

Sains Dan Teknologi

PEMANFAATAN TEKNOLOGI PENGOLAHAN LIMBAH SAYUR UNTUK MENINGKATKAN POTENSI DESA

Jati Widyo Leksono ¹, Agung Samudra ², Elly Indahwati ³,

Nanndo Yannuansa ⁴, Nailul Izzati ⁵

Dosen Teknik Universitas Hasyim Asy'ari Tebuireng Jombang

Abstrak

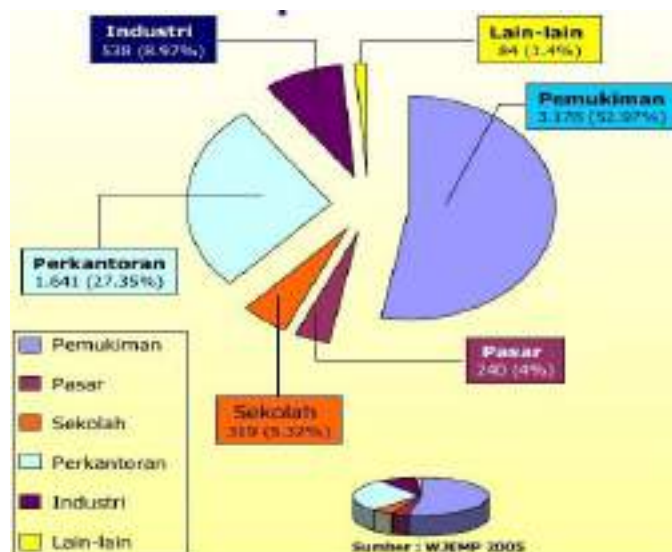
Sampah merupakan limbah yang mempunyai banyak dampak pada manusia dan lingkungan antara lain kesehatan, lingkungan, dan sosial ekonomi. Salah satu sampah atau limbah yang banyak terdapat di sekitar kita adalah limbah pasar. Limbah pasar merupakan bahan-bahan hasil sampingan dari kegiatan manusia yang berada di pasar dan banyak mengandung bahan organik.

Limbah sayuran berpotensi sebagai bahan pakan ternak, akan tetapi limbah tersebut sebagian besar mempunyai kecenderungan mudah mengalami pembusukan dan kerusakan, sehingga perlu dilakukan pengolahan untuk memperpanjang masa simpan serta untuk menekan efek anti nutrisi yang umumnya berupa alkaloid. Dengan teknologi pakan, limbah sayuran dapat diolah menjadi bahan pakan dalam bentuk seperti cairang, tepung dan silase yang dapat digunakan sebagai pakan ternak. Manfaat dari teknologi pakan antara lain dapat meningkatkan kualitas nutrisi limbah sebagai pakan, serta dapat disimpan dalam kurun waktu yang cukup lama sebagai cadangan pakan ternak saat kondisi sulit mendapatkan pakan hijauan.

Kata Kunci : *Pengolah Limbah, Teknologi, Potensi Desa*

1. PENDAHULUAN

Limbah sayuran pasar merupakan bahan yang dibuang dari usaha memperbaiki penampilan barang dagangan berbentuk sayur mayur yang akan dipasarkan. Selama ini limbah sayuran pasar menjadi sumber masalah bagi upaya mewujudkan kebersihan dan kesehatan masyarakat. Selain mengotori lingkungan, limbah sayuran pasar dengan sifatnya yang mudah membusuk, mengakibatkan pencemaran lingkungan berupa bau yang tidak sedap.



Gambar 1. Asal Usul Limbah

Dari hasil kajian WJEMP di atas, menunjukkan bahwa limbah sampah yang berasal dari pasar sebanyak 4%. Selama ini pengolahan sampah organik hanya menitikberatkan pada pengolahan sampah organik menjadi pupuk kompos, padahal sampah dapat dikelola menjadi bahan bakar/sumber energi dan pakan ternak yang baik. Hal ini akan lebih bernilai ekonomis dan lebih menguntungkan. Bila sampah organik langsung dikomposkan maka produk yang diperoleh hanya pupuk organik. Namun bila diolah menjadi pakan, sampah tersebut dapat menghasilkan daging pada ternak dan pupuk organik dari kotoran ternak. Dengan demikian nilai tambah yang diperoleh akan lebih tinggi sekaligus dapat memecahkan pencemaran lingkungan dan mengatasi kekurangan pakan ternak. Membuat pakan dari sampah antara lain dapat dimulai dari pemisahan sampah organik dan anorganik, dilanjutkan dengan pencacahan, fermentasi, pengeringan, penepungan, pencampuran dan pembuatan pellet.

Secara letak geografis Sidokaton ini tepat di jalur lintas antar desa yang merupakan salah satu penyumbang sektor perekonomian di kecamatan Kudu. Sidokaton merupakan daerah yang sangat istimewa bagi kecamatan Kudu karena memiliki fasilitas perekonomian yang sangat penting, yaitu adanya Pasar Tapen.

Pasar Tapen merupakan pasar tradisional yang mana suatu tempat bertemunya penjual dan pembeli salah satu kebutuhan sehari-hari seperti bahan-bahan makanan berupa ikan, buah, sayur-sayuran, telur, daging, kain, pakaian barang elektronik, jasa dan lain-lain. Pencemaran lingkungan ini akan menyebabkan dampak yang negatif seperti pencemaran yang dihasilkan kendaraan, limbah yang dihasilkan sampah organik, dan lain-lain. Limbah pasar selama ini menjadi sumber masalah bukan hanya karena bau yang ditimbulkan tetapi juga karena limbah pasar dapat menjadi sarang/sumber penyakit dan sumber ketegangan sosial. Padahal tumpukan limbah dapat menjadi sumber nutrient yang kandungan protein kasar sayuran cukup tinggi, yaitu berkisar 15-24% dan serat kasar sebesar 5-38%, asalkan kita dapat mengelolanya dengan teknologi yang baik dan benar. Limbah organik saat ini bukan hanya digunakan untuk mendukung pertanian saja, tetapi juga dapat dimanfaatkan dalam bidang peternakan dan perikanan terutama limbah sayuran dan buah-buahan.

Limbah organik pasar apabila digunakan sebagai bahan baku memiliki beberapa keuntungan yaitu memiliki nilai ekonomis karena dapat menghasilkan berbagai produk yang berguna dan harganya yang murah, mudah didapat dan tidak bersaing dengan kebutuhan manusia, selain itu juga dapat mengurangi masalah pencemaran lingkungan akibat sampah. Selain kelebihan-kelebihan tersebut, limbah organik juga memiliki kelemahan-kelemahan diantaranya mudah busuk, voluminus (bulky) dan ketersediaan berfluktuasi sehingga perlu teknologi pengolahan untuk menjadi bahan pakan yang awet, mudah disimpan, dan mudah diberikan pada ternak. Salah satu teknologi tersebut adalah pengawetan berbentuk tepung berbahan limbah sayuran pasar.

Dengan mempertimbangkan berbagai faktor di atas, maka penyuluhan ini ditujukan bagi masyarakat sidokaton yang masih belum bekerja untuk mengelola limbah pasar tapen dengan pemanfaatan limbah pasar sayur organik menjadi bahan pakan ternak dalam upaya mengurangi sampah pasar desa Sidokaton.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Sayuran merupakan komoditas penting dalam mendukung ketahanan pangan nasional. Komoditas ini memiliki keragaman yang luas dan berperan sebagai sumber karbohidrat, protein nabati, vitamin, dan mineral yang bernilai ekonomi tinggi. Produksi sayuran Indonesia meningkat setiap tahun dan konsumsinya tercatat 44 kg/kapita/tahun. Laju pertumbuhan produksi sayuran di Indonesia berkisar antara 7,7—24,2%/tahun.

Sampah atau limbah berdasarkan beberapa faktor yaitu menurut bentuk dan sifatnya. Berdasarkan bentuknya, sampah dibedakan menjadi sampah padat, cair dan gas. Berdasarkan sifatnya, sampah dibedakan menjadi sampah yang mengandung senyawa organik yang berasal dari tanaman, hewan dan mikroba dan sampah anorganik yaitu garbage (bahan yang mudah membusuk) dan rubbish (bahan yang tidak mudah membusuk). Salah satu sampah atau limbah yang banyak terdapat di sekitar kota adalah limbah sayuran. Limbah sayuran merupakan bahan-bahan hasil sampingan dari kegiatan manusia yang berada di pasar dan banyak mengandung bahan organik.

Limbah pasar sayur berpotensi sebagai pengawet maupun sebagai starter fermentasi karena memiliki kandungan asam tinggi dan mikrobial yang menguntungkan. Asam pada limbah pasar sayur diduga berupa asam laktat sebagai hasil metabolisme bakteri asam laktat. Pemanfaatan ekstrak limbah pasar sayur hasil fermentasi yaitu berupa asam organik, dapat digunakan sebagai pengawetan secara biologi maupun sebagai starter untuk fermentasi pakan. Limbah sayuran juga memiliki beberapa kelemahan sebagai pakan, antara lain memunyai kadar air tinggi yang menyebabkan cepat busuk sehingga kualitasnya sebagai pakan cepat menurun. Oleh karena itu, limbah sayur yang tidak bisa diberikan

langsung kepada ternak perlu diolah terlebih dahulu untuk mempertahankan kualitasnya, salah satunya dengan cara fermentasi.

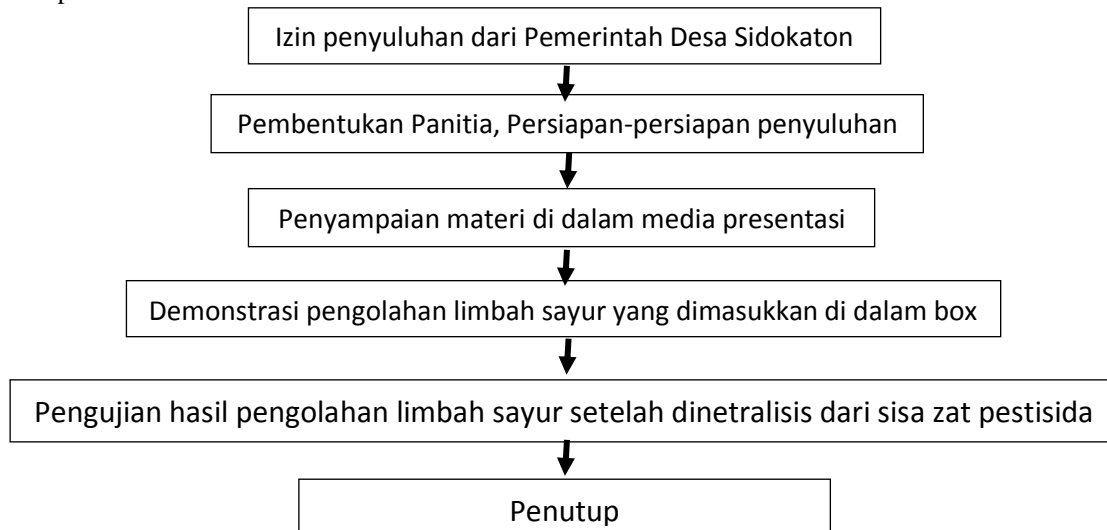
Kendala pemanfaatan limbah sayuran pasar sebagai pakan adalah kandungan logam berat Timbal (Pb) yang cukup tinggi (10,58 –13,74 ppm). Kandungan Pb tersebut melebihi ambang batas kandungan Pb sayuran yaitu 10 ppm yang ditetapkan SNI dan Balai Pengawasan Obat dan Makanan. Upaya mengurangi dampak negatif Pb dapat dilakukan dengan suplementasi alginat. Alginat adalah senyawa yang terkandung dalam dinding sel rumput laut coklat (Phaeophyceae) dan merupakan polisakarida dalam bentuk garam natrium, kalsium dan magnesium. Alginat memiliki kemampuan menyerap radionukleotida, yaitu alginat akan membentuk senyawa tak larut dengan logam berat. Senyawa ini kemudian dikeluarkan oleh tubuh melalui saluran pencernaan tanpa diserap oleh tubuh.

3. METODE

Kegiatan pengabdian ini dilakukan di Desa Sidokaton, Kudu, Jombang. Pelaksanaan kegiatan Pengabdian Pada Masyarakat ini dilakukan dengan menggunakan metode ceramah, diskusi, dan demonstrasi alat. Adapun materi yang diberikan meliputi:

1. Pengetahuan tentang jenis-jenis limbah
2. Dampak negatif dari berbagai limbah sayur.
3. Memberikan contoh/demonstrasi alat teknologi pengolahan limbah sayur.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk melaksanakan kegiatan pengabdian masyarakat dapat dilihat pada skema kegiatan pada Gambar 1.



Gambar 2. Skema Langkah-langkah Kegiatan PKM

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pelatihan pemanfaatan teknologi ini telah dilakukan di Desa Sidokaton. Pelatihan ini diikuti oleh 20 orang dengan berbagai latar belakang pekerjaan warga. Mahasiswa teknik elektro Universitas Hasyim Asy'ari juga dilibatkan dalam pelatihan ini. Seluruh peserta pelatihan dibimbing oleh tim pakar dosen dari Universitas Hasyim Asy'ari yang tertera pada Tabel 1.2 di bawah ini:

Tabel 1.2 Tim Pakar Dosen Unhasy

No	Nama Dosen	Bidang Keahlian
1	Jati Widyo Leksono, S.Pd., M.Pd	Elektronika
2	Agung Samudra, S.Pd., M.Pd.	Mesin
3	Elly Indahwati, S.Si., M.Si	Elektronika
4	Nanndo Yanuansa, S.Pd.,M.Pd.	Elektronika

Limbah sayuran memiliki kelemahan sebagai pakan, antara lain mempunyai kadar air tinggi (91,56%) yang menyebabkan cepat busuk sehingga kualitasnya sebagai pakan cepat menurun. Oleh karena itu, limbah sayur yang tidak bisa diberikan langsung kepada ternak perlu diolah terlebih dahulu untuk mempertahankan kualitasnya. Pengolahan dengan cara fermentasi telah mampu mengawetkan dan mempertahankan kualitas sampah organik sebagai bahan pakan. Fermentasi menggunakan starter *Lactobacillus bulgaricus* dengan aditif dedak dan lama fermentasi 1 minggu menghasilkan produk sampah organik fermentasi dengan pencernaan bahan kering, pencernaan bahan organik, dan produksi VFA yang sama dengan rumput, serta produksi NH₃ yang lebih tinggi dibandingkan dengan rumput.

