

ISBN : 979-587-523-1

PROSIDING SEMINAR NASIONAL AVOER VI



Pengembangan Energi Baru Terbarukan Konservasi Energi dan
Coal Upgrading Berwawasan Green-Clean Technology

Gedung Serbaguna Program Pascasarjana
Universitas Sriwijaya, 30-31 Oktober 2014

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2014



KUMPULAN ABSTRAK SEMINAR NASIONAL AVoER VI 2014



**Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**



**Gedung Serbaguna Pacasarjana
Universitas Sriwijaya
Kamis, 30 Oktober 2014**

Disponsori oleh :



BukitAsam



PERTAMINA

Cogindo



SEMINAR NASIONAL ADDED VALUE OF ENERGY RESOURCES (AvoER) VI

**Gedung Serbaguna Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya
Jl. Padang Selasa No. 524 Bukit Besar Palembang**

**Untuk segala pertanyaan mengenai AvoER VI 2014
Silahkan hubungi**

Telp : 0711 370178

Fax : 0711352870

**Sekretariat :
Grha Batubara Fakultas Teknik Kampus Palembang**

**Contact Person :
Budi Santoso, M.T.
(089666952636)**

**e-mail : avoer2014@unsri.ac.id
Website : <https://www.avoer.ft.unsri.ac.id>**

Reviewer

1. Prof. Dr. Ir. Subriyer Nasir, M.S. (koordinator)
2. Prof. H. Zainuddin Nawawi, Ph.D
3. Prof. Dr. Ir. H. Kaprawi Sahim, DEA
4. Prof. H. Anis Saggaf, MSCE
5. Prof. Edy Sutriyono, M.Sc.
6. Dr. Ir. Hj.Susila Arita
7. Dr. Novia, M.T.
8. Dr. Ir. Hj. Reini Silvia I
9. Dr. Ir. Endang Wiwik DH. M.Sc.
10. M. Yanis, S.T. M.T.
11. Dr. Yohannes Adiyanto, M.S.
12. Heni Fitriani, Ph.D

Published by :

**Faculty of Engineering, University of Sriwijaya
Jl. Srijaya Negara Kampus Unsri Bukit Besar Palembang
Sumatera Selatan
INDONESIA**

Copyright reserved

**The organizing committee is not responsible for any errors or views
expressed in the papers as these are responsibility of the individual
authors**

PRAKATA

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat-Nya sehingga Seminar Nasional AvoER VI 2014 ini dapat dilaksanakan sesuai jadwal

Seminar Nasional Added Value of Energy Resources (AvOer) dilaksanakan oleh Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya sebagai implementasi dan tanggung jawab dunia akademik dalam permasalahan energi. Oleh karenanya, output dan outcome forum ilmiah ini dapat dijadikan konsiderasi bagi stakeholder untuk mengambil keputusan terutama yang berkaitan dengan masalah energi seratnya dampaknya pada lingkungan

Forum ini merupakan wadah komunikasi dari berbagai segemen yang notabene berbeda kepentingan dan pandangan. Duni Industri, pemerintahan, dan akademisi akan menjadi suatu kekuatan yang besar apabila mempunyai kesamaan persepsi dan visi terhadap masalah energi.

Energi Baru terbarukan Konservasi Energi dan Coal Upgrading memang dipilih untuk tema AvoER kali ini didasarkan atas pertimbangan UU No. 30 th 2007 tentang energi dan melihat sejauh mana perkembangan pemahaman tentang Energi Mix 2025. Dari makalah-makalah yang masuk dapat terlihat bahwa penelitian tentang energi sudah banyak membahas tentang energi baru terbarukan, seperti biogas, bioetanol, biofuel, dll dan juga bidang coal upgrading sudah mengarah pada utilisasi batubara seperti pengembangan Biobriket untuk sektor rumah tangga dan industri rumah tangga.

Pada kesempatan ini kami menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya pada Narasumber :

1. Prof. Dr. Wiratmaja Puja (Kementrian ESDM)
2. Dr. Soni Solistia Wirawan (Kementrian Ristek / BPPT)

yang telah berkenan hadir dan berpartisipasi sebagai Narasumber pada acara seminar yang dilaksanakan pada tanggal 30 Oktober 2014, selanjutnya kami juga menyampaikan terimakasih kepada para Sponsor : Fakultas Teknik Unsri, PT. Bukit Asam Persero, PT. Pertamina Persero, PT. Cogindo DayaBersama, dan Pemerintah Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir (PALI) yang telah berkontribusi dalam kegiatan seminar ini.

Akhir kata, kami berharap Seminar Nasional ini dapat berfaedah bagi kita semua.

Palembang, 30 Oktober 2014
Dekan,

Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA

**PANITIA PELAKSANA
SEMINAR NASIONAL AVoER VI 2014**

- Pengarah : Prof. Dr. Ir. H.M. Taufik Toha, DEA (Dekan
Fakultas Teknik)
Dr. Tuty Emilia Agustina, S.T., M.T.
(Pembantu Dekan I Fakultas Teknik)
Dr. Ir. Amrifan S. Mohruni, Dipl.-Ing.
(Pembantu Dekan II Fakultas Teknik)
Ir Hairul Alwani, M.T.
(Pembantu Dekan III Fakultas Teknik)
- Penanggung Jawab : Dr. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc.
(Ketua Unit Penelitian dan Pengabdian
Masyarakat, Fakultas Teknik)
- Ketua : Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA
Sekretaris : Budi Santoso, S.T., M.T.
Bendahara : Ir. Marwani MT
Wakil Bendahara : Umiati, S.E
- Seksi Makalah/Publikasi : Prof. Dr. Ir. Subriyer Nasir, M.S.
(koordinator)
Dr. Ir. Hj.Susila Arita
Dr. Novia, M.T.
Dr. Ir. Hj. Reini Silvia I
Dr. Ir. Endang Wiwik DH. M.Sc.
M. Yanis, S.T. M.T.
Dr. Yohannes Adiyanto, M.S.
Heni Fitriani, Ph.D
- Seksi Web : Irsyadi Yani S.T., M.Eng., Ph.D
Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T.
Ayatullah Khomeini, S.T.
Carbella Azhary, S.Kom.
Panji Pratama, S.E.
Fandy, S.Kom.
Rudiansyah, S.Kom.

