

SKRIPSI
RANCANG BANGUN TURBIN AIR ALIRAN
MELINTANG DENGAN VARIASI JUMLAH SUDU
PENGARAH ALIRAN UNTUK MENDAPATKAN
EFISIENSI YANG MAKSIMUM



Oleh:
TRI SUGANDI
030512451320317

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEPULUH NOPEMBER
JULI 2017

5
621.240 9.
T6
n
2018

107956



SKRIPSI
RANCANG BANGUN TURBIN AIR ALIRAN
MELINTANG DENGAN VARIASI JUMLAH SUDU
PENGARAH ALIRAN UNTUK MENDAPATKAN
EFISIENSI YANG MAKSIMUM



Oleh:
TRI SUGANDI
03051281320017

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018

SKRIPSI
RANCANG BANGUN TURBIN AIR ALIRAN
MELINTANG DENGAN VARIASI JUMLAH SUDU
PENGARAH ALIRAN UNTUK MENDAPATKAN
EFISIENSI YANG MAKSIMUM

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Sidang Sarjana Teknik Mesin
Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



OLEH:
TRI SUGANDI
03051281320017

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN TURBIN ALIRAN MELINTANG DENGAN VARIASI JUMLAH SUDU PENGARAH ALIRAN UNTUK MENDAPATKAN EFISIENSI YANG MAKSIMUM

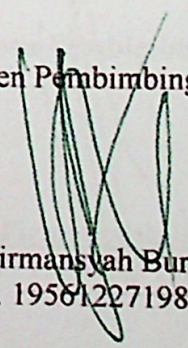
SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

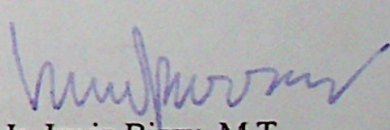
Oleh:

TRI SUGANDI
03051281320017

Dosen Pembimbing 1,


Ir. Firmansyah Burlan, M.T.
NIP. 195812271988111001

Palembang, Januari 2018
Dosen Pembimbing 2,


Ir. Irwin Bizzy, M.T.
NIP. 196005281989031002


Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin


Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001

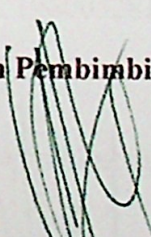
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI

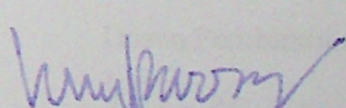
NAMA : TRI SUGANDI
NIM : 03051281320017
JURUSAN : TEKNIK MESIN
BIDANG STUDI : KONVERSI ENERGI
JUDUL SKRIPSI : RANCANG BANGUN TURBIN AIR ALIRAN
MELINTANG DENGAN VARIASI JUMLAH
SUDU PENGARAH ALIRAN UNTUK
MENDAPATKAN EFISIENSI YANG
MAKSIMUM
DIBUAT TANGGAL : JULI 2017
SELESAI TANGGAL : DESEMBER 2017

Dosen Pembimbing 1,

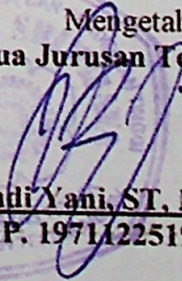

Ir. Firmansyah Burlian, M.T.
NIP. 195612271988111001

Palembang, Januari 2018
Diperiksa dan disetujui oleh

Dosen Pembimbing 2,


Ir. Irwin Bizzy, M.T.
NIP. 196005281989031002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin


Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

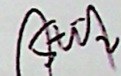
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “RANCANG BANGUN TURBIN AIR ALIRAN MELINTANG DENGAN VARIASI JUMLAH SUDU PENGARAH ALIRAN UNTUK MENDAPATKAN EFISIENSI YANG MAKSIMUM” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 28 Desember 2017.

Palembang, Januari 2018.

