dari analisis ekonomi disarankan agar menggunakan

sistem sewa dengan memasukkan biaya mesin dengan tingkat sewa Rp.950/kg gabah basah. Untuk kondisi ini bunga bank digunakan pinjaman lunak sebesar 4%/tahun. Disamping itu terjadi peningkatan biaya produksi sebesar 1%/tahun pada 5 tahun pertama kemudian meningkat sebesar 2%/tahun pada lima tahun sesudahnya. produksi pertahun terjadi peningkatan. Setelah 5 tahun terjadi renovasi sebesar 50% dari harga mesin sekarang dan bila keuntungan dikenakan pajak 25% maka BEP terjadi pada 5 tahun, ROI 8.6% dan NPV, Rp. 55928578.74

Kata kunci : efisiensi pengeringan, konveyor penumatik, pengering surya, energi spesifik, BEP, ROI, NPV.



UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam menyelesaikan tesis ini penulis mendapatkan bantuan dan dukungan yang tidak terhingga dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada;

1. Allah .SWT yang telah memberikan penulis kekuatan lahir batin dengan penuh kesabaran dalam menjalani tesis ini.
2. Prof.Dr.Ir.Kamaruddin Abdullah, IPU selaku pembimbing utama tesis ini , yang dengan sabar telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tesis ini .
3. Dr.Dadang Solihin,SE,M.A. selaku Rektor merangkap dosen Ekonomi Pembangunan yang mendukung penyelesaian tesis ini.
4. Yefri Chan, ST,MT selaku pembimbing kedua tesis ini dan pembimbing praktikum rancang bangun mesin serta unjuk kerja mesin pengering Resirkulasi ICDC Tipe Pancuran untuk Pengeringan Gabah.
5. Dr.Aep Saepul Uyun,STP,M.Eng selaku Ketua Program Studi Energi Terbarukan , Sekolah Pasca Sarjana Universitas Darma Persada , para dosen, mahasiswa dan karyawan yang mendukung tesis ini
6. Kerabat Kerja LPP TVRI, METI, KOMNAS Perlindungan Anak, Rieki & Ling Chi, KADIN yang telah memberikan dukungan moril dalam penyelesaian tesis ini.
7. Berliyanto,S.Kom , M.T.I.,Kalia Barnita, M.Si , Diah Ratnasari,S.S, AKM, M.Reza ,Ir.Makmur Subagio, Prof.Dr,Ir Sahid Susanto dan Prof. Dr Kirbani Sri Broto Puspito yang mendukung dan membantu penyelesaian tesis ini .
8. Ir. Eri Suherman,MT, Dra Irna Nirwani Djajadiningrat, M.Hum , Syahrul,S.Kom, Sito , Ir Edy Rulyanto MT,Saifah S.Sos, Zaenuddin Z, Sri Haria Maniati,SH,MH, Sri Maharani Dwi Putri Riau Mantinah,SH,MH, Nunik Maharukmi Dyah Caturrini, SH, Ir Atik Nur Mahayati Panca Wardani ,Yumiko Alida , Teno , Kiyosi, Sabrina Batrisya Priananta dan semua pihak yang telah memberikan dorongan dan saran dalam menyelesaikan tesis ini .

Tiada gading yang tak retak dalam penulisan tesis ini , penulis berharap tesis dapat dijadikan acuan bagi para peneliti selanjutnya dan bermanfaat bagi kalangan industri mesin pengeringan gabah unit pengelolaan skala kecil maupun para petani di seluruh pelosok tanah air .