Seksi Acara :

Prof. Dr. Ir. Kaprawi, DEA
Prof. Dr. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc.
Dr. Ir. Tri Kurnia Dewi, M.Sc.
Ir. Irwin Bizzy, M.T.
Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T.
Ir. Fusito HY, M.T.
Dr. Dewi Puspita Sari, S.T., M.Eng.
Gustini, S.T., M.T.
Astuti, S.T., M.T.
Suci Dwijayanti, S.T., M.T.
Puspa Kurniasari, S.T., M.T.

Seksi Pendanaan :

Prof. Ir. H. Zainuddin Nawawi, Ph.D
Ir. Hj. Ika Juliantina, M.S.
Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc.
Dr. Ir. H. Joni Arliansyah, M.Eng
Dr. Irfan Djambak, S.T., M.T.
Dr. Agung Mataram, S.T., M.T.
Sazili, S.E., M.M.
Heriyanto, S.E.

Seksi Sekretariat :

Ellyani, S.T., M.T.
Caroline, S.T., M.T.
Hj. Hermawati, S.T., M.T.
Hj. Ike Bayusari, S.T., M.T.
Wienty Triyuly, S.T., M.T.
Bochori, S.T., M.T.
Barlin, S.T. M.T
Prahady Susmanto, S.T., M.T.
Marzuki, S.E.
M. Jamil
Irhas Bambang
M. Faisal Fikri, S.E.

Seksi Transportasi :

Ir. Helmy Alian, M.T.
Aneka Firdaus, S.T., M.T.
Maryono
David
Syahril
A. Rivai

Seksi Perlengkapan dan Tata
Tempat:

Ir. Firmansyah Burlian, M.T.
Ir. Sarino, M.T.
M. Ridwan (Pasca)
Rico
Sarjak

Seksi Pembantu Umum:

Hendra, S.T. M.T.
Rahmatullah, S.T., M.T.
Eva Oktarina Sari, S.T.
Alex Al-Hadi, S.T.
IMATEK FT. Unsri

UCAPAN TERIMA KASIH

Panitia AvoER VI 2014 menyampaikan terima kasih dan penghargaan setbesar-besarnya kepada sponsor, keynote speaker dan semua pihak yang membantu terlaksananya kegiatan ini

SPONSOR

PT. Tambang Batubara Bukit Asam , TBk
PT. Pertamina Persero
PT. Cogindo DayaBersama
Pemerintah Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir

Narasumber

Prof. Dr. Wiratmaja Puja (Kementerian ESDM)
Dr. Ir. Soni Solistia Wiarawan M.Eng (Kementerian Risek/ BPPT)

DAFTAR ISI

PRAKATA	v
KEPANTITIAAN	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	ix
DAFTAR ISI	x

BIDANG ENERGI BARU TERBARUKAN DAN KONVERSI ENERGI

PENINGKATAN PERSENTASE METANA (CH ₄) DARI BIOGAS SISTEM KONTINYU MELALUI PROSES PURIFIKASI DENGAN MEMBRAN ZEOLIT	2
Abdullah Saleh, Elda Melwita, Prasetyowati, Lerry Fernando Manalu, Yohannes Christian	
OPTIMASI PROSES PURIFIKASI DME DAN METANOL PADA PABRIK DME DARI GAS SINTESIS	3
Abdul Wahid, Tubagus Aryandi Gunawan	
EFEKTIFITAS MINYAK OLAHAN PELUMAS BEKAS SEBAGAI BAHAN BAKAR MOTOR DIESEL	4
Agung Sudrajad, Yohan Septian	
PEMBUATAN BIOGASOHOL DENGAN BLENDING GASOLINE DAN BIOETANOL UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS BAHAN BAKAR	5
A. Budiyanto, D. Herfian, Prasetyowati	
POMPA SPIRAL SEBAGAI SALAH SATU ASPEK APLIKASI ENERGI TERBARUKAN	7
Darmawi, Riman Sipahutar, Jimmy D Nasution	
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN DAN SURYA UNTUK KEBUTUHAN LISTRIK POMPA AIR DI DESA KADURUNG KECAMATAN PURWAKARTA, CILEGON BANTEN	8
Erwin, Yeni Pusvyta, Bahrul Ilmi	
PENGARUH PENGELASAN DENGAN NYALA API OKSI-ASETILEN TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO PELAT LOGAM MUNTZ	9
Fusito, dan D.K.Pratiwi	

APLIKASI ADITIF Bio2POWER UNTUK MENGHEMAT KONSUMSI BENSIN PREMIUM PADA GENSET LISTRIK	10
Hamdan Akbar Notonegoro, Sunardi, Dwinanto	
ANALISIS TEGANGAN DAN KEKUATAN PADA TABUNG GAS LPG KAPASITAS 3 kg	11
Hendri Chandra*, R.Sipahutar, M.Yanis	
ANALISA EKSPERIMENTAL PENGARUH JARAK DUA SELINDER BULAT TERHADAP TEKANAN DALAM ALIRAN UDARA	12
Kaprawi, Andi Hidayat	
ANALISIS PERPINDAHAN KALOR PADA COOLING FAN DENGAN TUBE BERISI ES TANPA FIN DAN DENGAN FIN	13
Marwani, Aad Zilasa	
PERANCANGAN KOTAK PENDINGIN (COOLBOX) TENAGA SURYA	14
M. Z. Kadir, A.D. Priyadi	
STUDI PENGARUH KONSENTRASI LARUTAN ELEKTROLIT KOH, VOLTASE ELEKTROLISA DAN MEDAN ELEKTROMAGNETIK, SERTA RASIO CPO/KATALIS ZEOLIT ALAM YANG DIAKTIFKAN TERHADAP KONVERSI TRIGLISERIDA CPO MENJADI BIOGASOLIN	15
Nina Haryani	
PENGARUH KONSENTRASI DAN WAKTU PERENDAMAN AMMONIA TERHADAP KONVERSI BIOETANOL DARI JERAMI PADI DENGAN METODE <i>SOAKING IN AQUEOUS AMMONIA</i> (SAA)	16
Novia, M.Amirullah Lubis, Fernando Jufianto	
PEMBUATAN BIOETANOL DARI PATI BIJI MANGGA MELALUI PROSES HIDROLISIS ASAM DAN FERMENTASI	17
Pamilia Coniwanti, Tri Wulan Damayanti, Rizka Novarina	
STUDI KARAKTERISTIK PENYALAN DAN PROFIL API PADA PEMBAKARAN CAMPURAN MINYAK SOLAR DAN BIODIESEL DI OIL BURNER	18
Roosdiana Muin, Mulkan Hambali, Leily Nurul Komariah, M. Yadry Yuda, Trisna Novitasari	
KAJIAN EKSPERIMENTAL PENGARUH JARAK, BENTUK DAN UKURAN NOSEL TERHADAP DAYA TURBIN CROSS FLOW	19
Sri Poernomo Sari, Franky Martupa, Astuti	

