

## **STUDY EXPERIMENTAL TURBIN ANGIN SAVONIUS 2 TINGKAT DENGAN PENAMBAHAN DRAG REDUCING PADA RETURNING BLADE (STUDI KASUS PADA 2 BLADE PERTINGKAT)**

**Abdurrohman Wachid**

S1Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
E-mail: abdurrohmanwachid@mhs.unesa.ac.id

**Indra Herlamba Siregar**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
E-mail:indrasiregar@unesa.ac.id

### **Abstrak**

Indonesia saat ini sedang mengalami krisis energi karena kebutuhan energi yang semakin besar. Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil setidaknya memiliki ancaman serius, oeh karena itu harus ada energi alternatif yaitu energi angin, energi surya dan lainnya. Karena indonesia kapasitas angin yang cukup besar maka dari itu peneliti bermaksud untuk mengembangkan energi angin dengan pembuatan turbin angin Savonius tipe-L. Penelitian ini mengembangkan turbin angin savonius dengan penambahan lubang (drag reducing) pada returning blade. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh drag reducing terhadap daya dan efisiensi yang dihasilkan oleh turbin angin. Untuk mencapai tujuan tersebut peneliti membuat turbin angin savonius 2 tingkat berdiameter  $1000\text{mm}^2$  dengan penambahan *Drag Reducing* pada *Returning Blade*, *Drag Reducing* dibuat dengan melubangi sudu turbin, dengan ukuran 100mm sebanyak 5 buah lubang dengan jarak lubang 200mm, lubang terletak tegak lurus pada lengkungan sudu. Jumlah variasi lubang digunakan untuk mencari kinerja terbaik yang dapat dihasilkan oleh turbin angin. Untuk proses pengujian lubang dibuka secara bergantian mulai dari 1-5 lubang. Adapun urutan proses penelitian sebagai berikut : lubang 1 terbuka pada urutan ke(3), lubang 2 pada urutan ke (2 dan 4), lubang 3 pada urutan ke (2,3,dan 4), lubang 4 pada urutan ke (1,2, dan 4,5), dan lubang 5 seluruh lubang terbuka semua. Penelitian dilakukan pada kondisi angin dilapangan, kecepatan angin diukur dengan *Anemometer*, putaran poros diukur dengan *Tacho meter*, dan daya elektrik turbin diperoleh dari *Avometer* digital yang dihasilkan dari generator terhubung dengan poros trubin angin savonius. Hasil yang diperoleh dari penelitian adalah penambahan jumlah variasi *DragReducing* pada *Returning Blade* berpengaruh pada kinerja turbin angin savonius akan tetapi tidak semua jumlah variasi *Drag Reducing* bekerja efektif pada trbuin angin. Terbukti dengan hasil yang diperoleh, jumlah variasi bukaan 3 *Drag Reducing* lebih efektif dibandingkan turbin angin tanpa *Drag Reducing* maupun jumlah variasi *Drag Reducing* yang lainnya. Hal ini ditandai pada jumlah Variasi 3 *Drag Reducing* memperoleh hasil tertinggi pada Nilai TSR sebesar 1,03, daya elektrik 5,61 (w) dan efisiensi *Overall* sebesar 4,85%.