Penulis

Nining Diah Maharita Triatmanti

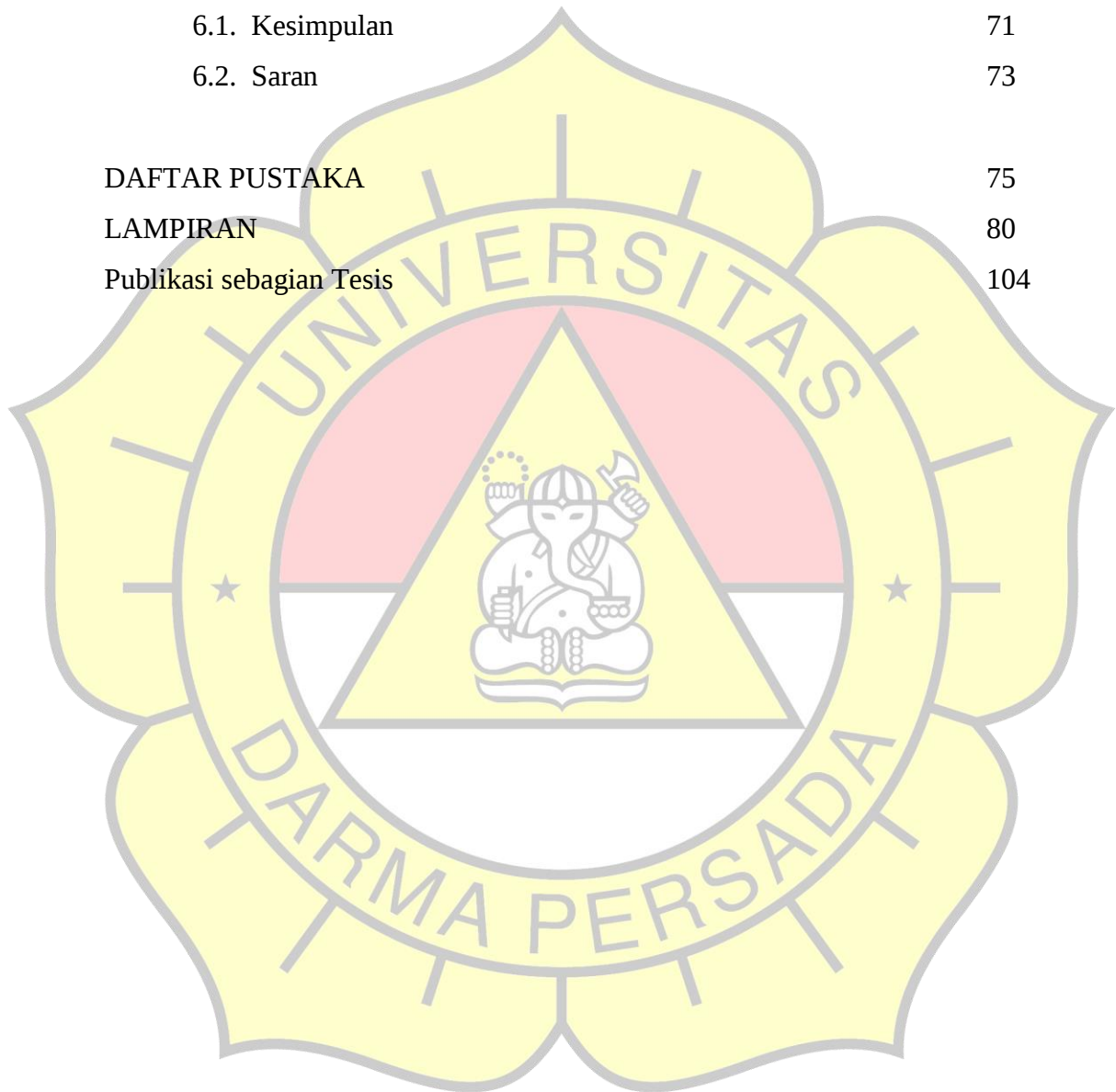


DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN TESIS	i
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRACT	iv
ABSTRAK	v
UCAPAN TERIMA KASIH	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR SIMBOL	xv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	10
1.3. Tujuan Penelitian	11
1.4. Manfaat Penelitian	11
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	12
2.1. Teori Pengeringan	12
2.2. Klasifikasi Pengering	13
2.3. Konsep dasar system pengering	14
2.4. Prinsip - prinsip pengering	14
2.5. Pengaruh suhu pada proses pengering	15
2.6. Laju pengering	15
2.7. Kadar air bahan	17
2.8. Gabah	17
2.9. Pengering Surya	20
2.10. Pengering Surya Hybrid ICDC Tipe Resirkulasi	24
2.11. Study Kelayakan Bisnis Pengering Surya	25
2.12. Analisis Keekonomian / Analisis Cash Flow	27