IMPLEMENTASI PERANGKAT <i>WIRELESS MONITORING</i> ENERGI LISTRIK BERBASIS ARDUINO DAN INTERNET	20
--	----

Wahri Sunanda, Irwandinata

BIDANG COAL UPGRADING

PENGARUH MASSA DAN RASIO ETANOL TERHADAP AKSELERASI WAKTU NYALA BRIKET	22
--	----

Budi Santoso, Ellynda Permasita, Uwu Holifah Ana F

AKSELERASI WAKTU NYALA BRIKET BATUBARA DENGAN PEMANFAATAN TALL OIL SISA DIGESTER PULP KRAFT PROCESS DAN GETAH DAMAR (Agathis Damara)	24
--	----

Budi Santoso, Dede Hadi Widiyanto, Yono Purnama

PENGARUH KOMPOSISI DAN UKURAN SERBUK BRIKET YANG TERBUAT DARI BATUBARA DAN JERAMI PADI TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBAKARAN	25
--	----

Didik Sugiyanto

KAJIAN COAL TAR MIXTURE (CTM) BERDASARKAN PERSENTASE CAMPURAN BATUBARA, TAR DAN AIR DALAM INTERVAL VISKOSITAS 900 - 1100 cP	27
---	----

Ega Salfira, dan Rr. Harminuke Eko Handayani

KAJIAN ANALITIS PEMBAKARAN BRIKET BATUBARA UNTUK TUNGKU PENGECORAN LOGAM	29
--	----

Imam Hidayat, Riman Sipahutar dan Diah Kusuma Pratiwi

PENGARUH TEMPERATUR DAN KOMPOSISI PADA PEMBUATAN BIOBRIKET DARI CANGKANG BIJI KARET DAN PLASTIK POLIETILEN	30
--	----

Selpiana, A. Sugianto, F. Ferdian

PENGARUH SUHU KARBONISASI SERAT SAWIT TERHADAP NILAI HARDGROVE GRINDABILITY INDEX (HGI) PADA CAMPURAN BATUBARA BITUMINUS DENGAN SERAT SAWIT	31
---	----

ShantiAisyah, Rr. Harminuke Eko Handayani

PENGARUH SUHU PADA PROSES HYDROTHERMAL TERHADAP KARAKTERISTIK BATUBARA	33
--	----

Yunita Bayu Ningsih

BIDANG GREEN CLEAN TECHNOLOGY

METODE PENGUKURAN KEBISINGAN RUANGAN MENGGUNAKAN DATA LOGGER SPL	36
Aryulius Jasuan	
PENGARUH pH AIR ASAM TAMBANG SINTETIK TERHADAP KUALITAS PERMEAT HASIL PROSES SANDFILTRASI, ULTRAFILTRASI, DAN REVERSE OSMOSIS	37
Dominica Charitas Manalu, Ridha Thaherah, Subriyer Nasir	
PENGOLAHAN AIR ASAM TAMBANG DENGAN SAND FILTER/ADSORBEN COAL FLY-ASH, ULTRAFILTRASI, DAN REVERSE OSMOSIS	38
Devi Anggraini , Silfia Dahnia, Subriyer Nasir	
EFEK VENTILASI MEKANIK DAN NATURAL TERHADAP PENURUNAN KADAR CO ₂ DI LABORATORIUM PRESTASI MESIN	39
Dwinanto, Imron Rosyadi dan Rian Dwi Purnomo	
ANALISA LAPISAN BATUAN YANG MENGANDUNG AIR (AKUIFER) DENGAN MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK DAERAH SUKAWINATAN, PALEMBANG	40
Falisa	
PEMANFAATAN EKSTRAK KELOPAK DAN BIJI BUNGA ROSELLA SEBAGAI BAHAN PENGUMPAL LATEKS	41
Farida Ali, Anna Stasiana, Noviyanti Puspasari	
PENGARUH LAJU ALIR UMPAN ULTRAFILTRASI DAN TEKANAN OPERASI REVERSE OSMOSIS PADA PENGOLAHAN AIR ASAM TAMBANG SINTETIK MENGGUNAKAN ADSORBEN ABU TERBANG BATUBARA	42
Hasanah Oktavia Pane, Sondang Purnama Sari, Subriyer Nasir	
PENGARUH ADSORBEN RICE HUSK-ASH, LAJU ALIR UMPAN PADA SISTEM ULTRAFILTRASI DAN TEKANAN OPERASI PADA UNIT REVERSE OSMOSIS	43
Jelita Br. Sinurat, Sara Situmeang Subriyer Nasir	
POTENSI PEMANFAATAN ZIRKONIA PADA ASPEK LINGKUNGAN : SUATU TINJAUAN PUSTAKA	44
Melati Ireng Sari, Tuti Emilia A.	