**Kata kunci:**Energi angin, *vertical axis*, turbin angin *savonius*, *Drag Reducing*.

### **Abstract**

Indonesia is currently experiencing an energy crisis due to the increasing energy demands. Dependence on fossil fuels has a serious threat, therefore there must be alternative energy like wind energy, solar energy, etc. The researcher intends to develop wind energy by making L-type Savonius wind turbine because Indonesia has a large enough wind capacity. This research develops wind turbine savonius with drag reducing at returning blade. The purpose of this research is to know the effect of drag reducing on power and efficiency produced by wind turbine. To achieve this goal, the researcher made 2-storey savory turbine diameter  $1000\text{mm}^2$  with the addition of *Drag Reducing on Returning Blade*, *Drag Reducing* made by punching turbine blade, with size of 100mm as many as 5 holes with 200mm hole spacing, hole located perpendicular on the bend of the blade. The number of hole variations is used to find the best performance that wind turbines can produce. For hole testing process is opened alternately ranging from 1-5 holes. The sequence of the research process is as follows: the first hole opens at the third sequence (3), the second hole opens at the second and forth sequence (2 and 4), the third hole opens at the second, third and forth sequence to (2,3, and 4), the forth hole opens at the first, second, and forth, fifth sequence (1, 2, and 4.5), and the fifth hole opens all the holes. The research was conducted on wind conditions in the field, wind speed measured with *Anemometer*, shaft rotation measured with *Tacho meter*, and electric power turbine obtained from digital *Avometer* generated from generator connected with wind axis of savonius. The results obtained from the research is the addition of the number of variations *Drag Reducing on Returning Blade* effect on the performance of wind turbine savonius but not all of the variation *Drag Reducing* works effectively on wind turbin. Proven with the results obtained, the number of variations of *Drag Reducing* 3 aperture is more effective than wind turbines without *Drag Reducing* and the number of

the other variations of Drag Reducing. It is marked on the number of Variations Drag Reducing 3 has the highest result on TSR value of 1.03, electrical power 5.61 (w) and Overall efficiency of 4.85%.

Keywords: Wind energy, vertical axis, wind turbine savonius, Drag Reducing

## PENDAHULUAN

Ketahanan energi dunia sekarang menunjukkan penurunan khususnya energi fosil. Di masa depan kebutuhan energi semakin besar di sebabkan laju pertumbuhan jumlah penduduk. Jika tidak di temukan alternatif energi baru maka akan terjadi krisis energi. Beberapa tempat di indonesia sudah mengalami krisis energi yang parah, sehingga pemadaman listrik sering terjadi khususnya di luar pulau jawa.

Pada perkembangan energi di masa depan harus ramah lingkungan. Diantaranya adalah energi angin, Potensi angin yang dapat di konversi atau di transfer ke dalam bentuk energi lain seperti listrik. Di dalam sistem konversi energi angin terdapat dua tantangan besar yaitu efisiensi energi keseluruhan, dan fluktuasi kecepatan arah angin.

*Vertical Axis Wind Turbin* (VAWT) merupakan turbin angin sumbu tegak yang gerakan poros dan rotor sejajar dengan arah angin, sehingga rotor dapat berputar pada semua arah angin. *Vertical Axis Wind Turbin* (VAWT) terbagi menjadi dua, yaitu: Savonius dan Darrieus. Turbin Savonius memanfaatkan *gayadrag* sedangkan Darrieus memanfaatkan gaya *lift*.

Turbin angin savonius merupakan salah satu jenis turbin angin yang dapat di manfaatkan untuk menghasilkan energi listrik, turbin angin savonius ini cukup sederhana dan praktis tidak terpengaruh oleh arah angin. Turbin angin savonius mengkonversikan energi angin menjadi energi mekanis dalam bentuk gaya dorong (*drag force*), sebagian sudu mengambil energi angin disebut *downwind* sedangkan sudu yang melawan angin disebut *upwind*. Energi angin yang memutar turbin angin diteruskan untuk memutar rotor pada generator dibagian bawah turbin angin. (Blakwell, 1997.).

Penelitian sistem konversi energi angin kecepatan rendah belum banyak dilakukan di indonesia, padahal ada beberapa lokasi yang mempunyai kecepatan angin rendah secara kontinyu yang dapat digunakan sebagai pembangkit listrik. Di samping itu, angin merupakan sumber energi yang dapat diperbarui (*renewble*), sehingga pemanfaatan sistem konversi energi angin akan berdampak positif terhadap lingkungan.

Penelitian tentang turbin angin savonius di lakukan oleh Marizka Lustia Dewi (2010) dengan judul “*analisis kerja turbin angin poros vertikal dengan modifikasi rotor savonius L untuk optimasi kinerja turbin*”. Hasil penelitian nilai TSR maksimum turbin

untuk setiap turbin savonius L modifikasi terjadi ketika kecepatan angin sebesar 4,6 m/s

Siregar dkk (2014) telah meneliti pengaruh jumlah bilah pada turbin angin Savonius, hasil memaparkan bahwa jumlah bilah 2 lebih baik daripada jumlah bilah tiga pada turbin angin savonius.