Di dalam demonstrasi alat ini akan dijelaskan mengenai berbagai sisa sayur tersebut dipotong-potong, kemudian dimasukkan ke dalam suatu kotak. Kotak tersebut berisi berbagai macam saringan / filter yang tertata sedemikian rupa. Setelah limbah sayur dimasukkan, kotak besar itu diisi air dan cairan zat pelarut. Dua puluh menit kemudian, baru kita buka kran bawah kotak tersebut sehingga air hasil rendaman sayur tadi keluar.

5. KESIMPULAN

Penggunaan limbah sayur ini mampu memperbaiki konversi dan efisiensi pakan serta penambahan bobot badan kambing. Dari teknologi pengolahan ini menghasilkan suplementasi mineral Zn dan Cr yang mampu menghasilkan penambahan bobot badan yang paling tinggi.

Dengan adanya program ini, diharapkan adanya keberlanjutan pengabdian kepada masyarakat di tahun mendatang berupa pengembangan sistem teknologi distribusi yang lebih handal dalam meningkatkan perekonomian di desa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] <https://www.jawapos.com/jpg-today/09/08/2018/sulap-limbah-wortel-jadi-minyak-bervitamin-a/> Diakses pada tanggal 10 September 2019.
- [2] Andrianto, Heri., dan Darmawan, Aan. 2017. *Strategi Tepat Pengolahan Limbah*. Bandung: Indahraya.
- [3] Bolor, Adith Jagadish. 2015. *Arduino by Example Design and Build Fantastic Projects and Devices Using The Arduino Platform (ebook)*. Mumbai: Packt Publishing.
- [4] Jeremy Blum. 2015. *Exploring Arduino Tools And Techniques For Engineering Wizardry*. US: John Wiley & Sons, Inc., Indianapolis, Indian.
- [5] Notash, Yaghoubi. 2014. *Investigating Inflectional Ending Pronunciation in EFL situation*. Journal of Language and Literature Education. Vol 1, no 10.pp 41-57.

Studi Perbandingan Analisis Beban Statik Ekuivalen dan Respon Spektrum pada Perencanaan Struktur Gedung Rektorat Universitas Hasyim Asy‘ari Tebuireng Jombang

Titin Sundari, Abdiyah Amudi, Totok Yulianto, Rahma Ramadhani

Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Hasyim Asy ‘Ari Tebuireng Jombang
tari1273@yahoo.co.id

Abstrak

Getaran gempa bumi akan menimbulkan gaya lateral pada dasar struktur berupa gaya geser dasar bangunan, dan akan terdistribusi pada tiap lantai bangunan sebagai gaya lateral tingkat. Secara umum analisis struktur terhadap beban gempa terdiri dari 2 macam, yaitu analisis beban statik ekuivalen dan analisis dinamik. Analisis statik merupakan penyederhanaan dari analisis dinamik, dimana pembagian gaya geser gempa diseluruh tingkat diperoleh dengan memperhitungkan pengaruh dinamis gerakan tanah terhadap struktur. Analisis statik hanya untuk bangunan yang bentuknya beraturan horisontal dan vertikal. Sedangkan analisis dinamik ada 2 macam, yaitu analisis respon spektrum dimana total respon didapat melalui superposisi dari respon masing-masing ragam getar, dan analisis riwayat waktu adalah analisis dinamis dimana pada model struktur diberikan suatu catatan rekaman gempa dan respon struktur dihitung langkah demi langkah pada interval tertentu. Perbedaan dari kedua konsep ini terletak pada karakteristik bangunan, pada konsep statik memperhitungkan massa bangunan saja, sedangkan konsep dinamik memperhitungkan massa, kekakuan, dan juga redaman. Untuk itu penulis ingin membandingkan kedua konsep tersebut sehingga diketahui keakuratan metode statik ekuivalen untuk perhitungan beban gempa pada perencanaan struktur gedung rektorat 8 lantai di Unhasy Tebuireng Jombang. Penelitian ini berjudul, “Studi Perbandingan Analisis Statik Ekuivalen dan Respon Spektrum pada Perencanaan Struktur Gedung Rektorat Unhasy Tebuireng Jombang berdasarkan SNI 1726: 2012”. Untuk analisis perhitungan beban gempa ini digunakan software SAP 2000 versi 14.

Kata kunci: Analisis, Statik, Respon Spektrum, SNI 1726: 2012, Gedung Rektorat Universitas Hasyim Asy ‘Ari Tebuireng Jombang

1. PENDAHULUAN

Sebagian besar wilayah Indonesia merupakan daerah rawan gempa, untuk itu perencanaan gedung tahan gempa sangatlah penting. Hal ini telah diatur dalam standar gempa terbaru yaitu SNI 1726: 2012 tentang “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung” yang menggantikan standar gempa sebelumnya yaitu SNI 03-1726-2002 tentang “Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung”.

Dalam perhitungan gaya gempa rencana ini bisa dihitung dengan analisis statik ekuivalen dan analisis dinamik respon spektrum, maupun analisis dinamik time history. Analisis statik merupakan penyederhanaan dari analisis dinamik, dan analisis statik hanya untuk bangunan yang bentuknya beratatan horisontal dan vertikal. Perbedaan dari kedua konsep ini terletak pada karakteristik bangunan, pada konsep statik memperhitungkan massa bangunan saja, sedangkan konsep dinamik memperhitungkan massa, kekakuan, dan juga redaman.

Untuk itu penulis ingin membandingkan kedua konsep tersebut sehingga diketahui keakuratan metode statik ekuivalen untuk perhitungan pembebanan gempa pada perencanaan struktur gedung rektorat 8 lantai di Unhasy Tebuireng Jombang. Penelitian ini berjudul, “Studi Perbandingan Analisis Beban Statik Ekuivalen dan Respon Spektrum pada Perencanaan Struktur Gedung Rektorat Unhasy Tebuireng Jombang berdasarkan SNI 1726: 2012”.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi dan Obyek Penelitian

Penelitian dilaksanakan di kampus Universitas Hasyim Asy 'Ari Tebuireng Jombang, dengan obyek penelitian adalah perencanaan gedung rektorat, gedung rektorat ini direncanakan memiliki delapan lantai dengan bentuk zig-zag yang beraturan mulai lantai 1 sampai dengan lantai 8. Analisis perbandingan beban gempa statik ekuivalen dan dinamik respon spectrum ini dilakukan untuk mendapatkan gaya geser dasar (*base shear*) untuk perencanaan struktur gedung.

Tahap-Tahap Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian yang menganalisis perbandingan perhitungan beban gempa dengan metode statik ekuivalen dan metode dinamik respon spectrum dengan menggunakan peraturan gempa terbaru yaitu SNI 1726: 2012. Untuk analisis ini digunakan software SAP 2000 versi 14.

1. Studi Literatur

Sumber literatur yang digunakan pada tahapan ini berupa buku-buku yang menunjang dasar teori maupun jurnal-jurnal sebagai referensi juga peraturan terbaru tentang gempa yaitu SNI 1726: 2012.

2. Pengumpulan Data

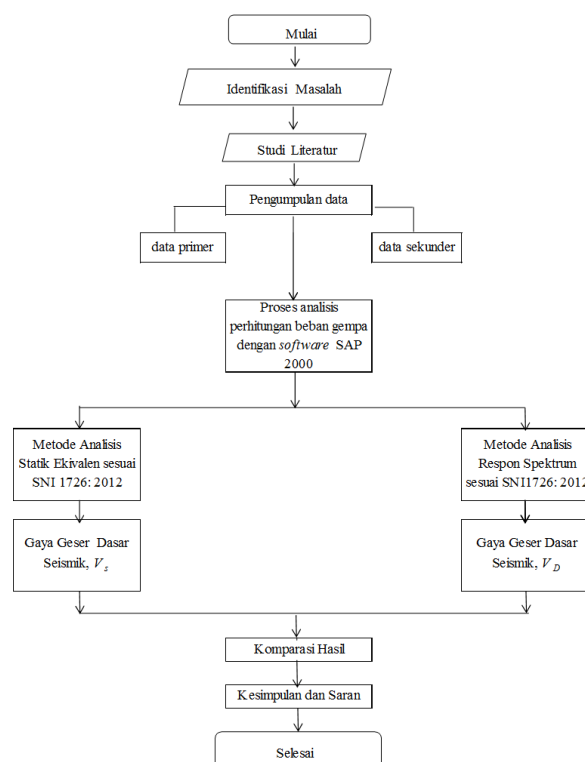
Data yang diambil meliputi meliputi gambar denah rencana gedung, data tanah di lokasi gedung, dan data mutu bahan/material struktur yang akan digunakan.

3. Proses Studi Komparasi

Proses ini meliputi beberapa tahapan seperti berikut:

- Menghitung besarnya geser dasar seismik dengan analisis beban statik ekuivalen sesuai SNI gempa terbaru SNI 1726: 2012.
- Menghitung geser dasar seismik dengan analisis dinamik yaitu analisis respon spektrum berdasarkan SNI 1726: 2012.
- Analisis dilakukan dengan bantuan *software* SAP 2000.
- Membandingkan antara hasil analisis statik ekuivalen dan analisis respon spektrum.
- Dari hasil ini dapat diketahui keakuratan kedua metode tersebut untuk penentuan beban gempa pada perencanaan struktur gedung rektorat Unhasy Tebuireng Jombang.

Diagram Alir Penelitian



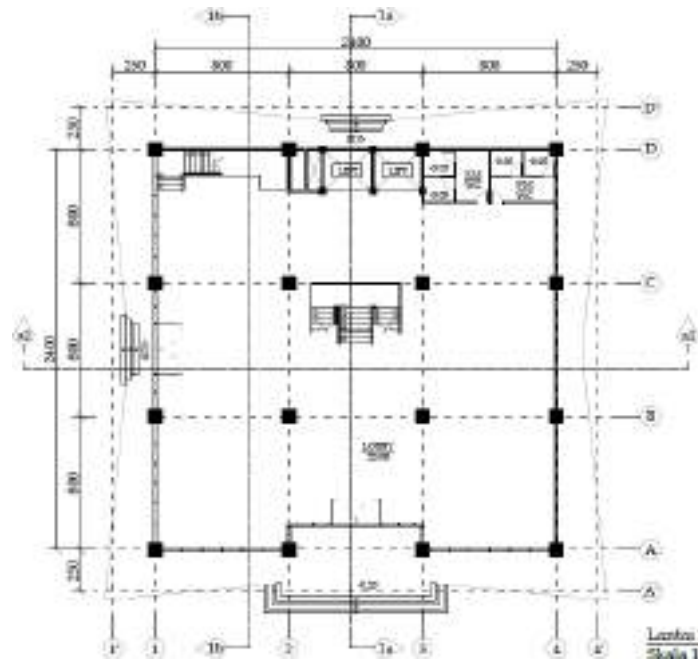
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

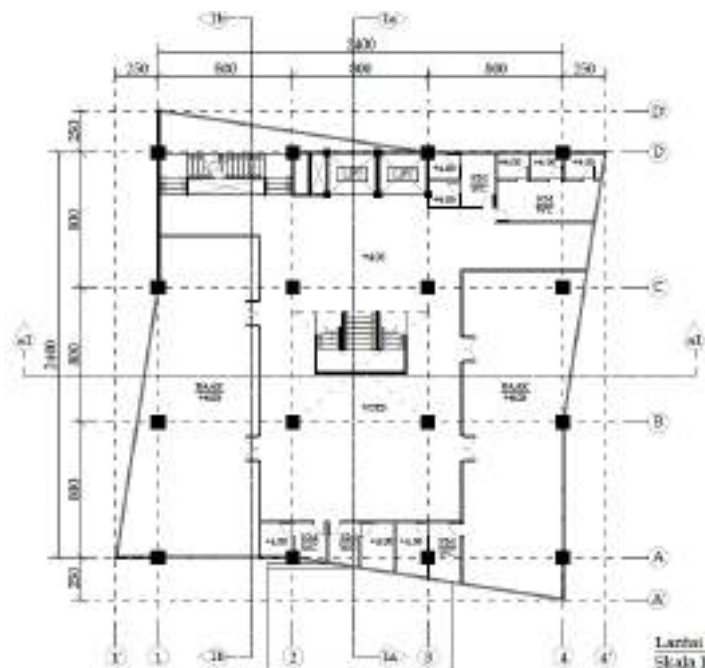
Data Perencanaan

Data perencanaan ini meliputi gambar rencana gedung rektorat Unhasy, data material struktur, data penampang struktur, dan data tanah.