KAJIAN TINGKAT RISIKO PENCEMARAN AIR SUMUR GALI DITINJAU DARI ASPEK KONSTRUKSI DAN LETAK SUMUR GALI SERTA PERILAKU PENGGUNA SUMUR GALI DI KELURAHAN TALANG PUTRI KECAMATAN PLAJU KOTA PALEMBANG Nyimas Septi Rika Putri	46
PENGOLAHAN AIR RAWA MENJADI AIR BERSIH DI DAERAH TIMBANGAN INDRALAYAMENGGUNAKAN MEMBRAN ULTRAFILTRASI Prahady S, J. Prihantoro S , A. Rumaiza	48
TEKNOLOGI NANO: INOVASI BARU UNTUK MENGOLAH LIMBAH MENJADI MATERIAL KONSTRUKSI YANG RAMAH LINGKUNGAN Saloma	49
PENGARUH RASIO MOLAR DAN VOLUME REAGEN FENTON PADA PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI TAHU DENGAN MENGGUNAKAN REAGEN FENTON DAN KARBON AKTIF T.E.Agustina, A.Prasetyo, C.A.Hafiz	51
PENGARUH PERSEPSI DAN PREFERENSI PENGHUNI RUMAH PANGGUNG DALAM PENGENDALIAN PENUTUPAN AREA RESAPAN AIR PADA PERMUKIMAN LAHAN BASAH TEPIAN SUNGAI MUSI PALEMBANG Widya Fransiska F.Anwar , Setyo Nugroho	53
PEMANFAATAN EKSTRAK BIJI KELOR SEBAGAI KOAGULAN ALTERNATIF PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU Yudi Mubrika Yasri , Janeth Ayu Anggitari , Elda Melwita	55

KAJIAN EKSPERIMENTAL PENGARUH JARAK, BENTUK DAN UKURAN NOSEL TERHADAP DAYA TURBIN CROSS FLOW

*Sri Poernomo Sari*¹
*Franky Martupa*²
*Astuti*³

^{1,2}*Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma
Jl. Margonda Raya 100, Pondokcina, Depok*

sri_ps@staff.gunadarma.ac.id

³*Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Prabumulih KM 32 Inderalaya (30662) Tlp 580062
Astute_hadjjar@yahoo.com*

Abstrak

Turbin Crossflow adalah turbin bertekanan kecil dengan injeksi tangensial dari putaran runner dengan poros horisontal. Tujuan Penelitian Menguraikan pengaruh bentuk nosel rectangular dan ellipse serta jarak pancar air terhadap putaran runner turbin crossflow. Pada perbedaan jarak dengan bentuk Nosel Rectangular dan bentuk Nosel Ellipse. Komponen yang digunakan yaitu pompa, pipa, casing, poros, sudu(runner), bantalan(bearing), katup, dan nosel. Perancangan sudu menggunakan pipa plastik/PVC. Ukuran bentuk nosel rectangular dimensi panjang 15,78 mm dan lebar 9,63 mm sedangkan bentuk nosel ellipse dimensi panjang 15 mm dan lebar 10 mm. Hasil pengujian untuk nosel rectangular dengan jarak terdekat 10 mm menghasilkan 65,6 RPM, debit aliran 0,000533 m³/s dan daya 3,28472954 J/s dan nosel ellipse dengan jarak terjauh 50 mm menghasilkan 82,5 RPM, debit aliran 0,000467 m³/s dan daya 0,22905961 J/s. Kesimpulan dari pengujian dan analisis turbin crossflow semakin dekat jarak nosel terhadap sudu(runner) maka semakin besar RPM, debit aliran dan daya yang dihasilkan pada turbin crossflow dan semakin jauh jarak nosel terhadap sudu(runner) maka semakin kecil RPM, debit aliran dan daya yang dihasilkan pada turbin crossflow.

Keywords: *Turbin cross flow, nosel, rectangular, ellips, debit, daya*

PENDAHULUAN

Turbin air dikembangkan pada abad ke-19 dan digunakan secara luas untuk tenaga industri untuk jaringan listrik. Sekarang lebih umum dipakai untuk generator listrik. Turbin kini dimanfaatkan secara luas dan merupakan sumber energi yang dapat diperbarui. Turbin dapat memanfaatkan air dengan putaran lebih cepat dan dapat memanfaatkan *head* yang lebih tinggi. Masalah pada turbin air yang akan berujung pada berkurangnya *effisiensi* dan *performansi* harus bisa dideteksi selama beroperasi. Performansi dari turbin dipengaruhi oleh berbagai faktor yaitu komponen dari turbin air dan sistem kontrol yang bekerja selama turbin air itu beroperasi.

Turbin air akan mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik, yaitu putaran roda turbin (sudu). Air dari *reservoir* akan mengalir

dengan kapasitas tertentu dalam saluran pipa yang menuju *Nosel*. Pada turbin air terdapat pengaturan kapasitas untuk memvariasikan kapasitas aliran. Pengaturan kapasitas aliran masuk ke turbin dimaksudkan untuk merespon beban. [1]

Turbin *Crossflow* adalah turbin bertekanan kecil dengan injeksi tangensial dari putaran *runner* dengan poros horisontal. Turbin ini juga termasuk Turbin *Impuls* atau yang disebut tekanan konstan, pancaran air dikarenakan adanya aliran *fluida* serta tekanan air dari pompa dan menuju nosel, menghasilkan tekanan yang sama dengan tekanan *atmosfer*.

Nosel adalah alat untuk mengekspansikan *fluida* sehingga kecepatannya bertambah. *Nosel* pada turbin *crossflow* mempunyai peranan dalam mengatur kecepatan aliran *fluida* ketika

menumbuk *runner*. Untuk memudahkan pengaturan kecepatan *fluida dan aliran air* yang menuju nosel tersebut dipasang sebuah katup pada pipa yang berfungsi mengatur kecepatan *fluida dan aliran air*. *Nosel* dari turbin *crossflow* ini dimodifikasi dengan bentuk *rectangular* dan *ellipse*, dengan mengurangi jarak *Nosel* terhadap *runner* dari turbin bila menginginkan daya yang lebih sedikit. Tujuan Penelitian menganalisis pengaruh bentuk *Nosel rectangular* dan *ellipse* serta jarak pancar air terhadap putaran *runner* turbin *crossflow*.