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

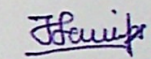
Ketua:

1. Astuti, S.T, M.T.
NIP. 197210081998022001

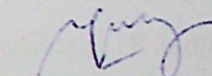
( 15/1 - 2018)

Anggota:

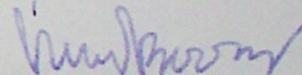
1. Dr. Dewi Puspitasari, S.T., M.T.
NIP. 197001151994122001

( 15/1 - 2018)

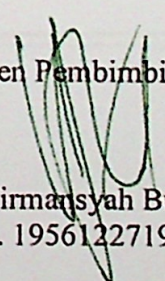
2. Ir. Hj. Marwani, M.T.
NIP. 196503221991022001

( 15/1 - 2018)

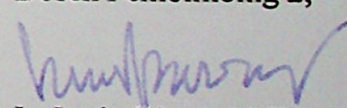
3. Ir. Irwin Bizzy, M.T.
NIP. 196005281989031002

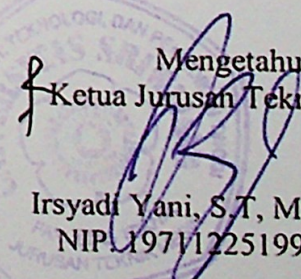
()

Dosen Pembimbing 1,


Ir. Firmansyah Burlian, M.T.
NIP. 195612271988111001

Dosen Pembimbing 2,


Ir. Irwin Bizzy, M.T.
NIP. 196005281989031002


Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyad Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Tri Sugandi

NIM : 03051281320017

Judul : Rancang Bangun Turbin Air Aliran Melintang Dengan Variasi
Jumlah Sudu Plengarah Aliran Untuk Mendapatkan Efisiensi Yang
Maksimum.

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Foto ukuran 4 x 6
Berwarna

Latar belakang biru
untuk Pria dan
merah untuk
wanita

Palembang, 18 Januari 2018

Materai Rp.6000

Tri Sugandi

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Tri Sugandi

NIM : 03051281320017

Judul : Rancang Bangun Turbin Air Aliran Melintang Dengan Variasi
Jumlah Sudu Pengarah Aliran Untuk Mendapatkan Efisiensi Yang
Maksimum

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 18 Januari 2018

Tri Sugandi
NIM. 03051281320017

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT karena dengan rahmat dan karunia-Nya, proposal skripsi yang berjudul “RANCANG BANGUN TURBIN AIR ALIRAN MELINTANG DENGAN VARIABEL JUMLAH SUDU PENGARAH ALIRAN UNTUK MENDAPATKAN EFISIENSI YANG MAKSIMUM”

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan skripsi ini tentunya penulis tidak bekerja sendiri, akan tetapi mendapat bantuan serta dukungan dari orang lain, secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak terkait, antara lain:

1. Orang tua saya yang selalu mendukung dan mendoakan saya agar pembuatan skripsi ini berjalan dengan lancar dan tepat waktu.
2. Bapak Ir. Firmansyah Burlian, M.T. yang merupakan dosen pembimbing I penyusunan proposal skripsi ini.
3. Bapak Ir. Irwin Bizzy, M.T. yang merupakan dosen pembimbing II selama penyusunan proposal skripsi ini.
4. Intan Permata Sari yang telah membantu saya selama mengerjakan skripsi.
5. Mario Kusnovaldi dan Irfan Kurniawan S.T yang telah membantu saya dengan ilmu yang berguna sebelum menyusun skripsi ini.
6. Bapak Gunawan S.T., M.T. selaku pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dan motivasi dalam kegiatan perkuliahan.
7. Semua angkatan 2013 teknik mesin kampus palembang.

Penulis berharap proposal ini dapat memberikan manfaat kepada siapapun yang membacanya.