2.12.1. Biaya Tetap (Fix Cost)	39
2.12.2. Biaya Tidak Tetap (Variable Cost)	31
BAB III. METODOLOGI	39
3.1. Kerangka Pemikiran	39
3.2. Pendekatan Masalah	40
3.3. Potensi Energi Surya dan Angin di Jakarta	40
3.4. Cara kerja mesin pengering surya resirkulasi ICDC	
Tipe Pancuran	41
3.5. Efisiensi Tungku	42
3.6. Efisiensi Pengeringan	43
3.7. Energi Spesifik	46
BAB IV. PERCOBAAN	47
4.1. Bagan alir percobaan dapat dilihat pada gambar 8	47
4.2. Bahan dan alat percobaan	48
4.3. Tempat Pengukuran	48
4.4. Instrumentasi dan besaran yang diukur	49
4.5. Tempat Pengukuran Tekanan	50
4.6. Tempat Pengukuran Temperatur	51
4.7. Prosedur percobaan	52
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN	54
5.1. Energi Spesifik Total dan Efisiensi Pengeringan	55
5.2. Keragaman Hasil Pengeringan	63
5.3. Efisiensi tungku	64

5.4. Penurunan Tekanan	64
5.5. Analisis Kelayakan Keekonomian Mesin	65
 BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	 71
6.1. Kesimpulan	71
6.2. Saran	73
 DAFTAR PUSTAKA	 75
LAMPIRAN	80
Publikasi sebagian Tesis	104