Penelitian tentang turbin angin savonius dilakukan oleh Kamoji M.A dkk, dengan judul “*experimental investigations on two and three stage modified savonius rotor*”. Model turbin angin dengan satu tingkat, dua, dan tiga tingkat tanpa poros antara plat ujung. Hasil penelitian menunjukkan turbin angin savonius dua tingkat memiliki rasio aspek rotor sebesar 0,7 (aspek rasio per tingkat 0,35) dan 1,4 (aspek rasio per tingkat 0,7). Untuk tiga tingkat mempunyai karakteristik kinerja rotor dengan rasio aspek rotor 0,7 dan 2,1 (aspek rasio per tingkat 0,23 dan 0,7).

Siregar dkk (2016) meneliti kombinasi bilah savonius dengan Darrieus dalam satu tingkat dengan atau tanpa pengaruh angin, penambahan pengaruh angin pada kombinasi ini mampu meningkatkan efisiensi sebesar 150 % daripada kombinasi bilah tanpa pengaruh angin.

Andi Yasa dkk (2018) melakukan pengujian pada model turbin angin Savonius dengan penambahan *fix reducing* pada bilah, dimana dengan penambahan *fix reducing* mampu meningkatkan efisiensi hingga 12,71 % daripada bila tanpa *fix reducing*.

Feri Hidayatullah dkk (2017) melakukan penelitian turbin angin savonius tipe J dua tingkat dengan erbahan sudut lengkung pada kondisi angin real. Hasil penelitian memaparkan bahwa sudut lengkung 125 derajat menghasilkan kinerja terbaik.

Dari latar belakang di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang study kasus turbin angin savonius dua tingkat dengan penambahan *drag reducing* pada *returning blade* (2 blade per tingkat) pada kondisi angin real.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui daya yang dihasilkan oleh Turbin Angin Savonius dua tingkat dengan penambahan *Drag reducing*.

Manfaat penelitian ini adalah memberikan wawasan sebagai bahan pertimbangan untuk mengaplikasikan turbin angin savonius dua tingkat dengan penambahan *drag reducing* pada *returning blade*

## METODE

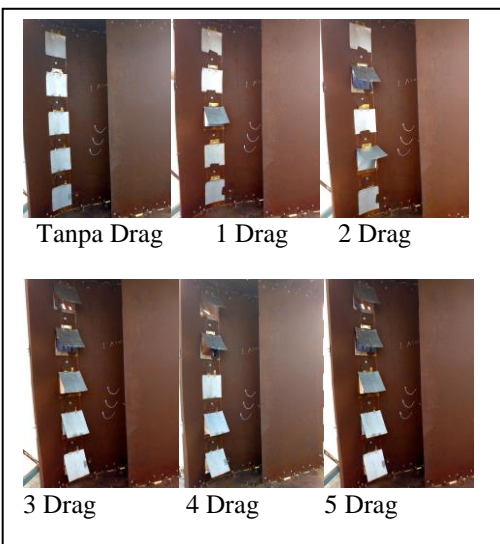
Metodologi yang dilakukan ini adalah metodologi eksperimental. Kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi perancangan turbin savonius dua tingkat yang terdiri dari dua blade peringkat dengan modifikasi penambahan drag reducing pada returning blade, pembuatan turbin, set up alat, dan pengambilan data.

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

- Variabel bebas

Variable bebas (independent variable) adalah variabel yang menyebabkan atau mempengaruhi, yaitu faktor-faktor yang diobservasi. Variabel bebas pada penelitian

ini adalah jumlah luasan drag reducing pada returning blade.



Gambar 1. Variasi Bukaan *Drag Reducing*

- Variabel terikat

Variabel terikat (dependent variable) adalah faktor-faktor yang diobservasi dan diukur untuk menentukan adanya pengaruh dari variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini adalah rotasi rotor per menit dan arus, voltase yang dikeluarkan oleh turbin.

- Variabel kontrol

Variabel kontrol merupakan variabel yang dapat dikendalikan sehingga pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat tidak dipengaruhi oleh faktor-faktor lain yang tidak termasuk dalam penelitian. Variabel kontrol dalam penelitian dan eksperimen ini adalah jumlah blade peringkat.