Palembang, Januari 2018

Tri Sugandi

RINGKASAN

RANCANG BANGUN TURBIN AIR ALIRAN MELINTANG DENGAN VARIASI JUMLAH SUDU PENGARAH ALIRAN UNTUK MENDAPATKAN EFISIENSI YANG MAKSIMUM

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, 26 Desember 2017

Tri Sugandi; Dibimbing oleh Ir. Firmansyah Burlian M.T., dan Ir. Irwin Bizzy M.T.

Design Flow Building Turbine With Variation Number Of Flower Treatment To Get Maximum Efficiency.

xxvii + 42 halaman, 2 tabel, 27 gambar, 6 lampiran

RINGKASAN

Wilayah provinsi Sumatera Selatan memiliki luas daerah seluruhnya sekitar 87.017.42 km² dan terletak diantara 1° - 4° lintang selatan, 102° - 106° Bujur Timur. Sumatera Selatan yang dikenal sebagai daerah perairan mempunyai sungai-sungai besar dengan sumber daya air yang melimpah, sumber daya air ini bersumber dari 9 sungai besar utama, yaitu Sungai Musi, dan sungai lainnya. (Kadin Indonesia, 2011). Turbin adalah alat yang digunakan untuk mengubah suatu energi menjadi energi yang lain. Turbin mengubah energi yang berasal dari alam, contohnya angin, air dan gas yang diubah menjadi energi yang dapat dimanfaatkan bagi kehidupan sehari-hari. Salah satu contohnya adalah turbin air. Turbin Impuls adalah turbin air yang mengubah energi yang berasal dari alam contohnya adalah pohon kelapa yang mempunyai nilai massa benda, ketinggian benda, dan percepatan gravitasinya diubah menjadi energi yang memiliki tekanan karena benda tersebut berjalan atau memiliki kecepatan (bergerak). Aliran air pada saat meninggalkan nosel mempunyai tekanan sama. Turbin reaksi adalah Turbin ini menghasilkan putaran yang berasal dari tekanan benda atau massa gas suatu benda tersebut. Turbin ini lebih cocok digunakan untuk *head* yang rendah dan aliran tinggi dari pada turbin *impulse*. Penelitian turbin air aliran melintang, telah dirancang sebuah sudu dengan bahan paralon (PVC). Dengan membandingkan variasi jumlah sudu 8, 10, 12 untuk mendapatkan efisiensi yang maksimum. Peralatan uji laboratorium Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro atau PLTMH untuk memanfaatkan energy terbarukan yang bersumber dari air berkapasitas 7 liter per menit dengan sumber air dari sebuah pompa yang berkecepatan 7,3 m/s. Diameter turbin 20 cm dan jumlah sudu 8, 10, 12 buah. digerakkan oleh sebuah penggerak mula motor bakar satu silinder, poros turbin air dihubungkan dengan sebuah sabuk poros generator yang menghasilkan AC diubah ke arus DC. Hasil pengujian ini dengan variasi jumlah sudu 8 menghasilkan daya sebesar 28 W, putaran sudu sebesar 311 rpm, dan efisiensi sebesar 11,5%, jumlah sudu 10 menghasilkan daya sebesar 45,7 W, putaran sudu sebesar 321 rpm, dan efisiensi sebesar 18,7%. jumlah sudu 12 menghasilkan daya

sebesar 60 W, putaran sudu sebesar 321 rpm, dan efisiensi sebesar 24,6%. Jumlah sudu dan sudut sudu sangat mempengaruhi daya dan efisiensi turbin air.

Kata Kunci: Daya Listrik, Putaran Sudu, Efisiensi, Mikrohidro, Jumlah Sudu, Turbin, Efisiensi

Kepustakaan : 10 (1995-2017)

SUMMARY

DESIGN FLOW BUILDING TURBINE WITH VARIATION NUMBER OF FLOWER TREATMENT TO GET MAXIMUM EFFICIENCY

Final Project, 26th December 2017

Tri Sugandi; supervised by Ir. Firmansyah Burlian M.T., and Ir. Irwin Bizzy M.T.