DAFTAR TABEL

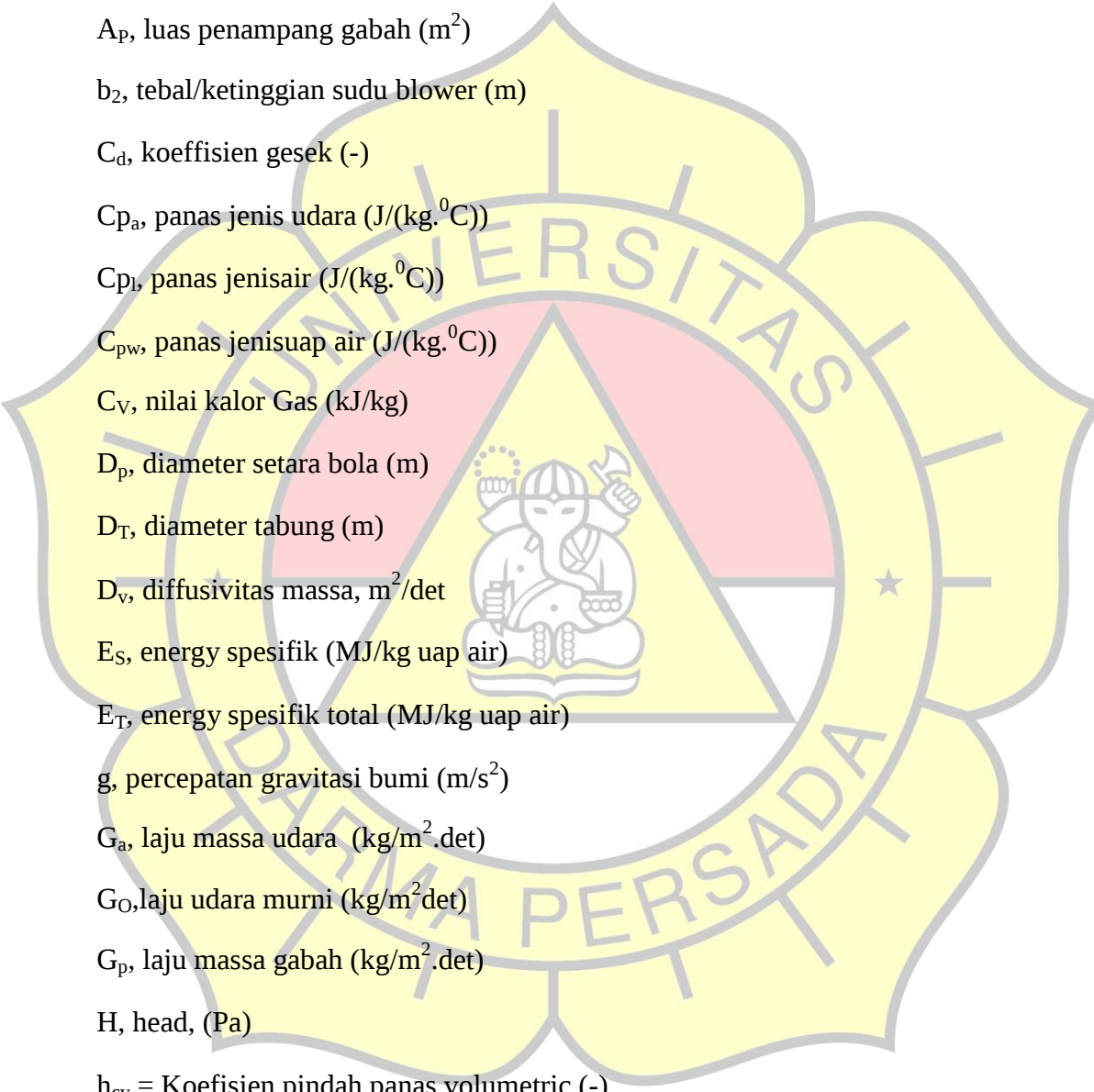
	Halaman
Tabel 1. Capaian Produksi Padi	4
Tabel 2. Luas Panen – Produktivitas – Produksi Tanaman Padi Seluruh Indonesia (BPS)	4
Tabel 3. Angka Kehilangan Hasil Padi Pada Saat Proses Pengeringan (Penjemuran) di Sumatera Utara Tahun 2011	6
Tabel 4. Harga gabah di lingkungan petani (BPS,2014)	27
Tabel 5. Hasil percobaan	54
Tabel 6. Perhitungan Rekapitulasi GKG tanpa memperhitungkan harga mesin pengering	67
Tabel 7. Rekapitulasi Harga GKG terhadap Lama Pengembalian Modal	68
Tabel 8. Harga Jual GKG dengan Bantuan Pemerintah 20%	69
Tabel 9. Harga sewa alat mesin pengering dengan harga GKG / kg★	70

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Pengeringan dengan lamporan	7
Gambar 2. Mesin pengering tipe bak	8
Gambar 3. Contoh mesin pengering tenaga surya, 1).Kolektor, 2).Kipas,3). Kabinet atau bak pengering (2012)	21
Gambar 4. Konfigurasi awal pengering surya ICDC di dalamnya dilengkapi dengan bak dan pemanas tambahan berupa tungku biomassa (Kamaruddin dan Endah, 1995).	23
Gambar 5. Pengering Tipe Stasioner/ Tipe Bak dengan arah tiupan bolak balik (Hien,dkk, 2003).	24
Gambar 6. Diagram Skematis Pengering Surya Resirkulasi ICDC Tipe Pancuran 1).Vortekx, 2).Distributor, 3) Ruang pengering ICDC, 4). Konveyor pneumatik, 5).Bak penampung, 7). ★ Tungku pemanas. (Kamaruddin dkk, 2011)	25
Gambar 7. Rata-rata harga gabah di penggilingan menurut kelompok kualitas Februari 2013 – Februari 2014. (BPS, 2014)	26
Gambar 8. Kerangka pemikiran	39
Gambar 9. Konsep mesin pengering surya resirkulasi ICDC tipe pancuran	42
Gambar 10. Konsep perhitungan mesin pengering surya resirkulasi ICDC tipe pancuran	44
Gambar 11. Bagan alir percobaan dan analisis keekonomian	47
Gambar 12. Besaran yang perlu diukur saat percobaan	48
Gambar 13. Konsep mesin pengering surya resirkulasi ICDC tipe pancuran	50
Gambar 14. Posisi sensor pengukuran penurunan tekanan	50
Gambar 15. Letak sensor pengukuran temperature	51
Gambar 16. Blower (1), bak pemasok (2), kompor LPG (3), bangunan	