Kecepatan *spesifik* dari suatu turbin ialah kecepatan putaran *runner* yang dapat dihasilkan daya efektif *1 BHP* untuk setiap tinggi jatuh 1 meter seperti pada persamaan (1) sebagai berikut,

$$N_s = n \cdot N_e^{1/2} / H_{efs}^{5/4} \quad (1)$$

dengan :

- N_s = Kecepatan spesifik turbin
- n = Kecepatan putaran turbin (rpm)
- H_{efs} = Tinggi jatuh efektif (m)
- N_e = Daya turbin efektif (HP)

Turbin *Crossflow* memiliki karakteristik yang spesifik dibanding jenis penggerak turbin lainnya [4]. Turbin konvensional memiliki batasan kecepatan spesifik [3]. Pemakaian jenis turbin *crossflow* lebih menguntungkan dibanding dengan penggunaan kincir air maupun jenis turbin mikrohidro lainnya. Penggunaan turbin ini untuk daya yang sama dapat menghemat biaya pembuatan penggerak mula sampai 50 %. Penghematan ini dapat dicapai karena ukuran turbin *crossflow* lebih kecil dan lebih kompak. Diameter kincir air yakni roda jalan atau *runnernya* biasanya 2 meter ke atas, tetapi diameter turbin *crossflow* dapat dibuat hanya 20 cm saja sehingga bahan-bahan yang dibutuhkan jauh lebih sedikit, itulah sebabnya bisa lebih murah. Demikian juga daya guna atau *effisiensi* rata-rata turbin ini lebih tinggi dari pada daya guna kincir air. Hasil pengujian laboratorium yang dilakukan oleh pabrik turbin *Ossberger* Jerman Barat yang menyimpulkan bahwa daya guna kincir air dari jenis yang paling unggul sekalipun hanya mencapai 70 % sedang *effisiensi* turbin *crossflow* mencapai 82 % [4]. Tingginya *effisiensi* turbin *crossflow* ini akibat pemanfaatan energi air pada turbin ini dilakukan dua kali, yang pertama energi tumbukan air pada sudu-sudu pada saat air mulai masuk, dan yang kedua adalah daya

dorong air pada sudu-sudu saat air akan meninggalkan *runner*. Adanya kerja air yang bertingkat ini ternyata memberikan keuntungan dalam hal efektifitasnya yang tinggi dan kesederhanaan pada sistem pengeluaran air dari *runner*.

Dari beberapa kelebihan turbin *crossflow* itulah, maka sampai saat ini pemakaiannya di beberapa negara lain terutama di Jerman Barat sudah tersebar luas, bahkan yang dibuat oleh pabrik turbin *Ossberger* sudah mencapai 5.000 unit lebih. Setiap unit dari turbin ini dapat dibuat sampai kekuatan kurang lebih 750 KW, dapat dipasang pada ketinggian jatuh antara 01 sampai 200 meter dengan *debit* air sampai 3.000 liter/detik [5].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah untuk mengetahui komponen yang tergabung pada turbin *crossflow* serta memahami kapasitas aliran air yang masuk dan keluar dari nosel. Pada pembuatan bentuk *rectangular* dan *ellipse* dari *Nosel* diserahkan pengerjaannya pada bengkel las dan bubut. Adapun pelaksanaan perencanaan ini didapat dari data internet, artikel ilmiah dan buku-buku perancangan *Nosel* turbin *crossflow*.

Air yang berada bak penampung dihisap oleh pompa, dimana pompa berfungsi untuk menghisap dan memompa air. Namun aliran air tidak langsung mengalir ke sudu turbin melainkan harus melewati pipa-pipa saluran yang telah diberi katup, dengan cara putar *stop run* sehingga laju aliran air dapat diatur sesuai yang diinginkan. Kemudian aliran air tersebut menuju saluran *Nosel*, dimana *Nosel* berfungsi sebagai pemancar air yang dipancarkan langsung ke sudu(*runner*), sehingga sudu(*runner*) tersebut berputar. Maka terjadilah perubahan energi potensial air menjadi energi mekanik. Kemudian air tersebut jatuh kedalam bak penampung untuk kembali ke tahap awal, maka terjadilah sirkulasi. Mesin fluida yang digunakan untuk memindahkan aliran air dan *fluida* dari satu tempat ke tempat lain. Dalam menjalankan fungsinya tersebut, pompa mengubah energi gerak poros untuk menggerakkan sudu-sudu menjadi energi tekanan pada *fluida*. Pompa yang digunakan termasuk jenis *Non Positive Displacement* yaitu : *Fluida* yang keluar dari pompa arahnya tegak lurus dengan *fluida* yang masuk pompa. Spesifikasi pompa adalah 220 V, 50 Hz, 1.6 A. Digunakan pada aplikasi sistem

hidrolik, karena aliran *fluida* akan mengalami *internal slippage* yaitu adanya aliran berbalik dari *outlet* pompa menuju *inlet* pompa sehingga aliran *outlet* akan mengalami pengurangan pada *debitnya*.

Pipa digunakan untuk meneruskan aliran *fluida* sehingga air terdorong menuju *nosel*. *PVC* adalah *Polyvinyl Chloride* yaitu bahan plastik yang mempunyai sifat keras, kuat, tahan terhadap bahan kimia, dan dapat diperoleh dalam berbagai warna. Penggunaan *PVC* terutama untuk sebagai bahan bangunan, karena *PVC* relatif murah, tahan lama, dan mudah dirangkai. Oleh karena itu pipa *PVC* ini paling sering digunakan dalam sistem irigasi/perairan dan pelindung kabel.

Casing atau *shell* adalah suatu wadah dimana *rotor* ditempatkan. Pada ujung *casing* terdapat ruang besar mengelilingi poros turbin disebut *exhaust hood*, dan diluar *casing* dipasang bantalan yang berfungsi untuk menyangga *rotor*.