Rancang Bangun Turbin Aliran Melintang Dengan Variasi Jumlah Sudu Pengarah Aliran Untuk Mendapatkan Efisiensi Yang Maksimum

xxvii + 42 pages, 2 tables, 27 pictures, 6 attachments

SUMMARY

The province of South Sumatra has a total area of approximately 87,017.42 km² and lies between 1° - 4° south latitude, 102° - 106° East Longitude. South Sumatra, known as aquatic area, has large rivers with abundant water resources, these water resources are sourced from 9 major major rivers, the Musi River, and other rivers. (Kadin Indonesia, 2011). Turbine is a tool used to convert an energy into another energy. Turbines change the energy that comes from nature, for example wind, water and gas are converted into energy that can be utilized for everyday life. One example is a water turbine. Impulse turbine is a water turbine that converts energy from natural origin such as coconut trees that have a mass value of the object, the height of the object, and the acceleration of gravity is converted into energy that has pressure because the object is running or has a speed (move). The water flow at the time of leaving the nozzle has the same pressure. Reaction turbine This turbine produces a spin derived from the object's pressure or the gas mass of an object. This turbine is more suitable for low head and high flow than impulse turbine. Research on transverse flow water turbines has designed a blade with a parallel material (PVC). By comparing the variation of the blade quantities 8,10,12 to obtain maximum efficiency. Laboratory test equipment for Micro Hydro Power Plant or PLTMH to utilize renewable energy sourced from water with a capacity of 7 liters per minute with a water source from a pump with a speed of 7.3 m / s. Turbine diameter 20 cm and total blade 8,10,12 pieces. driven by a prime-motor drive of a single cylinder engine, a water turbine shaft is connected to a generator axle belt that produces AC converted to DC current. The results of this test with the variation of the number of blades 8 produces 28 W of power, the rotation of the blade of 311 rpm, and the efficiency of 11.5%, the number of 10 blades produces 45.7 W, the blade rotation of 321 rpm, and the efficiency of 18, 7%. the number of 12 blades produces a power of 60 W, the blade spin at 321 rpm, and an efficiency of 24.6%. The amount of blade and angle of the blade greatly affect the power and efficiency of the water turbine.

Keywords: Electrical Power, Turning Blade, Efficiency, Microhydro, Amount blades, turbines.

Citations: 10 (1995-2017)

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan.....	iii
Halaman Agenda	v
Halaman Persetujuan.....	vii
Halaman Pernyataan Integritas.....	ix
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	xi
Kata Pengantar	xiii
Ringkasan	xv
Summary	xvii
Daftar Isi.....	xix
Daftar Gambar	xxiii
Daftar Tabel.....	xxv
Daftar Lampiran	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Potensi Air Sumatera Selatan.....	5
2.2. Turbin Air.....	5
2.3. Jenis-Jenis Turbin Air	6
2.3.1. Turbin Impulse (aksi)	6
2.3.2. Turbin Reaksi	8
2.4. Karakteristik Turbin Air Aliran Melintang (Cross Flow)	10
2.4.1. Keunggulan Turbin Air Tipe Aliran Melintang	10
2.5. Daya Air dan Turbin.....	11
2.6. Persamaan- Persamaan Matematika	13

2.7. Pipa PVC	15
---------------------	----

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian.....	17
3.2. Diagram Alir Penelitian.....	18
3.3. Alat Yang Digunakan.....	19
3.3.1. Desain Alat Uji	19
3.3.2. Segitiga Kecepatan.....	20
3.3.3. Tes Turbin Air.....	21
3.3.4. Deskripsi Fungsi Masing-Masing Alat Uji	21
3.4. Pembuatan Sudu Turbin Air.....	22
3.5. Alat Yang Digunakan.....	22
3.5.1. Desain Pengujian	22
3.5.2. Tachometer	23
3.5.3. Inverter.....	23
3.5.4. Aki.....	24
3.6. Prosedur Pengujian.....	24
3.7. Data Hasil Pengujian	25