transparan (4), conveyor pneumatic (5), bak penerima (6).	52
Gambar 17. Penurunan kadar air gabah selama percobaan	56
Gambar 18. Perubahan suhu ruang, suhu lingkungan dan RH ruang pengering selama pengeringan	57
Gambar 19. Perubahan iradiasi surya selama pengeringan.	57
Gambar 20. Hasil uji dengan beban 124 kg kadar air awal 31% bb	58
Gambar 21. Perubahan suhu ruang pengering selama proses pengeringan	59
Gambar 22. Perubahan daya blower selama proses pengeringan berlangsung	59
Gambar 23. Perubahan iradiasi surya selama proses pengeringan.	60
Gambar 24. Penurunan kadar air gabah pada percobaan dengan beban 200 kg, dengan kadar air awal 27.3 %bb.	61
Gambar 25. Perubahan daya listrik yang digunakan selama pengeringan	61
Gambar 26. Perubahan suhu ruang pengering dan suhu <i>hopper</i>	62
Gambar 27. Perubahan radiasi surya selama pengeringan	62
Gambar 28. Perbandingan antara teori (persamaan .(8)) dengan hasil data percobaan.	63
Gambar 29. Keragaman hasil pengeringan sebesar 0,4%.kadar air	64
Gambar 30. Grafik dana Kumulatip GKG tanpa memperhitungkan harga mesin	66
Gambar 31. Grafik dana Kumulatip GKG dengan memperhitungkan harga mesin	67
Gambar 32. Grafik dana Kumulatip GKG dengan memperhitungkan harga mesin dan mendapat bantuan pemerintah 20%	69
Gambar 33. Grafik Dana Kumulatip Harga Sewa Alat Pengeringan/kg, terdapat Pengaruh Exkalasi Biaya Produksi dengan Kenaikan harga karena terjadi inflasi 1%/thn pada tahun ke-1 hingga tahun ke-5 dan kenaikan 2%/tahun pada tahun ke-6 sampai tahun ke sepuluh	70

Daftar Simbol



The logo of Universitas Prima Persada is a large, stylized yellow flower-like emblem with multiple petals. In the center of the flower is a shield-shaped crest. The crest is divided into three main sections: a top section with a red-to-white gradient, a bottom-left section with a solid red background, and a bottom-right section with a white background. In the center of the crest is a black and white illustration of a Hindu deity, Lord Ganesha, seated and holding various symbolic objects. The word "UNIVERSITAS" is written in a semi-circle above the crest, and "PRIMA PERSADA" is written in a semi-circle below it. A small five-pointed star is located on the right side of the crest, within the white section.

A_0 , luas penampang hopper (m^2)
A_1 , luas penampang pipa keluar dari hopper (m^2)
A_p , luas penampang gabah (m^2)
b_2 , tebal/ketinggian sudu blower (m)
C_d , koefisien gesek (-)
C_{pa} , panas jenis udara ($J/(kg.^{\circ}C)$)
C_{pi} , panas jenisair ($J/(kg.^{\circ}C)$)
C_{pw} , panas jenisuap air ($J/(kg.^{\circ}C)$)
C_v , nilai kalor Gas (kJ/kg)
D_p , diameter setara bola (m)
D_T , diameter tabung (m)
D_v , diffusivitas massa, m^2/det
E_s , energy spesifik (MJ/kg uap air)
E_T , energy spesifik total (MJ/kg uap air)
g , percepatan gravitasi bumi (m/s^2)
G_a , laju massa udara ($kg/m^2.det$)
G_O ,laju udara murni ($kg/m^2.det$)
G_p , laju massa gabah ($kg/m^2.det$)
H , head, (Pa)
h_{cv} = Koefisien pindah panas volumetric (-)
h_d , ketinggian angkut (m)
ΔH_{fg} , panas laten bahan (kJ/kg $^{\circ}C$)
ΔH_{fgp} , panas laten gabah (kJ/kg $^{\circ}C$)