1. Gambar Rencana Gedung Rektorat



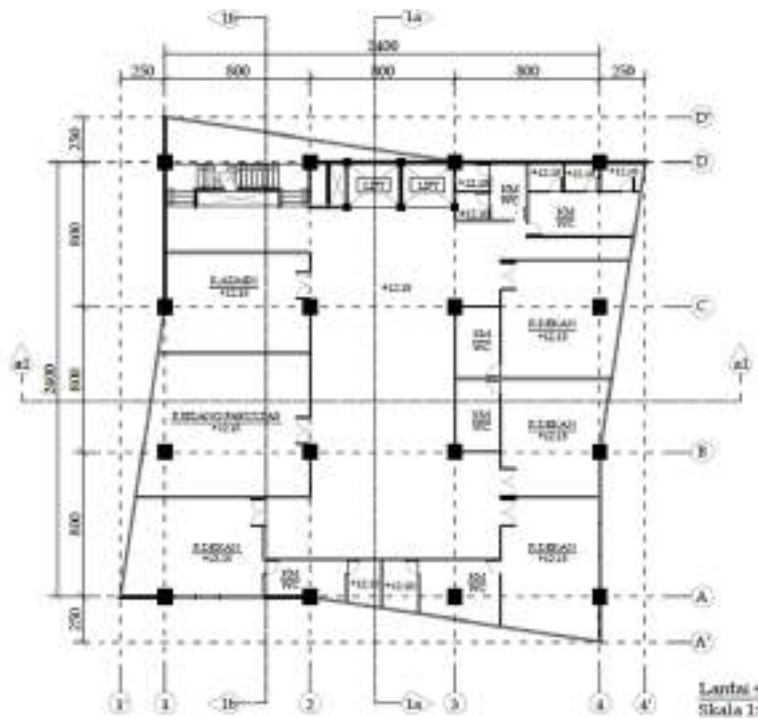
Gambar 2. Denah Lantai 1



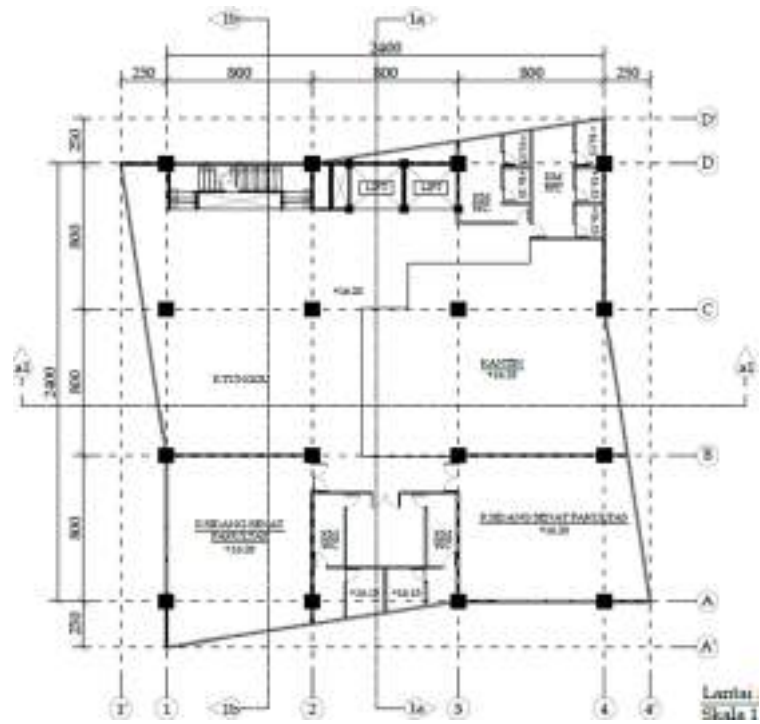
Gambar 3. Denah Lantai 2



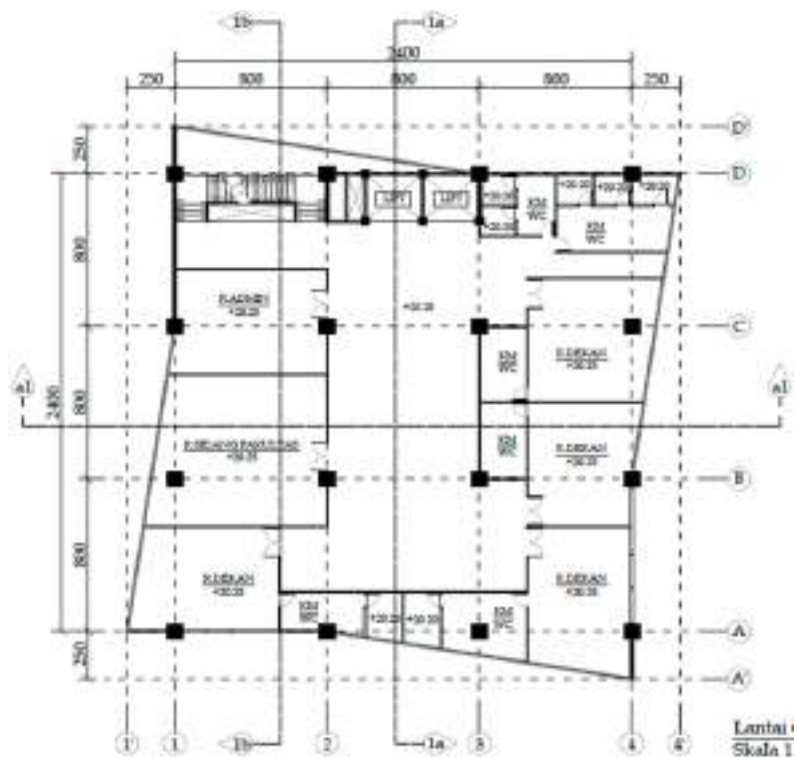
Gambar 4. Denah Lantai 3



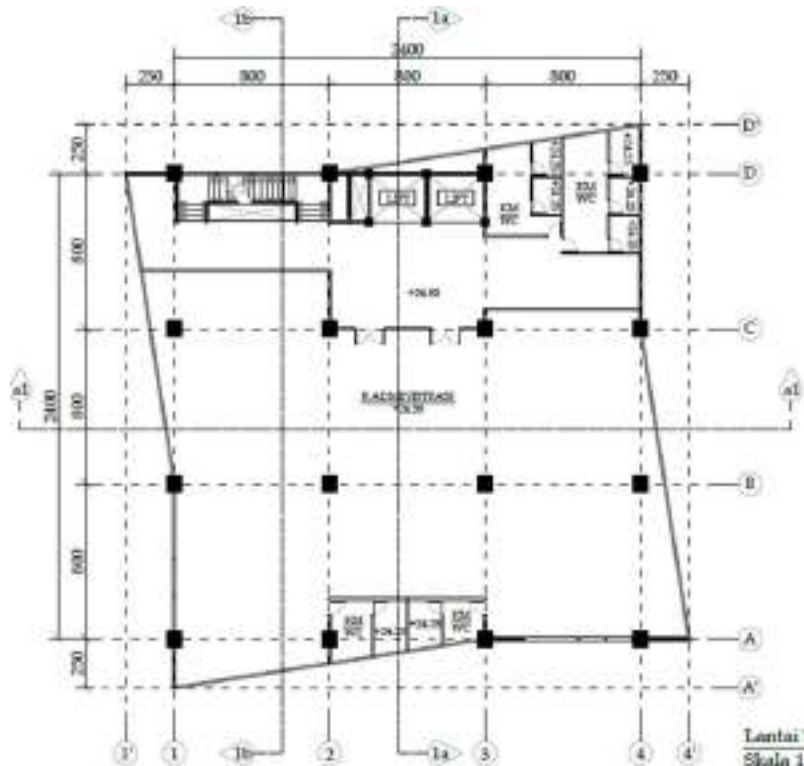
Gambar 5. Denah Lantai 4



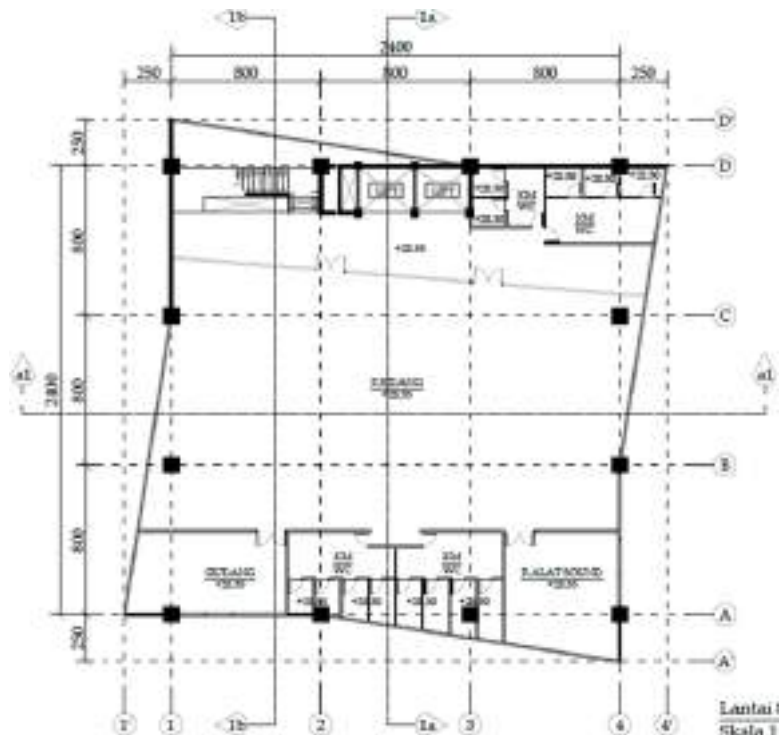
Gambar 6. Denah Lantai 5



Gambar 7. Denah Lantai 6



Gambar 8. Denah Lantai 7



Gambar 9. Denah Lantai 8

2. Data Material Struktur

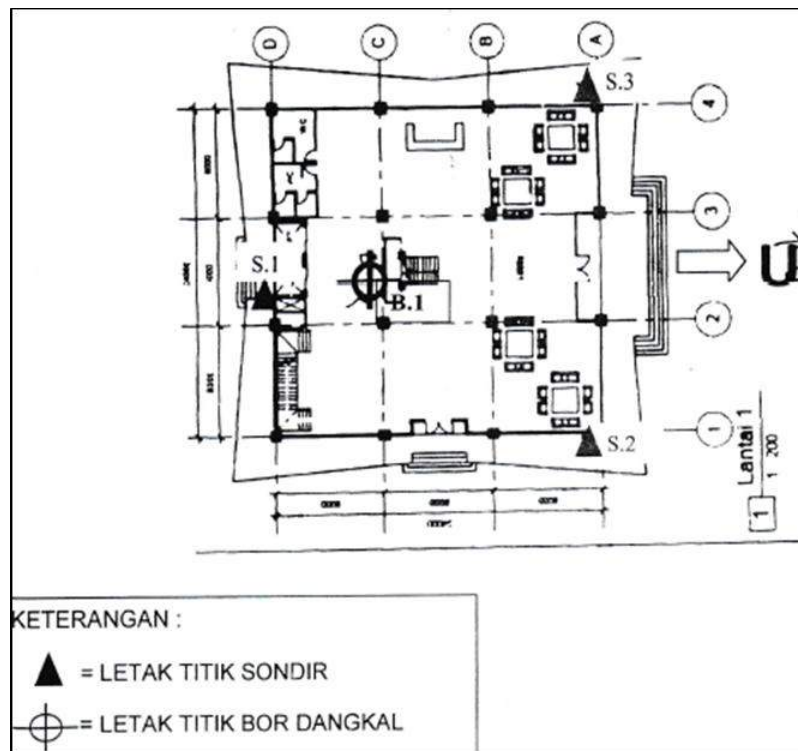
Gedung Rektorat Universitas Hasyim Asy'ari Tebuireng Jombang direncanakan terbuat dari material beton bertulang dengan:

- Mutu beton ($f'c$) = 30 MPa.
- Mutu baja (f_y) = BJTP 24 dan BJTD 40

3. Data Penampang Struktur
 - balok digunakan $300 \times 600 \text{ mm}^2$,
 - kolom $550 \times 550 \text{ mm}^2$, dan
 - pelat lantai tebal 130 mm, dan pelat atap 100mm
4. Data Tanah

Uji sondir ada 3 (tiga) titik lokasi seperti Gambar yaitu sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 10 dengan hasil :

 - Titik S-1, kedalaman lapisan tanah keras 9,4 m
 - Titik S-2, kedalaman tanah keras mencapai 14,0 m
 - Titik S-3, lapisan tanah keras didapatkan kedalaman 9,2 m.

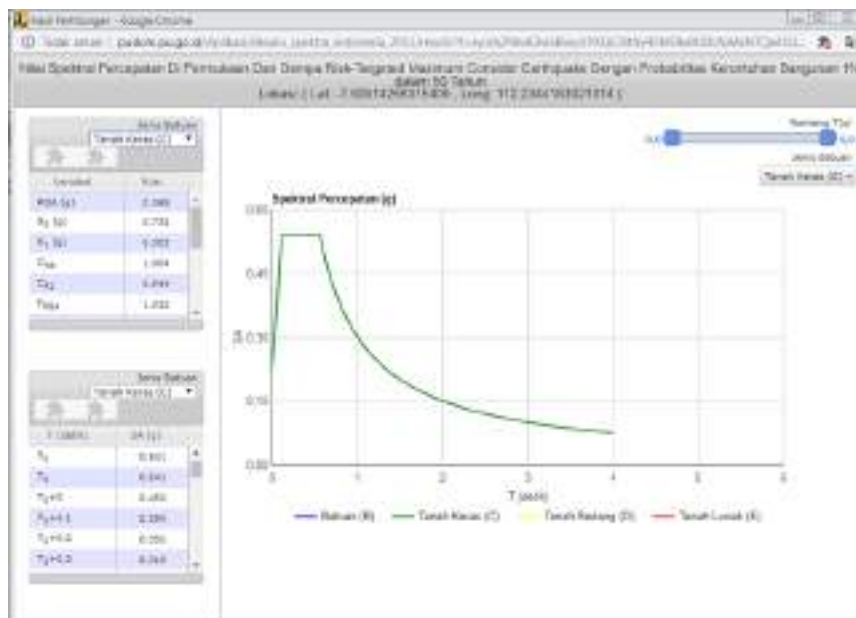


Gambar 10. Sket Letak Titik Sondir dan Titik Bor Dangkal

Analisis Beban Gempa sesuai SNI 1726: 2012

Berdasarkan proses perhitungan beban gempa sesuai SNI 1726: 2012 ini didapatkan:

- Kategori resiko gedung rektorat yang berfungsi sebagai perkantoran adalah kategori II dengan faktor keutamaan gempa $I_e = 1,0$.
- Parameter percepatan gempa S_s dan S_l melalui *website* http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011 dengan input koordinat gedung atau klik lokasi gedung pada peta yang telah disediakan dalam *website*, tekan tombol hitung, sehingga muncul kurva respon spektrum seperti Gambar 11.