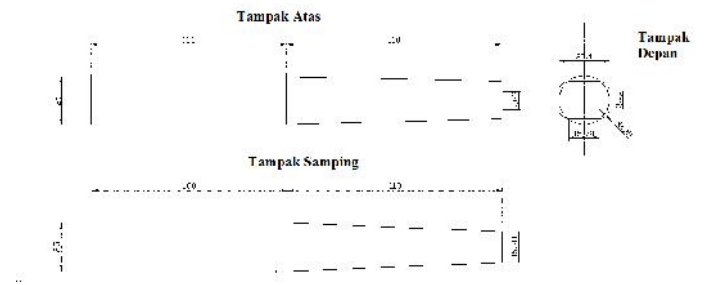
Pada umumnya poros turbin sekarang terdiri dari silinder panjang yang atau berongga. Sepanjang poros dibuat alur-alur melingkar yang biasa disebut akar (*root*).

Sudu (*Runner*) adalah sudu-sudu yang dipasang di sekeliling *rotor* membentuk suatu piringan. Dalam suatu *rotor* turbin terdiri dari beberapa baris piringan dengan diameter yang berbeda-beda, banyaknya baris sudu gerak biasanya disebut banyaknya tingkat.

Bantalan berfungsi sebagai penyangga *rotor* sehingga membuat *rotor* dapat stabil/lurus pada posisinya didalam *casing*, adapun menimbulkan kerugian mekanik karena gesekan. Sebagai bagian yang berputar, *rotor* memiliki kecenderungan untuk bergerak baik dalam arah radial maupun dalam arah aksial. Karena itu rotor harus ditumpu secara baik agar tidak terjadi pergeseran radial maupun aksial yang berlebihan. Komponen yang dipakai untuk keperluan ini disebut bantalan (*bearing*).

Katup berguna untuk mengalirkan air tekanan tinggi dan masuk kedalam turbin, serta untuk menghentikan *supply* air tekanan tinggi tersebut pada saat keadaan darurat.

Pipa galvanis adalah pipa yang terbuat dari besi atau baja, sedangkan pengertian galvanis yaitu proses perlindungan pada baja atau besi, untuk mencegah agar tidak berkarat. Pipa galvanis yang digunakan dengan ukuran 1 inci, Ujung pipa galvanis dimodifikasi menjadi bentuk *rectangular* dan *ellipse*.

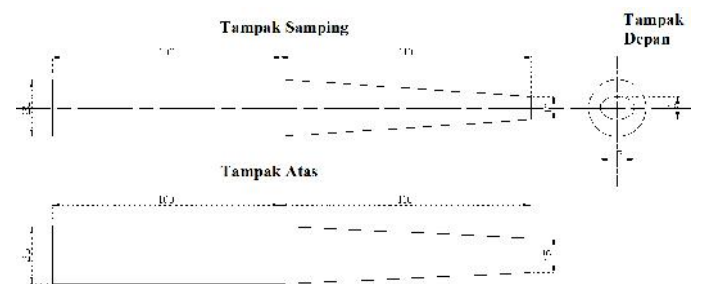


Gambar 1. Nosel *Rectangular* tampak atas, tampak samping dan tampak depan



Gambar 2. Nosel *Rectangular* yang diuji

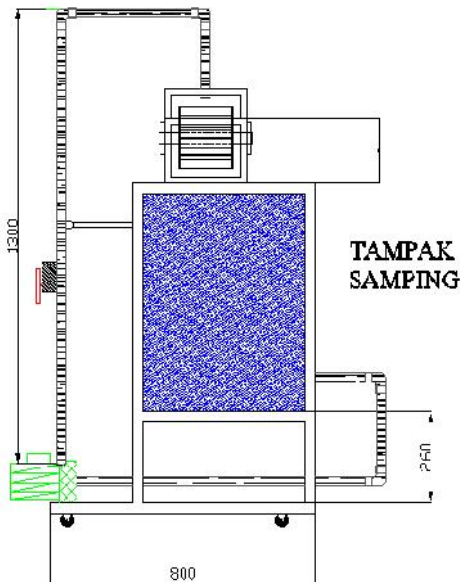
Nosel berguna untuk mengarahkan pancaran air ke sudu turbin, mengatur kapasitas air yang masuk ke turbin.



Gambar 3. Nosel *Ellips* tampak atas, tampak samping dan tampak depan



Gambar 4. Nosel *Ellips* yang diuji



Gambar 5. Desain Turbin *Crossflow* tampak samping

Air merupakan sumber energi yang murah dan relatif mudah didapat, karena pada air tersimpan energi potensial (pada air jatuh) dan energi kinetik (pada air mengalir). Tenaga air (*Hydropower*) adalah energi yang diperoleh dari air yang mengalir. Energi yang dimiliki air dapat dimanfaatkan dan digunakan dalam wujud energi mekanis maupun energi listrik. Pemanfaatan energi air banyak dilakukan dengan menggunakan kincir air atau turbin air yang memanfaatkan adanya suatu air terjun atau aliran air di sungai. Sejak awal abad 18 kincir air banyak dimanfaatkan sebagai penggerak penggilingan gandum, penggergajian kayu dan mesin tekstil. Besarnya tenaga air yang tersedia dari suatu sumber air bergantung pada besarnya *head* dan *debit* air. Dalam hubungan dengan *reservoir* air maka *head* adalah beda ketinggian antara muka air pada *reservoir* dengan muka air keluar dari kincir air/turbin air. Selain memanfaatkan air jatuh *hydropower* dapat diperoleh dari aliran air datar. Dalam hal ini energi yang tersedia merupakan energi kinetik.