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Pengujian	27
4.2 Pengolahan Data	27
4.2.1 Kecepatan Sudut Pada Putaran	28
4.2.2 Kecepatan Tangensial Sudu.....	28
4.2.3 Daya Turbin	28
4.2.4 Daya Air.....	28
4.2.4 Daya Listrik	29
4.2.4 Efisiensi Turbin.....	29
4.3 Hasil dan Pembahasan.....	30
4.3.1 Perbandingan Variasi Jumlah Sudu Terhadap Daya Turbin.....	30
4.3.2 Perbandingan Variasi Jumlah Sudu Terhadap Efisiensi	31

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	33
5.2 Saran.....	33

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Turbin Pelton	7
Gambar 2.2. Turbin Cross Flow.....	7
Gambar 2.3. Turbin Turgo	8
Gambar 2.4. Turbin Francis	9
Gambar 2.5. Turbin Kaplan.....	9
Gambar 2.6. Efisiensi Beberapa Jenis Turbin Dan Pengurangan Debit.....	11
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	18
Gambar 3.2. Pendesainan Sudu Turbin Berbahan Paralon	19
Gambar 3.3. Kecepatan Pada Sudut Sudu 30°	20
Gambar 3.4 Skematik Alat Uji PLMTH Skala Laboratorium.....	21
Gambar 3.5. Tachometer	23
Gambar 3.6. Inverter	23
Gambar 3.7. Aki	24
Gambar 4.1. Perbandingan Jumlah Sudu Terhadap Daya.....	30
Gambar 4.2. Variasi Jumlah Sudu Terhadap Daya	31

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Data Hasil Pengujian Turbin Air Aliran Melintang Dengan Variasi Jumlah Sudu	24
Tabel 4.2. Pengolahan Data.....	29

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A Foto Foto Alat Dan Bahan Pengujian	37

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu energi alternatif yang dikembangkan yaitu energi air. Air adalah salah satu energi yang dapat menyimpan energi yang sangat besar dan dapat dimanfaatkan menjadi energi listrik. Energi air termasuk energi terbarukan. Energi air adalah energi yang secara cepat dapat diproduksi kembali melalui proses alam, melalui siklus hidrologi bumi air dapat mengisi ulang secara terus menerus. Turbin air banyak memanfaatkan air yang berasal dari alam dan curah hujan yang tinggi. Salah satu jenis turbin air yang digunakan ialah tipe aliran melintang. Kelebihan utama turbin ini yaitu memiliki efisiensi rata-rata lebih tinggi mencapai 82% dan dapat menghemat biaya (Haimeri, L.A.,1960).

Indonesia yang memiliki wilayah iklim tropis memiliki curah hujan yang tinggi dan potensi aliran sungainya dapat dikembangkan sebagai salah satu pembangkit tenaga listrik. Turbin air memiliki prospek yang sangat baik untuk diaplikasikan sebagai sumber energi alternatif yang lebih ramah lingkungan dan hemat biaya. Oleh karena itu, judul tugas akhir adalah **“RANCANG BANGUN TURBIN ALIRAN MELINTANG DENGAN VARIASI JUMLAH SUDU PENGARAH ALIRAN UNTUK MENDAPATKAN EFISIENSI YANG MAKSIMUM”**.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Potensi sumber air di Provinsi Sumatera Selatan cukup besar.
2. Kebutuhan akan listrik untuk daerah pedesaan yang belum memiliki listrik tetapi mempunyai potensi sumber air di desanya.
3. Diperlukannya sebuah peralatan yang mampu mengubah potensi sumber air menjadi listrik.
4. Merancang sebuah turbin air tipe aliran melintang yang murah, sederhana, dan efisien.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Menggunakan peralatan tes turbin air dengan skala laboratorium yang ada di laboratorium Konversi Energi II Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Unsri.
2. Menggunakan turbin air tipe aliran melintang (*Cross Flow*).
3. Memakai bahan paralon dalam pembuatan rancang bangun sudu turbin air skala mini.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Rancang bangun turbin air tipe aliran melintang berbahan paralon
2. Menganalisis efisiensi turbin air aliran melintang dengan variable jumlah sudu.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah

1. Sebagai referensi penelitian selanjutnya.
2. Mendapatkan ilmu dan pengetahuan mengenai pengembangan teknologi. Yaitu teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) dengan mengembangkan dan memanfaatkan energi air tanpa ketinggian jatuhnya air sebelum menabrak permukaan sudu turbin.

DAFTAR PUSTAKA



- Bappeda Sumsel. <http://www.bappeda.sumselprov.go.id>. Diakses 8 September 2017.
- Bizzy, Irwin., Astuti, 2012. Pembangkit Listrik Tenaga Hidro Mikrohidro (PLTMH) Sudu Lurus dan Melengkung Skala Laboratorium, Palembang : Seminar Nasional AVoER fV 2012 Fakultas Teknik Unsri.
- Budiman, Arif, 2012. Perancangan dan Pengujian Turbin Mikrohidro Aliran Lintang (*CrossFlow*) untuk Menghasilkan Listrik Ramah.
- Dietzel, Fritz, Sriyono, Dakso (Penerjemah), 1992. Turbin, Pompa, dan Kompresor. Jakarta. Erlangga.
- Haimerl, L.A, 1960. *The Cross Flow Turbine*, Jerman Barat.
- Hariwijaya, M. dan Djaelani, Bisri M. 2011. Panduan Menyusun Skripsi dan Tesis. Yogyakarta: SIKLUS Hangar Kreator.
- J. D. McKinney, EG&G Idaho dkk, 1983. *Microhydropower Handbook Vol 1*. Idaho.
- Kadin Indonesia. <http://www.kadin-indonesia.or.id/potensi-daerah/23210085324/Potensi-Daerah-Sumatera-Selatan>. Diakses 7 September 2017.
- Kaprawi., Firmansyah., Barlin., Firdaus, Aneka., Santoso, Dyos., Astuti, 2011. Pengaruh Geometri Sudu Terhadap Kinerja Turbin Air Darrieus Untuk Aliran Sungai.
- Lal, Jagdish, 1975. *Hydraulic Machine*. New Delhi.
- Linsley, Pratinzi dan Djoko sasongko, *Teknik Sumber Daya Air*. Jakarta: Erlangga, 1986.
- Masduki. 1984. *Diktat Turbin Air*. Fakultas Teknik Unibraw. Malang.
- Nafis, Subhan. 2008. *Skripsi Pemilihan Tipe Turbin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)*.
- Ohoirenan. W, Wahyudi. S, dan Sutikni, D, (2012). "pengaruh variasi jumlah sudu terhadap kinerja turbin air". Prosiding Seminar Nasional Science, Engineering dan Technology, Brawijaya Malang.
- O. F. Patty. *Tenaga Air*. Erlangga. Jakarta, 1995.
- Pipaku. <https://pipaku.com/category/pipa-pvc/>. Diakses 9 September 2017
- Pritchard, Philip J, 2011. Fox And McDonald's Introduction To Fluid Mechanics. USA.

- Rifai, Bakhtiar. 2007. Skripsi Redesain Turbin Cross-Flow Pada Pembangkit Listrik Mikrohidro dengan $Q = 0,0086 \text{ m}^3/\text{s}$. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Sutarno, 1973. Sistem Listrik Mikro Hidro Untuk Kelistrikan Desa, Yogyakarta.
- Yusri, Roswaldi, Munarfi Alwys, Asmed, 2011. Rekayasa Turbin Air Jenis *Cross Flow* Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Jorong Lubuk Salasih, Kecamatan Gunung Talang, Kabupaten Solo.