Gambar 11. Kurva Nilai Spektral Percepatan

- Kelas situs = *SC* (tanah keras, sangat padat, dan batuan lunak)
- Koefisien-koefisien dan parameter-parameter MCE_R (Tabel 1)
- Kategori desain seismik = *D*
- Sistem struktur = rangka struktur beton bertulang SRPMK dengan parameter sistem faktor modifikasi respon (R) = 8 ; faktor kuat lebih sistem (Ω_0) = 3; faktor pembesaran defleksi (Cd) = 5,5
- Periode fundamental struktur (T) yang digunakan:

$$T_a = C_t \cdot h_n^x = 0,0466 \times 32,4^{0,9} = 1,0663 \text{ detik}$$

$$T_c = 2,69369 \text{ detik}$$

$$C_u = 1,4$$

$$C_u \cdot T_a = 1,493 \text{ detik}$$

Jika $T_c > C_u \cdot T_a$ digunakan $T = C_u \cdot T_a$

$T_a < T_c < C_u \cdot T_a$ digunakan $T = T_c$

$T_c < T_a$ digunakan $T = T_a$

Digunakan $T = 1,493$ detik untuk arah x dan y

- Gaya geser dasar seismik (V) dan gaya lateral tingkat (F_i)

Besarnya V dan F ini dapat ditinjau berdasarkan pembebanan nominal statik ekuivalen maupun dinamik, seperti yang di atur dalam SNI 1726: 2012.

Tabel 1. Nilai parameter gempa

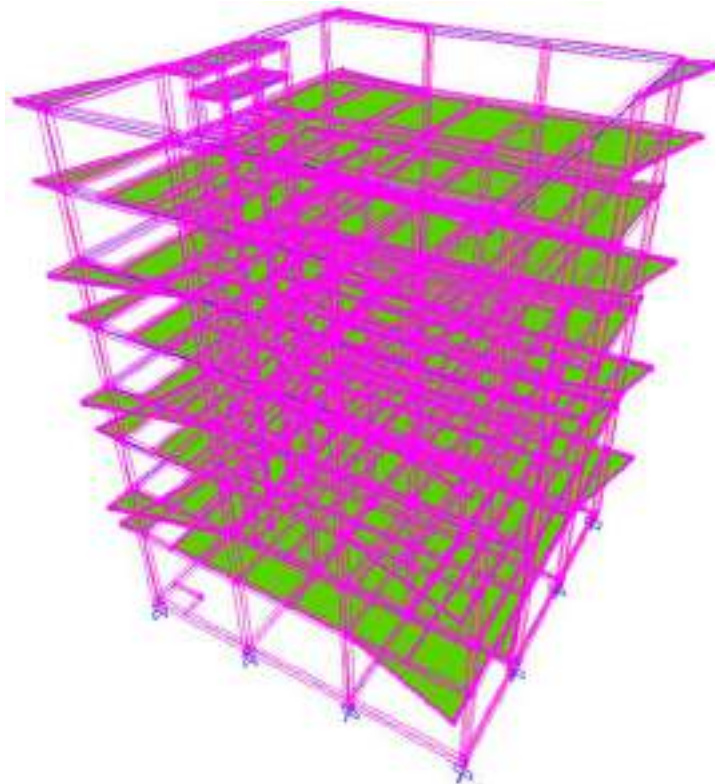
Parameter	Nilai
PGA (g)	0,368
S_s (g)	0,734
S_1 (g)	0,303
C_{RS}	1,004
C_{RI}	0,944
F_{PGA}	1,032
F_A	1,106
F_V	1,497
PSA (g)	0,380
S_{MS} (g)	0,812
S_{MI} (g)	0,454
S_{DS} (g)	0,541
S_{DI} (g)	0,302
T_0 (detik)	0,112
T_S (detik)	0,558

Tabel 2. Nilai Spektrum Respon Percepatan Desain

T (detik)	Sa (g)	T (detik)	Sa (g)	T (detik)	Sa (g)
0	0.216	T_S+1	0.182	$T_S+2.3$	0.102
T_0	0.541	$T_S+1.1$	0.172	$T_S+2.4$	0.099
T_S	0.541	$T_S+1.2$	0.163	$T_S+2.5$	0.096
T_S+0	0.459	$T_S+1.3$	0.154	$T_S+2.6$	0.093
$T_S+0.1$	0.399	$T_S+1.4$	0.147	$T_S+2.7$	0.09
$T_S+0.2$	0.352	$T_S+1.5$	0.14	$T_S+2.8$	0.087
$T_S+0.3$	0.316	$T_S+1.6$	0.134	$T_S+2.9$	0.085
$T_S+0.4$	0.286	$T_S+1.7$	0.128	T_S+3	0.083
$T_S+0.5$	0.261	$T_S+1.8$	0.123	$T_S+3.1$	0.08
$T_S+0.6$	0.24	$T_S+1.9$	0.118	$T_S+3.2$	0.078
$T_S+0.7$	0.223	T_S+2	0.114	$T_S+3.3$	0.076
$T_S+0.8$	0.207	$T_S+2.1$	0.11	4	0.076
$T_S+0.9$	0.194	$T_S+2.2$	0.106	-	-

Pemodelan Struktur Gedung

Untuk pemodelan struktur gedung digunakan SAP 2000 (Gambar 12), beban mati struktur dapat otomatis diperoleh dari SAP, sedangkan beban hidup dan beban mati tambahan harus dihitung lebih dulu sebelum input ke SAP.



Gambar 11. Pemodelan Struktur Gedung

Perhitungan Gaya Geser Statik Ekuivalen

Berdasarkan hasil analisis SAP 2000, diperoleh berat sendiri struktur kemudian ditambahkan beban mati tambahan dan beban hidup sehingga diperoleh berat seismik struktur (W) = 4.029.915 kg seperti Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Berat Seismik Struktur

Lantai	B. mati tambahan (kg)	Beban hidup (kg)	Berat sendiri (kg)	Beban total (kg)
LANTAI DASAR	0	0	185,207	185,207
LANTAI 1 (+4.05)	84,672	57,024	283,157	424,853
LANTAI 2 (+8.10)	84,672	57,024	282,941	424,637
LANTAI 3 (+12.15)	84,672	57,024	282,941	424,637
LANTAI 4 (+16.20)	84,672	57,024	282,941	424,637
LANTAI 5 (+20.25)	84,672	57,024	282,941	424,637
LANTAI 6 (+24.30)	84,672	57,024	282,941	424,637
LANTAI 7 (+28.35)	84,672	57,024	283,572	425,268
ATAP LIFT (+30.55)	1,140	600	8,820	10,560
ATAP GEDUNG (+32.40)	2,280	1,200	66,905	70,385
			790,459	790,459
			Beban total, $W =$	4,029,915

Sesuai SNI 1726: 2012 nilai gaya geser dasar seismik diperoleh dari persamaan $V = C_s \cdot W$ dengan nilai

$$C_s = \frac{SDS}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} = 0,067625$$

$$C_{s \text{ maks}} = \frac{S_{D1}}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)} = 0,0354$$

$$C_{s \text{ min}} = 0,044 \cdot S_{DS} \cdot I_e = 0,0238 \geq 0,01$$

Maka dipakai nilai $C_s = 0,0354$ sehingga diperoleh nilai $V = 142.659$ kg dan nilai gaya lateral tingkat statik ekuivalen seperti Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Gaya Lateral Statik Ekuivalen (F_i)

Tingkat Lantai	Beban Total (kg)	z (m)	W. z (kgm)	F_i (kg)
LANTAI DASAR	185,207			
LANTAI 1 (+4.05)	424,853	4.05	1,720,653	4,834
LANTAI 2 (+8.10)	424,637	8.10	3,439,557	9,664
LANTAI 3 (+12.15)	424,637	12.15	5,159,335	14,496
LANTAI 4 (+16.20)	424,637	16.20	6,879,114	19,328
LANTAI 5 (+20.25)	424,637	20.25	8,598,892	24,159
LANTAI 6 (+24.30)	424,637	24.30	10,318,670	28,991
LANTAI 7 (+28.35)	425,268	28.35	12,056,359	33,873
ATAP LIFT (+30.55)	10,560	30.55	322,608	906
ATAP GEDUNG (+32.40)	70,385	32.40	2,280,462	6,407
	790,459			
$\sum(w) =$	4,029,915	$\sum(w.z) =$	50,775,651	

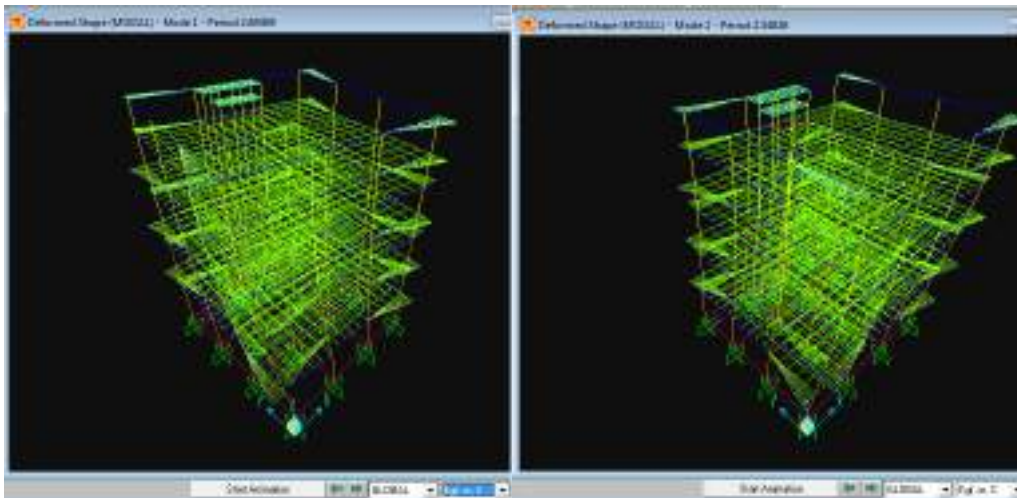
Perhitungan Gaya Geser Dinamik Respon Spektrum

Grafik respon spektrum didapatkan dari *website* http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011. Hasil dari *website* ini di salin ke *excel*, kemudian kurva respon spektrum ini di inputkan ke SAP 2000 dalam format.txt, sehingga hasil *excel* harus disalin di *notepad*. Berbeda dengan input analisis statik yang melalui *Load case*, input respon spektrum ini melalui *function*.

Pada *load case*, beban-beban gravitasi serta gempa statik ekuivalen telah ditambahkan secara otomatis oleh program. Sedangkan beban respon spektrum yang kita buat dengan menu *Function* harus ditambahkan sendiri secara manual yaitu *load case* untuk RSPX dan RSPY, sama halnya dengan beban gempa statik arah x dan arah y

Analisis modal diperlukan guna penentuan *mode* atau ragam vibrasi, juga untuk mengetahui waktu getar fundamental alami struktur seperti Gambar 12.

Dalam analisis beban gempa statik, maka pembebanan pada struktur langsung berasal dari beban tersebut. Sedangkan dalam analisis gempa dinamik, secara garis besar beban berasal dari percepatan gempa dikalikan dengan massa struktur. Untuk percepatan gempa telah dimasukkan dalam *Function response spectrum* dan diberikan faktor pengali pada *Load cases*. Kemudian untuk massa struktur akibat beban mati adalah 100% dan akibat beban hidup sebesar 30%.



Gambar12. Mode 1, T= 2,6937 detik dan Mode 2, T = 2,5483 detik

Dalam SNI 1726: 2012 Pasal 7.9.3 ada 2 macam metode penjumlahan ragam, yaitu CQC (*Complete Quadratic Combination*) untuk struktur dengan waktu getar alami yang berdekatan (selisih <15%) dan SRSS (*Square Root of the Sum of squares*) untuk struktur dengan waktu getar alami yang berjauhan seperti ditabelkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Selisih kombinasi ragam struktur

Mode	Period	ΔT (%)
	Sec	
1	2.6937	5.40
2	2.5483	20.09
3	2.0363	58.61
4	0.8428	5.00
5	0.8006	18.15
6	0.6553	18.53
7	0.5339	17.39
8	0.4411	8.58
9	0.4032	16.53
10	0.3366	25.39
11	0.2511	5.01
12	0.2385	27.26
13	0.1735	33.43
14	0.1155	2.68
15	0.1124	-

Karena selisih waktu getar alami antar mode melebihi 15%, maka tipe penjumlahan ragam yang sebelumnya menggunakan CQC, diubah menjadi SRSS. Sesuai SNI 1726 : 2012 pasal 7.9.1 bahwa jumlah ragam (mode) dalam analisis modal harus mencukupi sehingga partisipasi massa dalam menghasilkan respons total mencapai minimal 90%,. Pada Tabel 6, ditunjukkan bahwa pada mode ke 5, partisipasi massa arah y telah mencapai lebih dari 90%

Tabel 6. Rasio Partisipasi Massa

Mode	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
1	55.40	0.04	0.00	55.40	0.04	0.00
2	0.05	84.80	0.00	55.40	84.90	0.00
3	22.80	0.01	0.00	78.20	84.90	0.00
4	6.20	0.01	0.00	84.40	84.90	0.00
5	0.01	10.10	0.00	84.40	95.00	0.00
6	3.00	0.00	0.00	87.40	95.00	0.00
7	0.00	0.04	0.00	87.40	95.00	0.00
8	1.70	0.00	0.00	89.20	95.00	0.00
9	0.00	3.10	0.00	89.20	98.10	0.00
10	1.00	0.00	0.00	90.20	98.10	0.00
11	0.00	1.10	0.01	90.20	99.20	0.01
12	0.92	0.00	0.00	91.10	99.20	0.01
13	0.00	0.49	0.05	91.10	99.70	0.06
14	0.46	0.13	0.03	91.60	99.80	0.09
15	0.35	0.16	0.04	91.90	100.00	0.13

Dalam analisis respons spektrum, bahwa gaya geser dasar (*base shear*) adalah sebesar 85% dari analisis *base shear* gempa statik sesuai SNI 1726:2012 Pasal 7.9.4.1 (Tabel 7)

Tabel 7. Gaya Geser Dasar Gempa Statik dan Respon Spektrum

Tipe beban gempa		F _x (kg)	F _y (kg)	85% statik arah x	85% statik arah y
Statik	EQX	163,969	49,191	139,374	41,812
	EQY	49,191	163,969	41,812	139,374
Dinamik	RSPX	143,362	264,970		
	RSPY	29,628	215,900		

5. SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis diatas dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Gaya geser dasar *V* dari analisis statik didapatkan 163.969 kg untuk arah x dan y, sedangkan dari perhitungan manual sesuai SNI 1726: 2012 didapatkan $V = 142.659$ kg.
2. Dari analisis dinamik respon spectrum didapatkan 143.362 kg untuk arah x dan 215.900 untuk arah y. Nilai ini sudah memenuhi syarat bahwa gaya geser dinamik harus lebih besar dari 85% nilai analisis statik yaitu 139.374 kg untuk arah x dan y.