ΔH_{fgw} , panas laten air murni (kJ/kg °C)

I , radiasi matahari, (W/m²)

k , konstanta pengeringan (1/jam)

Σk_b = koefisien belokan (-)

Σk_k = koefisien pipa (-)

L_C , panjang kolektor pengering (m)

L_d , panjang bidang datar (m)

L_k , panjang pipa konveyor pneumatic (m)

m_a , laju udara (kg/jam)

M , kadar air basis kering (%)

M_e , kadar air keseimbangan (%bk)

M_0 , kadar air awal (%bk)

$\bar{M}$ kadar air rata-rata (%bk)

N , putaran blower(rpm)

Nu , Bilangan Nusselt (-)

P , daya Masuk (Watt)

ΔP = total penurunan tekanan (N/m²)

ΔP_b = total tekanan belokan (N/m²)

ΔP_{eg} = total tekanan pipa luar (J/det)

ΔP_k = total tekanan pipa kipas (J/det)

ΔP_{st} , total tekanan statis (J/det)

P_o , daya keluar (J/det)

P_w , daya kipas (J/det)

P_{wh} , total daya (J/det)

P_{WT} , daya biomassa (J/det)

P_{WT} , daya kipas pengering (J/det)

Q , debit (m^3/s)

Q_a , debit udara (m^3/s)

ΔP_{tp} , Hubungan antara penurunan tekanan dua fase padat-gas (N/m^2)

u_2 , kecepatan sudu bagian luar, (m/s)

r , jari-jari (m)

R_2 , Jari-jari luar dari blower, (m)

Re , bilangan Reynolds (-)

S_D , jarak diagonal antar poros pipa dengan pipa baris berikutnya (m)

S_l , jarak antar poros pipa dengan pipa kolom berikutnya (m)

S_t , jarak antar poros pipa dengan pipa baris berikutnya (m)

t , waktu (det)

t_D , waktu pengeringan (det)

T_a , suhu udara ($^{\circ}C$)

T_{abs} , suhu mutlak ($^{\circ}K$)

T_g , suhu gabah ($^{\circ}C$)

T_{PO} , suhu udara keluar dikonveyor ($^{\circ}C$)

T_{Pi} , suhu udara masuk dikonveyor ($^{\circ}C$)

T_{DO} , suhu udara keluar ruang pengering ($^{\circ}C$)

T_{CDi} , suhu udara masuk ruang pengering ($^{\circ}C$)

T_{TO} , suhu udara pengering ($^{\circ}C$)

U_c , transmisi kalor total kolektor surya-ruang pengering ($W/m^{20}C$)

V , kecepatan udara (m/dt)

V_p , kecepatan gabah (m/dt)

W , total massa gabah (kg)

w_a , laju udara (kg/jam) W_B ,

massa biomassa (kg) w_p , laju

gabah (kg/jam) W_{wi} , Massa air

awal (kg)

W_d , Massa bahan kering (kg)

W_{wf} , massa air akhir dalam gabah(kg) X_f ,

kadar air akhir (%)

X_i , kadar air awal(%)

ΔW_w , jumlah air yg diuapkan (kg)

Simbol Yunani

β_2 , sudut sudu bagian luar

ε , fraksi tabung

η_{Δ} ,efisiensi pengeringan (-)

η_K , efisiensi kipas (-)

η_T , efisiensi tungku (-)

, efisiensi termal kolektor surya (-)

ρ_L , kerapatan gabah (Kg/m³)

ρ_L , kerapatan fluida (Kg/m³)

μ , viskositas dinamis cairan/fluida (kg/m.dt)

ω , kecepatan sudut, (rad/s)

γ , nisbah laju massa udara dan massa gabah (-)

γ_a , kerapatan udara (N/m²)

γ_g , kerapatan gabah (N/m^2)