## Alat dan Instrumen penelitian



Gambar 2. Turbin angin

spesifikasi Turbin Angin :

- savonius Tipe L
- dua tingkat
- 4 Blade
- Diameter turbin angin 2000 mm
- Tinggi Turbin Angin 4000 mm
- Drag Reducing 100 x 100 mm
- Jumlah Drag Reducing 20 buah

## Teknik Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini diperoleh dengan cara melakukan eksperimen melalui pengujian terhadap obyek yang akan diteliti dan mencatat data-data yang diperlukan. Data yang diperlukan adalah kecepatan angin, pengaruh *drag reducing* pada returning blade, dan daya yang dihasilkan generator.

## Teknik Analisis Data

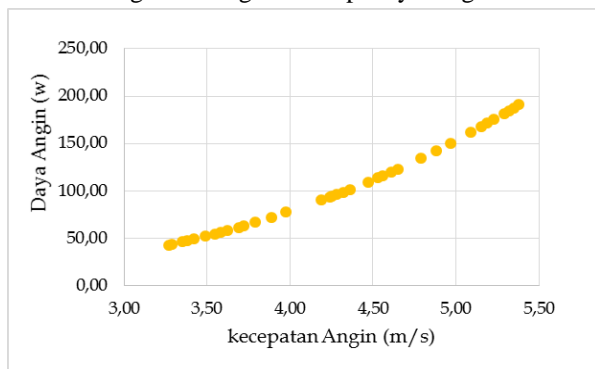
Penelitian ini menggunakan metode deskriptif. Tujuan penggunaan metode deskriptif yaitu mendeskripsikan hasil-hasil yang diperoleh setelah dilakukan penelitian. Data yang diperoleh dari turbin angin savonius tipe-L dua tingkat dikatakan efektif jika:

Data yang diperoleh dari eksperimen dimasukan ke dalam tabel, dan ditampilkan dalam bentuk grafik yang kemudian akan dianalisis dan ditarik kesimpulan.

- Kecepatan angin semakin kencang sehingga turbin bisa berputar lebih cepat.
- Penambahan *drag reducing* pada returning blade mampu menghasilkan daya dan efisiensi yang optimal.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

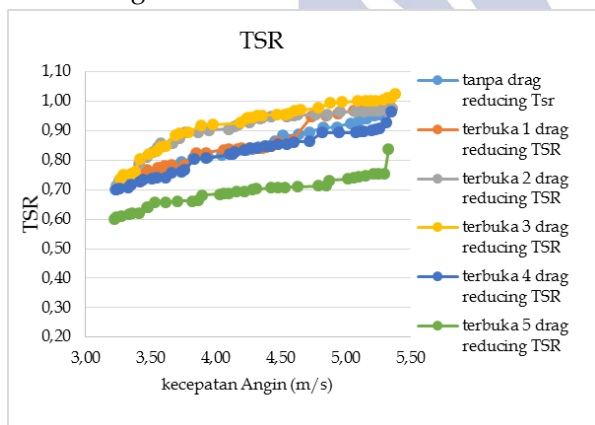
### Variasi Drag Reducing Terhadap Daya Angin



Gambar 3. grafik hubungan kecepatan angin dengan daya angin

Berdasarkan gambar 3 kecepatan angin kondisi daya yang dihasilkan turbin, jika kecepatan angin semakin tinggi daya angin yang dihasilkan oleh turbin angin juga semakin besar.

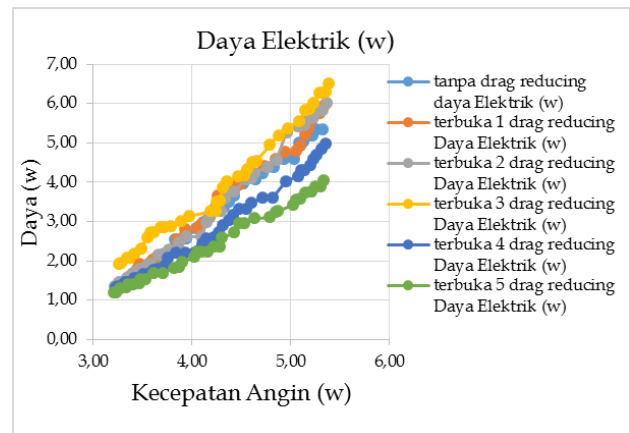
### Variasi *Drag Reducing* Terhadap Nilai TSR pada Turbin Angin Savonius