Saran

Perhitungan beban gempa untuk gedung dengan bentuk beraturan, bisa digunakan analisis statik ekuivalen saja. Sedangkan untuk gedung yang tidak beraturan digunakan analisis dinamik.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Faizah, R. (2015). *Studi Perbandingan Pembebanan Gempa Statik Ekuivalen dan Dinamik Time History pada Gedung Bertingkat di Yogyakarta*. Jurnal Ilmiah Semesta Teknik Vol. 18, No.2, 190-199, November 2015.
- Revie Orchidentus Francies Wantalangie, Jorry D. Pangouw, Reky S. Windah.(2016). *Analisa Statik dan Dinamik Gedung Bertingkat Banyak Akibat Gempa Berdasarkan SNI 1726-2012 dengan Variasi Jumlah Tingkat*. Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.8 Agustus 2016 (471-480) ISSN: 2337-6732.
- Remigildus Cornelis, Wilhelmus Bunganaen, Bonaventura Haryanto Uumbu Tay. (2014). *Analisa Perbandingan Gaya Geser Tingkat, Gaya Geser Dasar, Perpindahan Tingkat dan Simpangan Antar Tingkat akibat Beban Gempa Berdasarkan Peraturan Gempa SNI 1726-2002 dan SNI 1726-2012*. Jurnal Teknik Sipil Vol. III, No. 2, September 2014.
- Satyarno, Iman, (dkk). 2012. *Belajar SAP2000 Analisis Gempa (Seri 2)*. Yogyakarta : Zamil Publishing.
- Pawirodikromo,W. (2012). *Seismologi Teknik & Rekayasa Kegempaan*. Penerbit Pustaka Belajar. Yogyakarta.
- Paz, Mario, (1990). *Dinamika Struktur*, Jakarta: PT. Gelora Aksara Pratama,
- Indarto, H dkk. 2013. *Aplikasi SNI Gempa 1726 : 2012 for Dummies*. hand-out *Shortcourse* Teknik Sipil UNNES 2013 - A Tribute To Bambang Dewasa

**PEMBINAAN PEMUDA DESA MANUNGGAL MELALUI PELATIHAN
PENGELASAN SMAW (Busur Listrik) SEBAGAI BEKAL KETERAMPILAN
BERWIRUSAHA**

Basuki¹, Retno Eka P.², M.Munib Rosadi³, Fajar Satriya Hadi⁴, Minto⁵

^{1,2,3,4}Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasyim Asy'ari

⁵ Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Hasyim Asy'ari

Abstrak

Berdasarkan data survei KKNT 2019 di Desa Manunggal banyak penduduk usia produktif yaitu usia untuk jenjang lulusan SMK dan SMA. Banyak lulusan SMA atau SMK yang merantau keluar kota dengan harapan mendapatkan pekerjaan baru untuk kelangsungan hidupnya. Penganggur terdidik justru meningkat, karena tak mampu memenuhi persyaratan kerja. Sehingga dibutuhkan satu kemampuan yang harus dimiliki oleh lulusan SMK. Pelatihan pengelasan kami ambil sebagai topik untuk pengabdian karena keterampilan pengelasan ini banyak dibutuhkan dalam jumlah yang besar di industri - industri baik dari dalam negeri maupun luar negeri. Salah satu bentuk kerja sama yang akan dilakukan dengan Pemerintah Desa Manunggal adalah pelatihan dasar pengelasan SMAW dilaksanakan selama 1 hari difokuskan pada SOP las SMAW, pengenalan komponen-komponen las SMAW, macam-macam sambungan las, dan macam-macam cacat las. Hasil ini diharapkan dapat menambah wawasan dan meningkatkan keterampilan pemuda-pemuda lulusan SMA dan SMK yang ada di Desa Manunggal untuk kedepannya akan digunakan sebagai bekal untuk berwirausaha.

Kata kunci: keterampilan pengelasan, SMAW, sambungan las,

1. PENDAHULUAN

Desa manunggal merupakan salah satu desa yang berada di kecamatan ngusikan kabupaten jombang. Desa manunggal memiliki jumlah penduduk sekitar 2025 orang, dengan luas wilayah desa 221245 Ha. Secara geografis desa manunggal berbatasan dengan sebelah utara desa ngampel, sebelah timur wilayah mojkerto, sebelah selatan desa ngusikan, sebelah barat perhutani. Desa ini terdiri dari dua dusun yaitu manunggal kidul dan manunggal lor. Sebagian mata pecaharian penduduk adalah buruh tani tebu dan kangkung, dengan kondisi tersebut bisa dipastikan potensi desa ini masih minim sekali sehingga belum bisa dikatakan banyak menyerap tenaga kerja yang berdampak pada kemakmuran yang rendah. Banyak penduduk yang usia – usia produktif seperti lulusan SMA atau SMK yang enggan terjun di pertanian karena disebabkan sektor pertanian belum memberikan hasil yang pasti. Banyak lulusan SMA atau SMK yang merantau keluar kota dengan harapan mendapatkan pekerjaan baru untuk kelangsungan hidupnya. Disamping itu masih ada juga yang belum mendapatkan pekerjaan sehingga menganggur dirumah. Sekolah tinggi tidak menjamin kemudahan mendapatkan pekerjaan. Penganggur terdidik justru meningkat, karena tak mampu memenuhi persyaratan kerja Berikut data badan pusat statistik mengenai pengangguran terbuka di Indonesia.



Gambar 1. Tingkat Pengangguran Terbuka Menurut Provinsi

Sumber: <https://www.beritasatu.com/nasional/553406/penganggur-terdidik-meningkat/> diakses tanggal 19 September 201 [1].

Berdasarkan data tersebut diatas pengangguran terbuka di Indonesia mencapai 6,8 juta atau 5,01%. Dilihat dari tingkat pendidikan, pengangguran paling tinggi adalah tamatan SMK 8,63% seperti terlihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. Tingkat Pengangguran Terbuka Menurut Pendidikan

Sumber: <https://www.beritasatu.com/nasional/553406/penganggur-terdidik-meningkat/> diakses tanggal 19 September 2019[1]

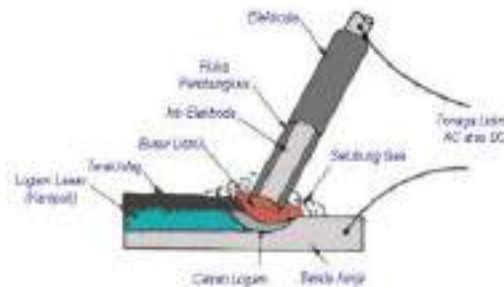
Kondisi seperti ini cukup memprihatinkan, oleh karena itu bisa dimengerti laju pertumbuhan ekonomi Indonesia hanya 5% dalam lima tahun terakhir. Hal ini perlu langkah langkah pasti untuk menanggulangi angka pengangguran yang begitu meningkat setiap tahunnya yang ada di Pedesaan. Solusi yang ditawarkan adalah memberikan pelatihan apapun yang berbasis kompetensi keahlian yang kedepannya nanti bisa digunakan untuk bekal mencari pekerjaan di perusahaan maupun digunakan untuk bekal berwirausaha. Oleh karena itu kami dari instansi perguruan tinggi bekerjasama dengan pemerintah desa melalui program pengabdian masyarakat yang dilakukan secara rutin di perguruan tinggi memberikan pelatihan dengan judul “PEMBINAAN PEMUDA DESA MANUNGGAL MELALUI PELATIHAN PENGELASAN SMAW (Busur Listrik) SEBAGAI BEKAL KETERAMPILAN BERWIRAUSAHA”. Pelatihan pengelasan sengaja kami ambil sebagai topik untuk pengabdian karena keterampilan pengelasan ini banyak dibutuhkan dalam jumlah yang besar di industri -

industri baik dari dalam negeri maupun luar negeri. Oleh karena itu, pemerintah terus mendorong ketersediaan tenaga kerja bidang pengelasan yang terampil, kompeten yang siap memasuki dunia kerja (<https://www.nu.or.id/post/read/80877/peluang-kerja-pengelasan-terbuka-luas-di-dalam-dan-luar-negeri>).

Kegiatan ini berupa pelatihan dasar pengelasan SMAW (busur nyala listrik). Peserta akan diberikan wawasan dasar dan keterampilan mengenai cara pengoperasian mesin las SMAW dan penerapannya dalam membuat produk dari proses pengelasan.

2. PENGELASAN SMAW

Pengelasan SMAW (Shielded Metal Arc Welding) atau biasa dikenal dengan las elektroda terbungkus, yang merupakan salah satu proses penyambungan dua logam atau lebih, menjadi sambungan tetap dengan panas listrik yang digunakan sebagai sumbernya dan elektroda sebagai bahan tambahannya (Marwanto, 2007)[2]. Hal ini senada dengan pendapat yang dikemukakan oleh Nursyahid (2016), bahwa las SMAW merupakan sebuah proses pengelasan yang menggunakan panas untuk mencairkan material dasar dan elektroda [3]. Sumber panas tersebut yang mencairkan ujung elektroda dan benda kerja setempat. Busur listrik yang dibangkitkan dengan mesin las, elektroda yang berupa kawat dibungkus oleh sebuah pelindung, kemudian terjadi pencairan, yang mana kumpuh terisi oleh logam cair yang berasal dari elektroda dan logam induk, terbentuklah kawah cair, lalu membeku sehingga terjadi logam lasan dan terak. Proses tersebut dapat terlihat pada gambar. 1 di bawah ini.



Gambar 3. Proses SMAW

Berdasarkan uraian dan beberapa pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa las SMAW merupakan suatu proses pengelasan yang memanfaatkan sumber panas untuk mencairkan logam utama dan kawat las atau yang dikenal dengan elektroda yang bertujuan untuk menyambungkan dua keeping plat atau lebih. Terdapat beberapa kelebihan dan kekurangan dalam penggunaan pengelasan SMAW. Tabel di bawah ini mendeskripsikan kelebihan dan kekurangan.

Tabel 1. Kelebihan dan Kekurangan SMAW

Kelebihan SMAW	Kekurangan SMAW
<ul style="list-style-type: none"> • Dapat dipakai di mana saja, di luar, di bengkel dan di dalam air • Dapat mengelas berbagai macam tipe dari material • Dapat dipakai mengelas di berbagai posisi • Elektroda mudah diperoleh dengan berbagai ukuran dan diameter • Peralatan yang digunakan sederhana, mudah dan murah. • Tingkat kebisingan rendah 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengelasan terbatas hanya sampai sepanjang elektroda dan harus melakukan penyambungan • Tidak dapat digunakan untuk pengelasan bahan baja non-ferrous • Diameter elektroda tergantung dari tebal plat dan posisi pengelasan

a. Peralatan SMAW

Peralatan yang digunakan dalam melakukan proses pengelasan SMAW, di antaranya sebagai berikut; yang pertama adalah mesin las, yang merupakan salah satu alat yang terpenting dari peralatan las. Mesin las yang diperlukan harus dapat memberi tenaga listrik dan tegangan yang cukup untuk melangsungkan suatu lengkung

listrik las; Alat bantu yang berupa sikat kawat yang berfungsi untuk membersihkan benda kerja yang akan dilas dan sisa-sisa terak yang masih ada setelah dibersihkan dengan palu terak, palu las digunakan untuk membersihkan terak yang terjadi akibat proses pengelasan dengan cara memukul atau menggores teraknya, tang penjepit berfungsi untuk memindahkan benda-benda yang panas yang memperoleh panas dari pengelasan; Alat keselamatan kerja, di antaranya topeng las berfungsi untuk melindungi kepala/rambut dan kuduk operator dari percikan api las, sarung tangan kulit berfungsi untuk melindungi tangan dari percikan-percikan api las, jaket kulit/apron berfungsi untuk melindungi kulit dan organ tubuh dari pancaran sinar las yang mempunyai intensitas cahaya yang tinggi, kacamata berfungsi untuk melindungi mata *welder* pada saat membersihkan kampuh las dari terak baik menggunakan palu terak maupun mesin gerinda, dan sepatu pengaman berfungsi untuk melindungi kaki *welder* terhadap benda-benda panas yang ada di lantai maupun dari percikan api las.

b. Elektroda

Elektroda merupakan salah satu komponen yang penting dalam las elektroda. Beberapa fungsi dari elektroda adalah sebagai pelindung busur las dari pengaruh atmosfer seperti oksigen, nitrogen, dan udara; mencegah terjadinya ionisasi pada ujung elektroda; menjaga busur tetap stabil; menghasilkan terak dan slag; serta sebagai unsur padu.