Gambar 6. Turbin *Crossflow*

Perhitungan Debit Aliran

Dari volume dan waktu yang telah didapatkan, maka dapat dicari *debit* aliran dengan menggunakan persamaan (2).

$$Q = V/t \quad (2)$$

dengan :

$$Q = \text{Debit aliran (m}^3/\text{s)}$$

$$V = \text{Volume (m}^3)$$

$$T = \text{Waktu (s)}$$

Pengukuran luas penampang bertujuan untuk menentukan diameter nosel sehingga akan didapatkan luas penampang (*A*) yang nantinya untuk menentukan diameter pipa yang akan digunakan sebesar 25,4mm. Dengan luas penampang nosel *rectangular* dalam m^2 yang didapatkan melalui persamaan (3) dan nosel *Ellips* pada persamaan (4).

$$A_{rec} = P \times L \quad (3)$$

$$A_{ellips} = \pi \times P \times L \quad (4)$$

Debit aliran (Q) didapatkan dari volume dibagi dengan waktu (t) pada persamaan (2). Kecepatan aliran fluida (v) dihasilkan dari debit aliran dibagi luas penampang yang terdapat pada persamaan (5)

$$v = \frac{Q}{A} \quad (5)$$

Dengan,

v = Kecepatan aliran fluida (m/s)

Q = Debit aliran (m³/s)

A = Luas penampang aliran air (m²)

Bilangan *Reynolds* didapat dengan menggunakan persamaan (6). Nilai dari Bilangan *Reynolds* (Re) dapat dihitung bila mempunyai kecepatan aliran (v), massa jenis (ρ), diameter hidrolis (d), viskositas dinamik (μ) atau viskositas kinematik (ν).

$$Re = \frac{vd\rho}{\mu} = \frac{vd}{\nu} \quad (6)$$

dengan :

Re = bilangan *reynolds*

= massa jenis air murni (kg/m³)

d = diameter hidrolis (m)

v = kecepatan aliran (m/s)

ν = viskositas kinematik (m²/s)

Laju aliran massa fluida dapat dihitung dengan persamaan (7).

$$\dot{m} = \rho_{air} \times A \times v \quad (7)$$

dengan,

\dot{m} = Laju aliran massa fluida air (kg/s)

ρ_{air} = Massa jenis fluida zat cair (kg/m³)

A = Luas penampang *Nosel* yang digunakan (m²)

v = Kecepatan aliran *fluida* air (m/s)

Perhitungan daya didapat dengan menggunakan persamaan (8) dengan laju aliran massa fluida air (\dot{m}), kecepatan aliran (v), massa jenis (ρ), dan debit aliran (Q).

$$P = \frac{1}{2} \rho Q v^2 \quad (8)$$

Dengan,

P = Daya (J/s)

ρ_{air} = massa air murni (kg/m³)

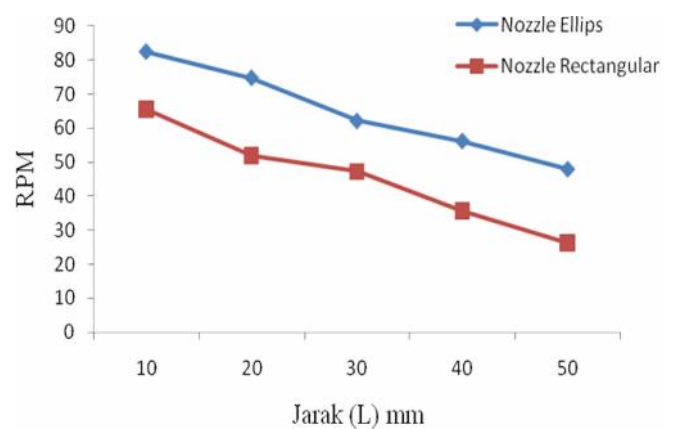
Q = Debit aliran (m³/s)

v = Kecepatan aliran (m/s)

HASIL & PEMBAHASAN

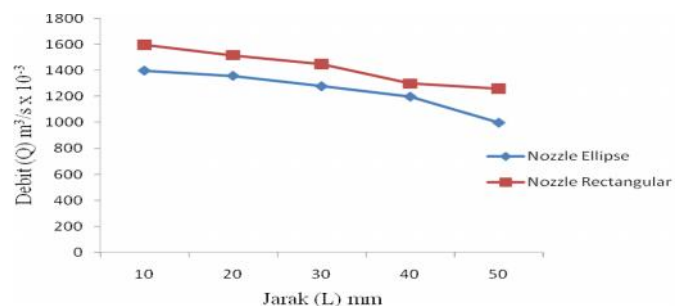
Pengujian ini dilakukan dengan berbagai tahap mulai dari proses persiapan pengujian, sampai dengan proses akhir yaitu pengujian kemampuan turbin tersebut berputar untuk mencapai putaran sesuai dengan yang diinginkan.

Pada tahapan pengujian ini didapatkan perbedaan putaran sudu dimana nosel dengan bentuk *ellipse* dapat memutar sudu lebih cepat dibandingkan dengan *Nosel* dengan bentuk *rectangular*. Perbandingan putaran yang dihasilkan oleh nosel *rectangular* dan *ellips* setelah dilakukan pengujian dapat dilihat pada gambar 7 dibawah ini.



Gambar 7. Grafik Hubungan antara Jarak (L) mm Terhadap RPM pada Nosel *Rectangular* dan *Ellipse*

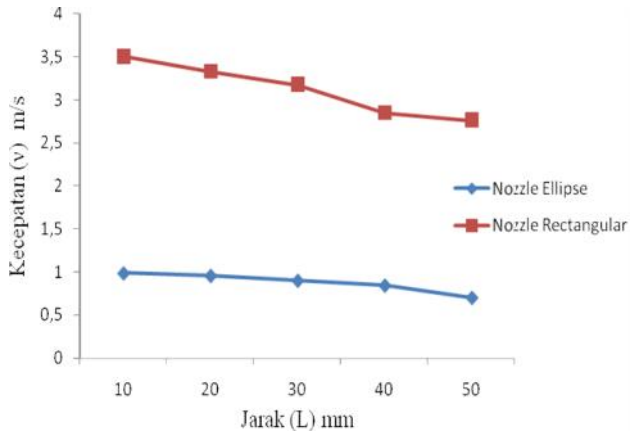
Bentuk nosel *ellipse* menghasilkan putaran RPM lebih tinggi dibanding bentuk nosel *rectangular*. Volume air pada bentuk nosel *rectangular* dengan dimensi panjang 15.78 mm dan lebar 9.63 mm, menghasilkan volume air yang lebih banyak dibandingkan dengan bentuk nosel *ellipse* dengan dimensi panjang 15 mm dan lebar 10 mm. Nosel yang berdiameter lebih besar dapat menghasilkan debit air yang besar.