Gambar 4. Grafik Nilai TSR pada keseluruhan kecepatan Angin

Gambar 4 menunjukkan grafik perbandingan nilai TSR yang dihasilkan dari turbin angin dengan jumlah variasi lubang *Drag Reducing* dan tanpa lubang *Drag Reducing*. Peningkatan nilai TSR tidak terjadi secara signifikan semakin tinggi kecepatan angin semakin tinggi hasil TSR yang didapatkan. Jumlah Variasi lubang *Drag Reducing* juga berpengaruh terhadap peningkatan nilai TSR, terlihat pada grafik diatas jumlah variasi 3 lubang *Drag Reducing* mendapatkan hasil rata-rata Nilai TSR tertinggi pada setiap kecepatan Angin, dibandingkan dengan Turbin Angin tanpa *Drag Reducing*.

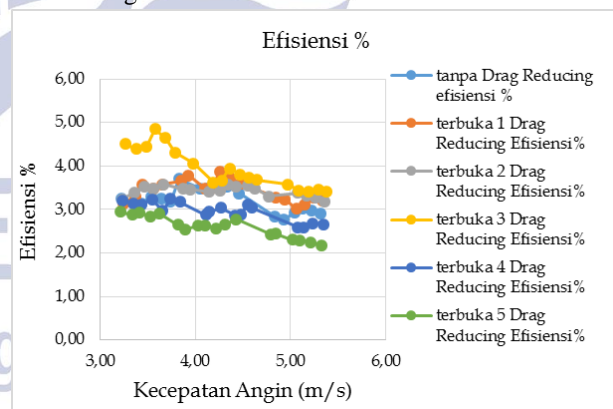
Variasi *Drag Reducing* Terhadap Daya Listrik yang Dihasilkan oleh Turbin Angin



Gambar 5. Grafik Daya Listrik yang dihasilkan oleh turbin angin Savonius pada keseluruhan kecepatan angin.

Gambar 5 menunjukkan perbandingan peningkatan daya listrik yang dihasilkan turbin angin savonius dengan jumlah variasi lubang *Drag Reducing* dan tanpa lubang *drag reducing*. Peningkatan terjadi tidak secara signifikan semakin tinggi kecepatan angin semakin tinggi daya listrik yang dihasilkan. Daya listrik dihasilkan dari output putaran poros turbin yang dihubungkan dengan generator. Terlihat pada grafik diatas, perbandingan peningkatan daya listrik berdasarkan jumlah variasi lubang *drag reducing*, dimana jumlah variasi 3 lubang *Drag Reducing* menghasilkan rata-rata nilai daya listrik tinggi dibandingkan turbin angin tanpa *Drag Reducing*.

### Variasi *Drag Reducing* terhadap Efisiensi Overall Turbin Angin Savonius



Gambar 6. Grafik Efisiensi Overall pada keseluruhan Kecepatan Angin.

Gambar 6. menunjukkan perbandingan nilai efisiensi Overall yang dihasilkan oleh turbin angin dengan jumlah variasi lubang *Drag Reducing* dan tanpa lubang *Drag Reducing*. Efisiensi Overall dihasilkan dari perbandingan daya listrik dan daya angin. Efisiensi Tertinggi dihasilkan oleh kecepatan angin rendah, pada jumlah variasi 3 lubang *Drag Reducing*. Turbin angin ini di desain untuk kecepatan angin rendah.