Bagian-bagian elektroda terdiri dari sumbu elektroda dan pembungkus elektroda (fluks). Sumbu elektroda merupakan logam pengisi yang meleleh di dalam lengkung listrik bersama-sama dengan bahan induk dan kemudian membeku membentuk kampuh las. Pembungkus elektroda (fluks) mengurai di dalam lengkung listrik dan menghasilkan perisai gas CO₂ dan juga suatu lapisan padat, yang kedua-duanya melindungi kampuh las yang sedang terbentuk terhadap pengaruh yang merusak dari udara sekelilingnya.

c. Teknik Pengelasan

Terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan untuk mendukung hasil pengelasan yang halus, kuat dan efisien, di antaranya sebagai berikut.

a. Parameter penggunaan elektroda

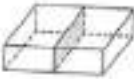

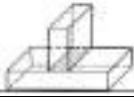

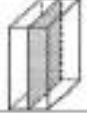
Tabel 2. Penggunaan Elektroda Berdasarkan Ketebalan Benda Kerja dan Arus

Diameter Elektroda (inchi)	Ketebalan Benda Kerja (inchi)	Arus (Ampere)
3/32	1/16	25-65
1/8	1/8	60-110
5/32	3/16	110-170
3/16	1/4	150-225
1/4	3/8	150-350
1/4	1/2	190-350
5/16	3/4	200-450
5/16	1	200-450

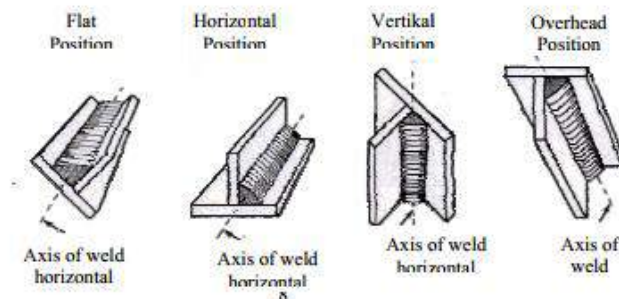
Sumber: Marwanto (2007) [2]

- b. Menyalakan dan mematikan busur las, dapat menggunakan dua metode, yaitu *stratching method* dan *tapping method*
- c. Gerakan elektroda yang digunakan di antaranya dengan gerakan menarik dan gerakan melebar
- d. Menyambung las yang dapat dilakukan di antaranya terak yang ada di dalam kawah las dibersihkan; jarak lengkung listrik yang dinyalakan sekitar 1/2 inchi di depan kawah las; serta elektroda digerakkan ke kawah las dan diisi hingga sama besar dengan jalur las sebelumnya.
- e. Perencanaan sambungan, sambungan yang dapat diterapkan dalam pengelasan SMAW di antaranya sebagai berikut.

Tabel 3. Jenis Sambungan

Jenis sambungan	Gambar Bentuk Sambungan
Sambungan tumpul	
Sambungan sudut	
Sambungan T	
Sambungan Tumpang	
Sambungan Sisi	

f. Posisi pengelasan



Gambar 4. Posisi Pengelasan

d. Keselamatan Kerja

Pengerjaan pengelasan dalam suatu logam, diperlukan tindakan-tindakan yang menunjang untuk keselamatan kerja, di antaranya sebagai berikut.

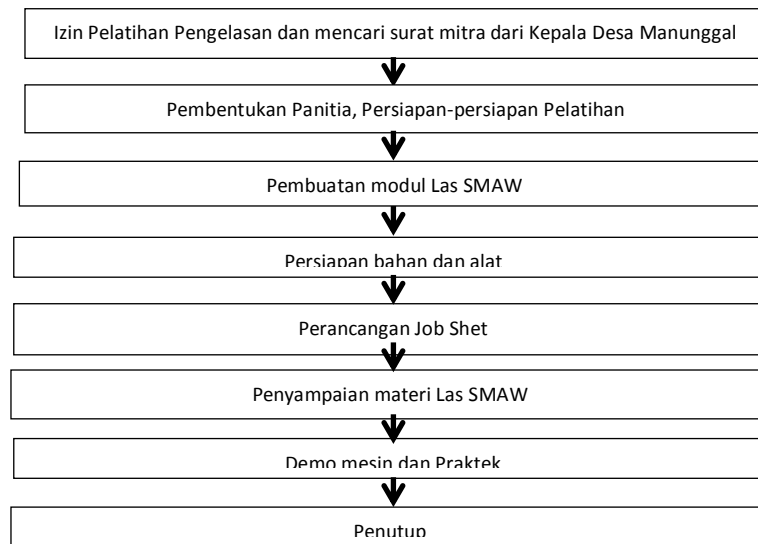
- Gunakan pakaian keselamatan kerja dengan baik untuk melindungi anggota badan dari percikan api las dan sinar las.
- Pakailah kacamata pengaman secara baik.
- Pakailah topi pengaman jika mengelas di tempat-tempat yang rumit.
- Hindari jalur kabel yang melintasi pitu atau sebagai tempat lalu lalang orang banyak.
- Hindari benda panas, benda tajam yang dapat mengganggu kabel las.

3. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan Pengabdian ini dilakukan di Desa Manunggal. Metode yang digunakan dalam kegiatan pengabdian ini adalah metode ceramah, diskusi dan latihan (praktek). Materi yang diberikan meliputi:

- Pengetahuan tentang proses las SMAW
- Bagian – bagian mesin las SMAW
- Cara pengoperasian mesin las SMAW
- Macam – macam sambungan dalam pengelasan
- Alat-alat K3 yang dibutuhkan dalam pengelasan
- Memberikan contoh/demonstrasi proses pengelasan SMAW (busur nyala listrik)
- Praktek masing – masing peserta pelatihan dengan Job Shet.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk melaksanakan kegiatan pengabdian masyarakat dapat dilihat pada diagram alir kegiatan pada gambar dibawah ini.



Gambar 5. Diagram Alir Kegiatan Pengabdian Masyarakat

Dalam rangka pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat, Teknik Mesin bekerjasama dengan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasyim Asy'ari mempunyai pakar atau tenaga ahli yang kompeten dalam berbagai disiplin ilmu yang berkaitan dengan permasalahan yang sedang diselesaikan. Pada kegiatan ini akan dilibatkan beberapa pakar atau tenaga ahli sebagai berikut.

Tabel 4. Keahlian Tim Pengusul

No	Nama Dosen	Bidang Keahlian
1	Basuki, S.T., M.T.	Teknik Mesin
2	Mohammad Munib Rosadi, S.Pd., M.Pd.	Teknik Mesin
3	Retno Eka Pramitasari, S.Pd., M.Pd.	Teknik Mesin
4	Fajar Satriya Hadi, S.Pd., M.Pd.	Teknik Mesin
5	Minto, S.Pd., M.T	Teknik Industri

ROAD MAP PENGABDIAN MASYARAKAT



Gambar 6. Rod Map Pengabdian Kepada Masyarakat

4. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan uraian penjelasan di atas, maka dapat diperoleh simpulan dan saran sebagai berikut.

Simpulan

Simpulan yang dapat diperoleh dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat di antaranya sebagai berikut.

- a. Diperlukan suatu pembinaan untuk meningkatkan keterampilan para pemuda desa Manunggal yang bertujuan untuk membentuk karakter wirasaha mandiri.
- b. Las SMAW merupakan salah satu bentuk pembinaan yang dilakukan oleh pengabdi, yang diharapkan dapat mengetahui keterampilan yang dimiliki oleh para pemuda desa Manunggal.

Saran

Terdapat beberapa saran pada pelaksanaan pengabdian yang dilakukan, di antaranya sebagai berikut.

- b. Para peserta yang mengikuti pelatihan diharapkan mematuhi peraturan yang diberikan oleh pihak panitia.
- c. Para peserta yang mengikuti pelatihan diharapkan dapat melaksanakan SOP yang telah disampaikan oleh pihak pengabdi.
- d. Diharapkan semua pelaksana pengabdian menggunakan alat K3 yang telah ditentukan.
- e. Diperlukan kehati-hatian dalam pengerjaan pengelasan pada benda kerja yang telah ditentukan.

DAFTAR RUJUKAN

[1] Dorimulu, Primus. (2019). Pengangguran Terdidik Meningkat.

<https://www.beritasatu.com/nasional/553406/penganggur-terdidik-meningkat/> diakses tanggal 19 September 2019.

[2] Marwanto, Arif. (2007). Materi pelatihan lifeskill remaja-remaja putus sekolah desa Purwobinangun Pakem (Shield Metal Arc Welding). Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

[3] Nursyahid. (2016) Teknik Las SMAW- Komponen dan Prosedur Pengelasan yang Baik. <https://www.cnzahid.com/2016/06/teknik-las-smaw-komponen-dan-prosedur.html>, diakses 29 Oktober 2019.

KERTAS TERBIODEGRADASI DARI SUMBER SERAT NON KAYU

Oktaffi Arinna Manasikana¹, Andhika Mayasari², Noer Af'idah³

Universitas Hasyim Asy'ari

Abstrak

Kebutuhan kertas di Indonesia pada masa mendatang akan semakin meningkat begitu juga di dunia. Meningkatnya kebutuhan yang besar akan kertas dan tuntutan masyarakat akan teknologi yang ramah lingkungan semakin meningkat, menyebabkan perlunya pemasokan bahan baku kertas yang besar pula pada sektor industri kertas. Bahan baku serat yang digunakan dalam pembuatan kertas adalah kayu. Penggunaan kayu yang terus meningkat ini akan mengakibatkan sumber daya kayu akan semakin menipis. Upaya mendukung program pemerintah dalam mengatasi penyediaan kertas dalam negeri serta mengurangi ketergantungan terhadap kayu sebagai bahan baku kertas, telah dilakukan upaya pencarian bahan baku alternatif, salah satu sumber serat non kayu (non-wood fiber) seperti jenis serat alam, khususnya yang berasal dari tumbuhan (vegetable fibres) yaitu salah satunya adalah ampas tebu dan kulit jagung. Kabupaten Jombang merupakan penghasil utama tanaman jagung dan tebu namun hasil limbah tanaman tersebut belum dimanfaatkan secara maksimal. Kandungan kulit jagung terdiri dari abu 6,04%, lignin 15,7%, selulosa 36,81%, dan hemiselulosa 27,01%. Komponen-komponen tersebut merupakan persyaratan untuk bahan yang dapat dijadikan kertas (Eva Rahayu Ningsih, 2012). Sedangkan kandungan dari ampas tebu yaitu abu 3%, lignin 22%, selulosa 37%, sari 1%, pentosan 27%, Sio 3% (Purnawan,2013). Berdasarkan komposisi selulosa dan hemiselulosa yang cukup besar seperti yang tertera di atas, maka kulit dan ampas tebu sangat potensial diaplikasikan sebagai kertas terbiodegradasi.

Kata Kunci: limbah, kulit jagung, ampas tebu, kertas terbiodegradasi

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan kertas di Indonesia pada masa mendatang akan semakin meningkat begitu juga di dunia. Meningkatnya kebutuhan yang besar akan kertas dan tuntutan masyarakat akan teknologi yang ramah lingkungan semakin meningkat, menyebabkan perlunya pemasokan bahan baku kertas yang besar pula pada sektor industri kertas. Kabupaten Jombang merupakan penghasil utama tanaman jagung dan tebu namun hasil limbah tanaman tersebut belum dimanfaatkan secara maksimal. Kurangnya kesadaran akan pemanfaatan limbah kulit jagung dan ampas tebu memberikan permasalahan bagi kami sebagai tim peneliti untuk melakukan suatu pengelolaan lingkungan.

Keterbatasan pemasokan bahan baku untuk produksi kertas yang disebabkan oleh isu lingkungan menyebabkan naiknya harga kertas. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka perlu dicari bahan baku alternatif yang dapat menghasilkan kertas. Kandungan ampas tebu yaitu selulosa, pentosan, lignin dan lain-lain, sedangkan kandungan kulit jagung terdiri dari abu, lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Komponen-komponen tersebut dapat dijadikan sebagai bahan pembuatan kertas karena memiliki kandungan selulosa yang tinggi. Kertas yang dihasilkan diharapkan dapat digunakan sebagai bahan kemasan ramah lingkungan.

Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui potensi bahan serat non kayu dari limbah kulit jagung dan ampas tebu sebagai bahan pembuatan kertas terbiodegradasi. Kulit jagung merupakan bagian tanaman yang melindungi biji jagung, berwarna hijau muda saat masih muda dan mengering pada pohonnya saat sudah tua. Tongkol jagung merupakan bagian tanaman tempat melekatnya biji jagung. Limbah kulit dan tongkol jagung sudah digunakan sebagai pakan ternak oleh masyarakat, akan tetapi pemanfaatannya belum maksimal. Kedua limbah tersebut masih memiliki nilai ekonomis yang rendah dan akan menimbulkan pencemaran lingkungan saat dibakar. Menurut Susilowati (2011), umumnya tanaman jagung mengandung kurang lebih 30% tongkol jagung sebagai limbah tidak bermanfaat yang merugikan lingkungan jika tidak ditangani dengan benar. Kulit

jagung atau klobot jagung merupakan kulit terluar yang menutupi bulir jagung. Kulit jagung ini juga merupakan lembaran modifikasi daun yang membungkus tongkol jagung. Secara morfologi, kulit atau klobot jagung ini mempunyai permukaan yang kasar dan berwarna hijau muda sampai hijau tua. Jumlah rata-rata kulit jagung dalam satu tongkol adalah 12-15 lembar.

Tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan tanaman yang ditanam untuk bahan baku gula. Tanaman ini hanya dapat tumbuh di daerah beriklim tropis. Tanaman ini termasuk jenis rumput-rumputan. Ampas tebu sebagian besar mengandung ligno-cellulose. Panjang seratnya antara 1,7 sampai 2 mm dengan diameter sekitar 20 mikro, sehingga ampas tebu ini dapat memenuhi persyaratan untuk diolah menjadi papan-papan buatan. Bagase mengandung air 48 - 52%, gula rata-rata 3,3% dan serat rata-rata 47,7%. Serat bagase tidak dapat larut dalam air dan sebagian besar terdiri dari selulosa, pentosan dan lignin (Husin, 2007). Hasil analisis serat bagase adalah seperti pada Tabel 2.2. Berdasarkan bahan kering, ampas tebu adalah terdiri dari unsur C (carbon) 47%, H (Hydrogen) 6,5%, O (oxygen) 44% dan abu (Ash) 2,5%. Menurut rumus Pritzelitz (Hugot, 1986) tiap kilogram ampas dengan kandungan gula sekitar 2,5% akan memiliki kalor sebesar 1825 kkal/kg. Secara keseluruhan, lahan perkebunan tebu di Indonesia saat ini mencapai kurang lebih 400.000 hektar, dimana sebagian besar (lebih dari 95%) di antaranya berada di Jawa dan Sumatera, dan sisanya berada di Sulawesi.