Gambar 8. Grafik Hubungan antara Jarak (L) mm

Terhadap Debit (Q) m^3/s
antara Nosel *Rectangular* dan *Ellipse*

Pada gambar (8) grafik menunjukkan bahwa pada nosel dengan bentuk *rectangular* lebih banyak menghasilkan debit aliran dibanding dengan bentuk nosel *ellipse*. Semakin besar perbedaan jarak antara nosel dengan sudu maka semakin kecil debit yang dihasilkan.

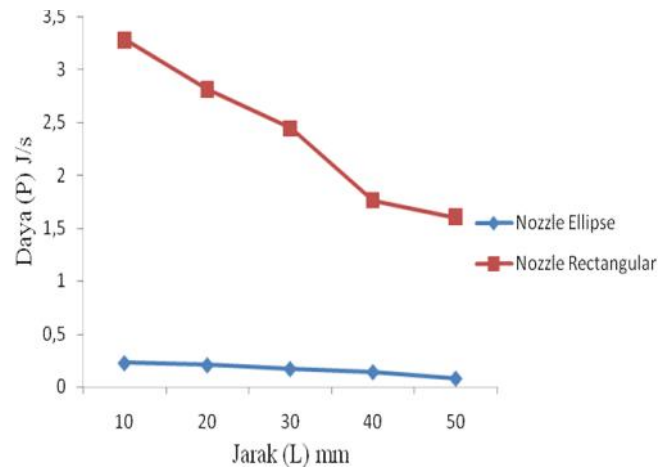


Gambar 9. Grafik Hubungan antara Jarak (L) mm Terhadap Kecepatan (v) m/s pada Nosel *Rectangular* dan *Ellipse*

Gambar 9 menunjukkan bahwa kecepatan aliran pada nosel *rectangular* lebih besar dibandingkan bentuk *ellipse*. Semakin besar perbedaan jarak antara nosel dan sudu maka semakin kecil kecepatan aliran yang dihasilkan. Semakin besar diameter dimensi, maka kecepatan aliran fluida akan cenderung meningkat.

Kecepatan yang telah didapatkan akan mempengaruhi Bilangan *Reynolds* kerana merupakan fungsi pembilang. Semakin besar kecepatan aliran fluida maka nilai bilangan *Reynolds* akan cenderung meningkat atau menunjukkan kecenderungan turbulen.

Bilangan *Reynolds* cenderung meningkat karena dipengaruhi peningkatan kecepatan aliran fluida. Perhitungan daya dapat dihasilkan bila mempunyai nilai-nilai dari laju aliran massa fluida air (\dot{m}), kecepatan aliran (v), massa jenis (ρ), dan debit aliran (Q).



Gambar 10. Grafik Hubungan antara Jarak (L) mm Terhadap Daya (P) J/s pada Nosel *Rectangular* dan *Ellipse*

Gambar 10 menunjukkan bahwa bentuk nosel *rectangular* menghasilkan daya yang lebih besar dibandingkan bentuk *ellipse*. Semakin besar perbedaan jarak antara nosel dan sudu maka semakin kecil daya yang dihasilkan.

SIMPULAN DAN SARAN

1. Bentuk nosel *rectangular* dengan jarak terdekat 10 mm dari sudu (*runner*) dihasilkan putaran sebesar 65.6 RPM, debit aliran $0.000533 m^3/s$, dan daya $3.28472954 J/s$.
2. Putaran poros untuk nosel *rectangular* dengan jarak terjauh 50 mm dari sudu (*runner*) dihasilkan sebesar 26.4 RPM, dengan debit aliran $0.00042 m^3/s$, dan daya $1.60417337 J/s$.
3. Semakin kecil perbedaan jarak antara nosel *rectangular* terhadap sudu (*runner*) maka semakin besar putaran, debit aliran dan daya yang dihasilkan pada turbin *crossflow*.
4. Pada nosel *ellipse* dengan jarak terdekat 10 mm dari sudu (*runner*) dihasilkan putaran sebesar 82.5 RPM, debit aliran $0.000467 m^3/s$, dan daya $0.22905961 J/s$.
5. Bentuk nosel *ellipse* dengan jarak terjauh 50 mm dari sudu (*runner*) dihasilkan putaran sebesar 47.9 RPM, debit aliran $0.000333 m^3/s$, dan daya $0.08347653 J/s$.
6. Semakin besar perbedaan jarak antara nosel *ellipse* terhadap sudu (*runner*) maka semakin kecil putaran, debit aliran dan daya yang dihasilkan pada turbin *crossflow*.
7. Bilangan *reynolds* yang dihasilkan pada nosel bentuk *rectangular* dan *ellipse* adalah aliran turbulen.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fiuzat, A. A. and B. P. Akerkar, *Journal of Energy Engineering Crossflow Turbine*, ASCE, Vol. 117, No 2, 1991.
- [2] Blevins, D. Robert, *Applied Fluid Dynamics Handbook*, New York, 1984.
- [3] Jagdish, Lal, *Hydraulic Machine*, New Delhi : Metropolitan Book Co Private Ltd, 1975.
- [4] Durgin, W. W. and W. K. Fay, *Some Fluid Flow Characteristics of a Crossflow Type Hydraulic Turbine, Small Hydropower Fluid Machinery*, Winter Annual Meeting of A.S.M.E., New Orleans, 1984.
- [5] Haimerl, L.A, *The Cross Flow Turbine*. Jerman Barat, 1960.
- [6] Polagye, B., Cavagnaro, R., Niblick, A., *Cross-flow Turbine Performance Wake Characterization, Proceedings of the 1st Marine Energy Technology Symposium, METS13* April 10-11, 2013, Washington, D.C.
- [7] Bisen D, Shukla S.K, Sharma P.K, *Review Paper on Nozzle in Hydro Turbine, International Journal of Advance Technology in Engineering and Science*, Vol. 02, Issue 08, 2014