## PENUTUP

### Simpulan

Setelah dilakukan penelitian terhadap eksperimen turbin angin dengan jumlah variasi *Drag Reducing* pada *Returning Blade* (study kasus 2 blade pertingkat). kinerja turbin angin savonius dua tingkat pada kondisi angin di lapangan dengan variasi *Drag Reducing* 1,2,3,4,5 kecepatan angin rata-rata 3-5 m/s dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Daya Tertinggi Turbin angin savonius 2 tingkat dengan *Drag Reducing* pada *Returning Blade* terdapat pada Jumlah variasi 3 *Drag Reducing* sebesar 190,76 watt dan (Pg) daya elektrik Generator 6,51 watt pada kecepatan angin 5,38 m/s dengan tip speed ratio ( $\lambda$ ) sebesar 1,03.
- Efisiensi Overall ( $\eta$ ) Turbin angin terbesar pada jumlah variasi 3 *Drag Reducing* sebesar 4,85% pada kecepatan angin 3,58 m/s.

### Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka penulis menyampaikan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya diharapkan:

- Untuk penelitian selanjutnya diharapkan untuk menggunakan variasi *Drag Reducing* dengan ukuran luasan *Drag* yang lebih kecil dan penggunaan material yang lebih ringan dan kuat dalam perencanaan turbin angin.
- Penelitian selanjutnya diharap mampu mengembangkan turbin angin dengan variasi drag reducing yang mampu berputar pada kecepatan angin rendah.
- Pengembangan sistem pemindah tenaga yang diteruskan ke generator agar meminimalisir gesekan dan diharap mampu meningkatkan kinerja turbin.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. "www://httprepository.usu.ac.id/bitstreamhandle.com, diakses 15 april 2017
- Farid, Ahmad. 2014. *Optimasi Daya Turbin Angin Savonius Dengan Variasi Celah dan Perubahan Jumlah Sudu*. Tegal: Universitas Pancasakti
- Hidayatulloh, Feri, and Indra Herlamba Siregar. "Pengaruh Perubahan Sudut Lengkung Blade Terhadap Kinerja Turbin Angin Savonius Tipe S Dua Tingkat Pada Kondisi Angin Real." *Jurnal Teknik Mesin* 5, no. 02 (2017).
- Kamoji, M., Kedare, S., Prabhu, S., 2008, Experimental investigations on Two and Three stage

modified Savonius rotor, *International Journal of Energy Research*, No.32, 877–895.

- Marizka 2010. *Analisis Kinerja Turbin Angin Poros Vertikal dengan Modifikasi Rotor Savoniu L untuk Optimasi Kinerja Turbin*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret
- Musyafa, Ali, dkk. 2013. *Rancang Bangun Turbin Angin Vertikal Jenis Savonius Dengan Variasi jumlah Stage Dan Phase Shift Angle Untuk Memperoleh Daya Maksimum*. Surabaya: Institute Teknologi Sepuluh November.
- Musyafa, Ali, dkk. 2013. *Rancang Bangun Turbin Angin Vertikal Jenis Savonius Dengan Variasi Jumlah Blade Terintegrasi Circular Shield Untuk Memperoleh Daya Maksimum*. Surabaya: Institute Teknologi Sepuluh November.
- Nasef.M.H, dkk. 2012 *An Experimental Study On Improvement of Savonius Rotor Performnace*. Mesir: Alexandria University.
- Prabhu, S.v, dkk. 2011. *Experimental Investigation On Two and Three Stage Modified Savonius Rotor*. India: Institute India Technology.
- Saha, K, dkk. 2014. *Wind Tunnel Experiments of a Newly Developed Two-Bladed Savonius-Style Wind Turbine*. India: India Institute of Technology Guwahati.
- Siregar Indra Herlamba, Fitrandi Robby Ilham (2014). *Karakteristik Turbin Angin Savonius 2 dan 3 Blade dengan Menggunakan Bantuan Guide Vane*, Universitas Negeri Surabaya.
- Siregar, Indra Herlamba, and Aris Ansori. "Performance of Combined Vertical Axis Wind Turbine blade between airfoil NACA 0018 with Curve Blade with and without Guide vane." *International Journal of Scientific & Engineering Research* (2016).
- Yasa, A. and HERLAMBA SIREGAR, I.N.D.R.A., 2018. STUDI EKSPERIMENTAL MODEL TURBIN ANGIN SAVONIUS SATU TINGKAT DENGAN PENAMBAHAN FIX DRAG REDUCING. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 6(03).