Pada umumnya, pabrik gula di Indonesia memanfaatkan ampas tebu sebagai bahan bakar bagi pabrik, setelah ampas tebu tersebut mengalami pengeringan. Disamping untuk bahan bakar, ampas tebu juga banyak digunakan sebagai bahan baku pada industri kertas, *particleboard*, *fibreboard*, dan lain-lain (Indriani dan Sumiarsih, 1992). Saat ini berkembang isu mengenai pemanfaatan ampas tebu (*bagasse*) sebagai bahan alternatif industri *pulp* dan kertas. Berkaitan dengan isu tersebut Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan Badan Litbang Departemen Kehutanan melakukan kajian terhadap permasalahan yang dihadapi dalam pemanfaatan *bagasse* untuk bahan baku alternative industri *pulp* dan kertas.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini berlangsung di Laboratorium IPA Universitas Hasyim Asy'ari Tebuireng Jombang. Pengujian sifat fisik dan mekanik dilakukan di Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya Malang, sedangkan untuk pengujian biodegradabilitas dilakukan di Laboratorium IPA Universitas Hasyim Asy'ari Jombang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kertas merupakan bahan tipis berbentuk lembaran yang sering digunakan oleh masyarakat untuk berbagai kepentingan seperti menulis, menggambar, mencetak, membungkus, kerajinan, dan sebagainya. Jenis kertas yang sering dikenal antara lain kertas HVS, kertas buram, kertas buffalo, kertas tissue, kertas minyak, dan kertas kemasan. Kertas kemasan dapat dikategorikan ramah lingkungan bila ditinjau dari aspek proses produksi, penggunaan bahan baku, pembuangan ke lingkungan bisa di-recycle dan mempunyai tingkat biodegradabilitas tinggi. Kertas kemasan dari limbah kulit jagung dan ampas tebu diharapkan menjadi kemasan ramah lingkungan karena penggunaan bahan baku alami dari limbah alam organik dan proses pembuangan mempunyai tingkat biodegradabilitas tinggi.

a. Komposisi kimia selulosa dari ampas tebu

Ampas tebu adalah suatu residu dari proses penggilingan tanaman tebu (*Saccharum Oicinarum*) setelah diekstrak atau dikeluarkan niranya pada industri pembuatan gula sehingga diperoleh hasil samping sejumlah besar produk limbah berserat yang dikenal sebagai ampas tebu (*bagasse*). Pada proses penggilingan tebu, terdapat lima kali proses penggilingan dari batang tebu sampai dihasilkan ampas tebu.

Analisis proksimat bertujuan untuk mengetahui sifat fisikokimia ampas tebu yang akan digunakan sebagai bahan dasar pembuatan kertas. Analisis ini meliputi penentuan kadar abu, lignin, selulosa, sari, pentosan, sio dari limbah ampas tebu yang dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 1. Komposisi kimia ampas tebu

Kandungan	Kadar %
Abu	3
Lignin	22
Selulosa	37
Sari	1
Pentosan	27
Sio	3

b. Komposisi kimia selulosa dari kulit jagung

Kulit jagung merupakan bagian tanaman yang melindungi biji jagung. Kulit jagung memiliki kandungan serat selulosa yang tinggi, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kertas. Analisis proksimat bertujuan untuk mengetahui sifat fisikokimia selulosa dari kulit jagung yang akan digunakan sebagai bahan dasar pembuatan kertas. Analisis ini berupa data sekunder meliputi penentuan kadar lignin, abu, alcohol-sikloheksana dan selulosa dari limbah kulit jagung yang dapat dilihat pada Tabel 5.2

Tabel.2. Komposisi kimia kulit jagung

Kandungan	Kadar %
Lignin	15
Abu	5,09
Alcohol-sikloheksana	4,57
Selulosa	44,08

Sumber: Putri (2015)

c. Proses Pembuatan Kertas Kemasan

Pembuatan kertas kemasan diawali dengan mengeringkan semua bahan yaitu kulit jagung dan ampas tebu. Kulit jagung dan ampas tebu dikeringkan di bawah sinar matahari hingga berwarna coklat dan bertekstur kering. Proses pengeringan ini berfungsi untuk menguapkan kandungan air yang terdapat pada kulit jagung dan ampas tebu sehingga mudah untuk dilakukan proses selanjutnya yaitu penggilingan atau blender yang berfungsi untuk merubah ukuran kulit jagung dan ampas tebu dari yang semula berupa lembaran serat menjadi serbuk. Serbuk ini yang akan membuat kertas kemasan berbahan dasar kulit jagung dan ampas tebu menjadi larut dalam bubur kertas (pulp) dan hasil kertas kemasan bertekstur halus. Agar mudah dalam penggilingan atau proses blender maka kulit jagung dan ampas tebu dapat dipotong kecil-kecil secara berulang-ulang. Untuk mendapatkan serbuk yang halus maka diperlukan pengayakan berulang kali menggunakan saringan dengan diameter yang berbeda dimana diameter terakhir yang pakai adalah saringan dengan diameter saringan paling kecil maka yang dihasilkan adalah serbuk kulit jagung dan ampas tebu yang paling halus. Proses gambar tahap persiapan bahan kulit jagung dan ampas tebu terlihat pada gambar 2 sebagai berikut:

d. Deskripsi morfologi kertas berbahan baku limbah ampas tebu dan kulit jagung

Komposisi sampel pengujian yang digunakan pada penelitian ini ada 3 variasi antara konsentrasi ampas tebu dan kulit jagung yang telah dikeringkan dan dihaluskan menjadi serbuk. Pembuatan kertas pada penelitian ini merupakan kertas yang terbuat dari variasi konsentrasi ampas tebu dan kulit jagung dengan penambahan kertas bekas, tepung kanji dan lem kayu. Hasil kertas pada penelitian ini berwarna putih keabu-abuan, hal ini dipengaruhi warna awal bahan baku yang berupa serbuk dan juga tinta yang ada pada kertas bekas. Gambar kertas hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar.2. Kertas Hasil Penelitian

Pada Gambar.1 terlihat tiga lembar kertas dengan warna yang berbeda. Variasi konsentrasi ampas tebu dan kulit jagung yaitu sebagai berikut : (a) variasi ampas tebu 50% : kulit jagung 50%, (b) variasi ampas tebu 25% : kulit jagung 75%, (c) variasi ampas tebu 75% : kulit jagung 25%.

e. Pengujian biodegradabilitas

Proses biodegradabilitas ini diperlukan untuk mempelajari tingkat ketahanan kertas yang dihasilkan

kaitannya dengan pengaruh mikroba pengurai, kelembaban tanah dan suhu bahkan faktor fisik yang lain. Secara kimiawi, bahan baku yang digunakan adalah bahan baku organik dan alamiah yang mudah berinteraksi dengan air dan mikroorganisme lain bahkan sensitif terhadap pengaruh fisik/kimia lingkungan, oleh karena itu kertas yang dihasilkan jelas bersifat biodegradabilitas. Pengamatan secara visual dilakukan setiap 1 minggu sekali selama 3 minggu untuk mengetahui perubahan kondisi fisik dan kertas tersebut setelah diletakkan di atas tanah. Perubahan fisik dari kertas dalam proses biodegradabilitas.



Gambar.3. Kertas Hasil Biodegradasi

4. KESIMPULAN

1. Sumber serat kayu dari limbah kulit jagung dan ampas tebu berpotensi sebagai kertas
2. Kertas yang dihasilkan dari serat non kayu mempunyai biodegradasi yang baik.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Anjani Woro Eristya, 2014, Pemanfaatan Tongkol Jagung Sebagai Bahan Baku Pembuatan Pulp Dengan Metode Soda, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Cinantya Puspita, 2015, Ekstraksi Asam Oksalat Dari Tongkol Jagung Dengan Pelarut HNO₃, Tugas Akhir, Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.
- Mayasari A., Pranoto Y., Sarto, 2013, Pembuatan Edible Film Berbahan Dasar Limbah Kulit Singkong Dengan Penambahan Gliserol dan Kitosan Sebagai Pengemas Bumbu Mie Instan, Tesis, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Ningsih Eva Rahayu, 2012, Uji Kinerja Digester Pada Proses Pulpung Kulit Jagung Dengan Variabel Suhu dan Waktu Pemasakan, Tugas Akhir, Program Diploma, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Prasetyawati Dwi Putri, 2015, Pemanfaatan Kulit Jagung dan Tongkol Jagung (*Zea mays*) Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Kertas Seni Dengan Penambahan Natrium Hidroksida (NaOH) dan Pewarna Alami, Naskah Publikasi, Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Purnawan C., Hilmiyana D., Wantini, Fatmawati E., 2013, Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Untuk Pembuatan Kertas Dekorasi Dengan Metode Organosolv, Jurnal EKOSAINS, Vol. IV No.2, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Vitaloka Adita, Rohanah Ainun, Rindang Adian, 2017, Karakteristik Kertas Berbahan Baku Ampas Tebu dan Sampah Kertas, Keteknik Pertanian, Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian, Vol.5 No.1, Fakultas Pertanian USU Medan.

Rancang Bangun Turbin Angin Tipe Savonius Untuk Media Pembelajaran

Basuki¹, Mohammad Munib Rosadi², Retno Eka Pramitasari³, Fajar Satriya Hadi⁴.

¹Universitas Hasyim Asy'ari Tebuireng Jombang
Email: ukibas02its@gmail.com

Abstrak

Sumber energi terbarukan adalah sumber energi yang dapat menggantikan pemanfaatan dan penggunaan sumber energi fosil dimana keberadaannya sangat melimpah dan belum banyak digunakan akan keberadaannya. Oleh karena itu untuk memunculkan ide ide baru dalam hal menciptakan atau mengubah energi terbarukan ini perlu adanya kesesuaian antara kurikulum pendidikan dengan kebutuhan pasar. Maka untuk membangkitkan semangat dan motivasi mahasiswa dalam proses belajar mengajar khususnya dalam mata kuliah Mesin Konversi Energi bagi mahasiswa teknik mesin maka perlu media dan metode pembelajaran. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui cara mendesain sebuah alat peraga turbin angin savonius, mengetahui prinsip kerja, dan menganalisa dari performa kinerja dari turbin angin tersebut. Urutan proses pembuatan turbin angin savonius adalah pembuatan kerangka dan meja mesin, pembuatan cerobong angin, pembuatan duct, pemasangan kipas angin, pembuatan dudukan turbin, pembuatan turbin savonius 2 sudu dan pembuatan dudukan motor servo. Dari penelitian tersebut dihasilkan sebuah alat turbin angin savonius yang digunakan sebagai media pembelajaran di Program Studi Teknik Mesin.

Kata kunci: Energi, Turbin, Angin, Savonius.

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk dan ekonomi membuat permintaan pasokan listrik terus meningkat. Indonesia diprediksi akan mengalami krisis setidaknya sebesar 1000 megawatt di tahun 2018 (www.hartech.co.id). Mengingat kebutuhan listrik di Indonesia pada saat ini masih bergantung pada energi fosil yang jumlahnya sangat terbatas. Oleh karena itu perlu adanya temuan – temuan energi alternatif atau energi terbarukan yang bisa membantu mengalihkan penggunaan energi listrik dari fosil ke energi terbarukan. Ini yang membuat pembangunan pembangkit listrik berbasis energi terbarukan dinilai merupakan kebutuhan nasional yang sudah tidak bisa ditunda lagi. Pengamat energi, Marwan Batubara mengatakan pemanfaatan energi terbarukan sebagai sumber pasokan listrik akan menghemat devisa dan anggaran negara (www.liputan6.com).

Sumber energi terbarukan adalah sumber energi yang dapat menggantikan pemanfaatan dan penggunaan sumber energi fosil dimana keberadaannya sangat melimpah dan belum banyak digunakan akan keberadaannya. Ada beberapa macam energi terbarukan antara lain: energi matahari, energi geothermal, energi angin, energi pasang surut, energi biomassa, energi biofuel, energi gelombang (<https://geothermalindonesia.com>).

Pembangkit listrik tenaga angin mengkonversi energi angin menjadi energi listrik dengan bantuan turbin atau kincir angin. Cara kerjanya sangat sederhana yaitu putaran turbin yang disebabkan oleh angin diteruskan ke rotor generator, dimana generator memiliki lilitan tembaga yang berfungsi sebagai stator sehingga terjadi GGL (gaya gerak listrik). Listrik yang dihasilkan dapat dimanfaatkan langsung ke beban seperti lampu.

Mata kuliah Mesin Konversi Energi pada jurusan teknik mesin mempelajari tentang bagaimana cara mengkonversi energi atau merubah energi lain ke dalam bentuk energi lainnya. Sehingga kehadiran alat wind turbin savonius diharapkan mampu membantu atau dijadikan acuan dalam proses belajar tentang terbentuknya energi.

Sehingga penulis tertarik dalam penelitian ini yang berjudul “ **Rancang Bangun Turbin Angin Tipe Savonius Untuk Media Pembelajaran** “. Hal ini mengingat pentingnya alat atau protipe mesin pengkonversi energi dapat dimanfaatkan dalam pemahaman konsep turbin angin pembangkit listrik, prinsip kerja generator, pengaruh jumlah sudu terhadap energy listrik yang dihasilkan. Alat ini uga dapat digunakan sebagai media peraga dalam mata kuliah konversi energi.

2. **KAJIAN PUSTAKA**

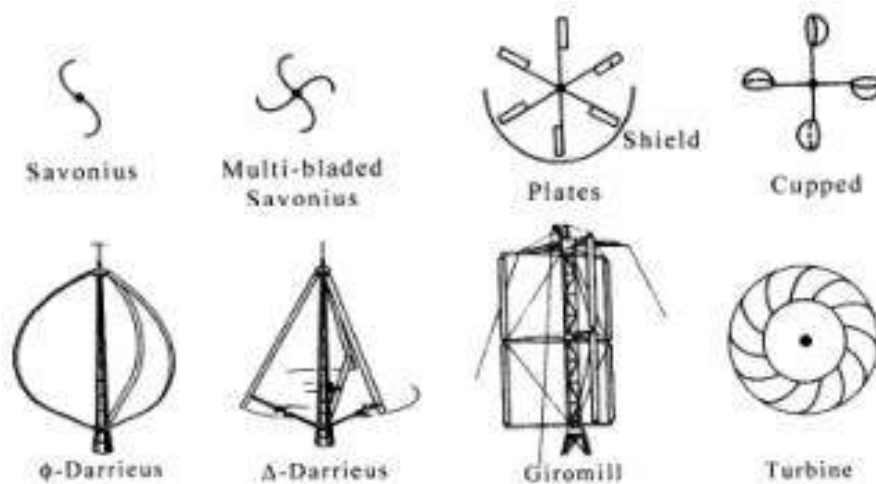
A. Angin

Angin adalah aliran udara dalam jumlah yang besar diakibatkan oleh rotasi bumi dan juga karena adanya perbedaan tekanan udara disekitarnya. Angin bergerak dari tempat bertekanan udara tinggi ke bertekanan udara rendah(Pangestu 2017).

B. Turbin Angin

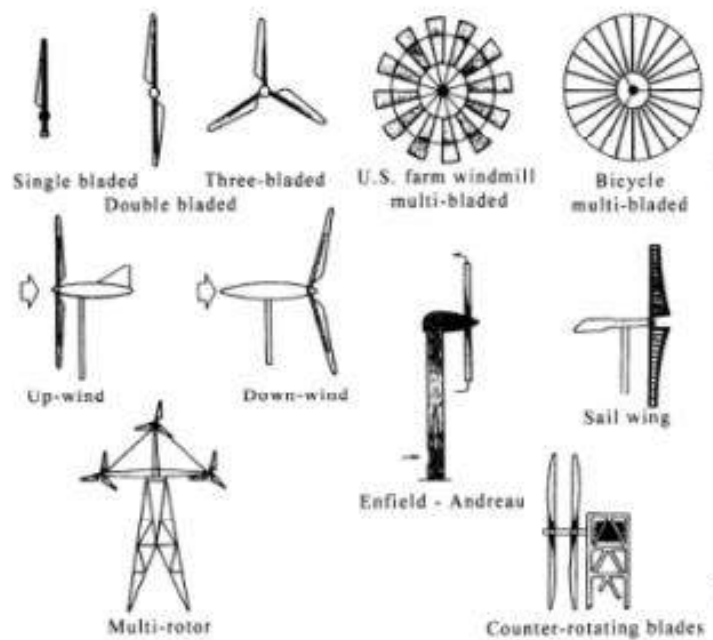
Turbin angin adalah sebuah sistem yang berfungsi untuk mengubah energi kinetik angin menjadi energi mekanik pada poros turbin. Turbin angin berdasarkan letak porosnya dibedakan menjadi dua yaitu : *Vertical Axis Wind Turbine* (VAWT) dan *Horizontal Axis Wind Turbine* (HAWT)(Wachid and Herlamba Siregar 2018).

Vertical Axis Wind Turbine (VAWT) adalah merupakan turbin angin dengan posisi poros turbin yang tegak lurus terhadap arah aliran angin. Jenis turbin VAWT dibedakan menjadi tiga antara lain: *Savonius*, *Darius* dan H. Berikut macam-macam gambar turbin VAWT:



Gambar 1. Macam-Macam Gambar Desain Turbin VAWT (Nakhoda and Saleh 2015)

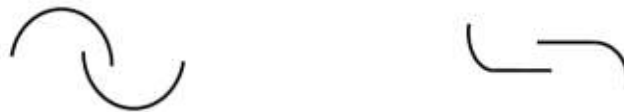
Horizontal Axis Wind Turbine (HAWT) adalah merupakan jenis turbin yang mempunyai poros yang sejajar dengan arah alirannya. Berikut macam-macam gambar turbin HAWT:



Gambar 2. Macam-Macam Gambar Desain Turbin HAWT(Nakhoda and Saleh 2015)

C. Turbin Angin Savonius

Turbin angin savonius adalah salah satu turbin angin yang sumbunya vertikal yang dapat digunakan pada angin kecepatan rendah. Turbin savonius memiliki beberapa bentuk rotor antara lain: berbentuk U dan L seperti gambar dibawah ini:



a) Tipe U b) Tipe L
 Gambar 3. Macam-Macam Rotor Turbin Savonius

D. Perhitungan Unjuk Kerja Turbin Angin Savonius

Beberapa rumus yang digunakan dalam melakukan penelitian unjuk kerja turbin angin savonius:

1. Energi Kinetik
 Adalah energi yang berasal dari gerakan suatu benda. Gerakan sebuah benda dipengaruhi oleh besarnya kecepatan dan massa. Sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Ek = \frac{1}{2} mv^2 \dots\dots\dots(1)$$
2. Daya Angin
 Adalah daya yang dihasilkan oleh sudu kincir angin. Daya angin dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Pw = \frac{1}{2} \rho . A . V^3 \dots\dots\dots(2)$$
3. Torsi
 Adalah gaya yang bekerja pada poros yang dihasilkan oleh gaya drag pada sudu-sudu kincir angin. Torsi dirumuskan sebagai berikut:

$$T = \frac{P}{2 . \pi . n} \dots\dots\dots(3)$$
4. Daya Kincir Angin
 Adalah daya yang dihasilkan oleh putaran kincir angin karena putaran sudu kincir, putaran kincir angin menghasilkan energi mekanik yang kemudian dirubah menjadi energi listrik. Perhitungan nilai daya kincir angin dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$Pw = T . \omega \dots\dots\dots(4)$$
5. Tip Speed Ratio (TSR)
 Adalah perbandingan antara kecepatan linear lingkaran terluar kincir dengan kecepatan angin. Perhitungan nilai TSR dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{\omega . r}{v} \dots\dots\dots(5)$$

3. METODE PENELITIAN

Tempat Pelaksanaan

Pembuatan alat dan pengujian turbin angin tipe savonius dilakukan di Laboratorium Pengelasan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasyim Asy'ari Tebuireng Jombang.

Alat Penelitian

1. Turbin Angin Savonius
2. Fan Blower
3. Generator
4. Anemometer
5. Multimeter
6. Tachometer
7. Gergaji besi
8. Mesin las listrik
9. Gergaji kayu
10. Mistar/meteran

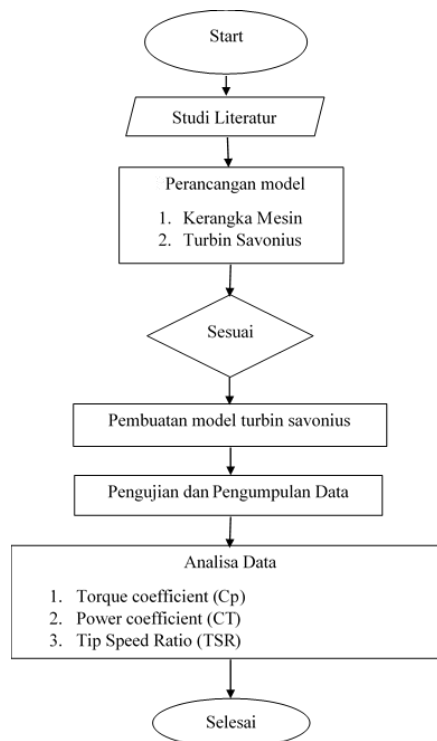
Bahan Penelitian

1. Turbin savonius
2. Duct
3. Kerangka mesin
4. Sarangan angin
5. Papan triplek
6. Kabel
7. Elektroda las
8. Besi
9. Generator/motor servo
10. Besi siku

Prosedur Penelitian

1. Pembuatan kerangka mesin
2. Pengerjaan cerobong angin
3. Pengerjaan duct
4. Pembuatan dudukan kipas/blower
5. Pembuatan sarangan angin
6. Pembuatan dudukan turbin angin
7. Pembuatan turbin angin savonius
8. Pembuatan tempat dudukan motor servo
9. Pengujian mekanis turbin angin

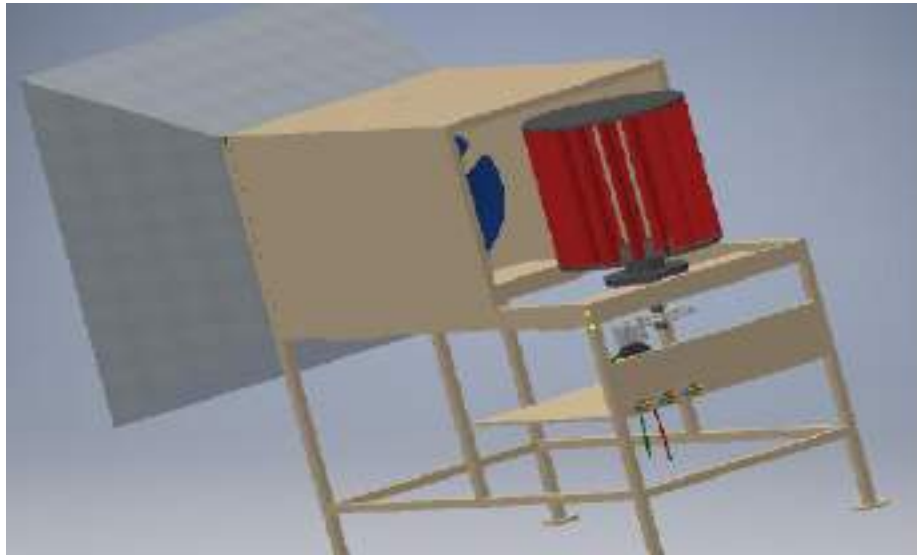
Diagram Alir Penelitian



Gambar 4. Rancangan Penelitian

Desain Alat

Gambar 5 dibawah ini menunjukkan rancangan desain alat turbin angin savonius.



Gambar 5. Desain Alat Turbin Angin Savonius.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Meja dan Kerangka Mesin Turbin Angin

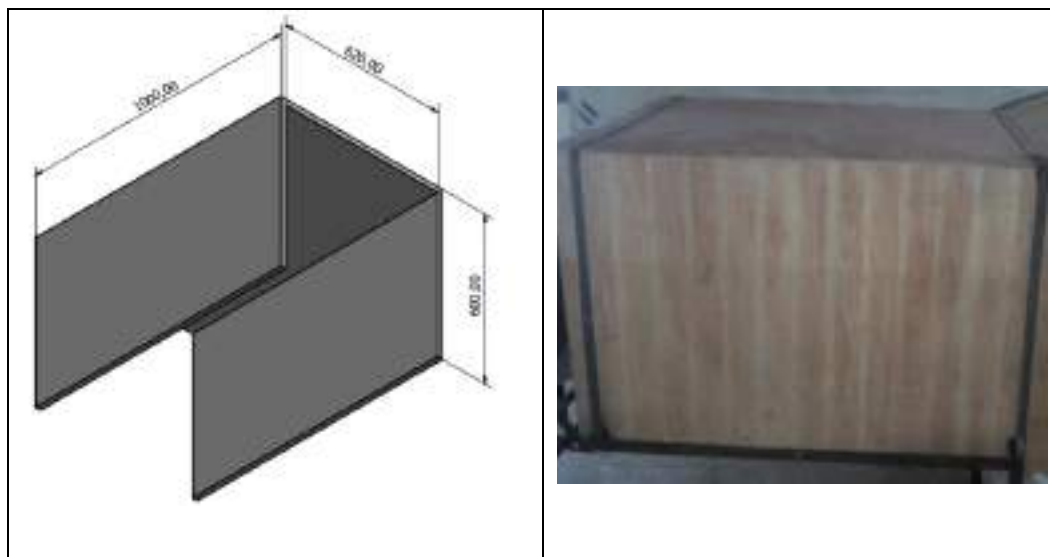
Gambar 5 menunjukkan meja dan kerangka mesin turbin angin tipe savonius. Meja dan kerangka mesin ini dibuat dari bahan besi siku dengan dimensi 30 x 30 x 3 mm, yang mana dimensi dari kerangka dan meja adalah panjang 1,6 m dan tinggi 0,56 m. Pembuatan meja dan kerangka mesin ini melibatkan beberapa proses antara lain mesin gergaji, mesin las dan gerinda tangan. Mesin gergaji digunakan untuk memotong besi siku untuk tiap-tiap bagian, sedangkan mesin las digunakan untuk menyambungkan masing-masing bagian sisi dari kerangka dan meja turbin angin. Mesin gerinda tangan digunakan untuk proses finishing setelah dilakukan proses pengelasan. Meja dan kerangka ini merupakan bagian dari perancangan mesin yang harus dibuat dengan kekuatan yang standar karena ini sebagai alas atau penopang dari sebuah konstruksi.



Gambar 5. Meja dan Kerangka Mesin Turbin Angin

Pembuatan Cerobong Angin

Gambar 6 merupakan salah satu bagian dari alat turbin angin yang dinamakan dengan cerobong angin. Cerobong angin ini terbuat dari papan triplek yang mempunyai dimensi panjang 1 m, lebar 0,62 m dan tinggi 0,6 m. Setiap sisi-sisi papan dihubungkan dengan menggunakan paku sebagai pengikat antar sisi agar tidak lepas. Cerobong angin ini berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan kipas angin untuk menggerakkan turbin angin. Tujuan dibuatkan cerobong ini adalah agar kecepatan angin yang dibangkitkan dari kipas tidak keluar area dan aliran angin dari kipas supaya mengalir dengan seragam dan tujuan lain dari cerobong angin adalah sebagai ruang pembatas kecepatan aliran angin. Lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 6. Cerobong Angin

Pembuatan Duct

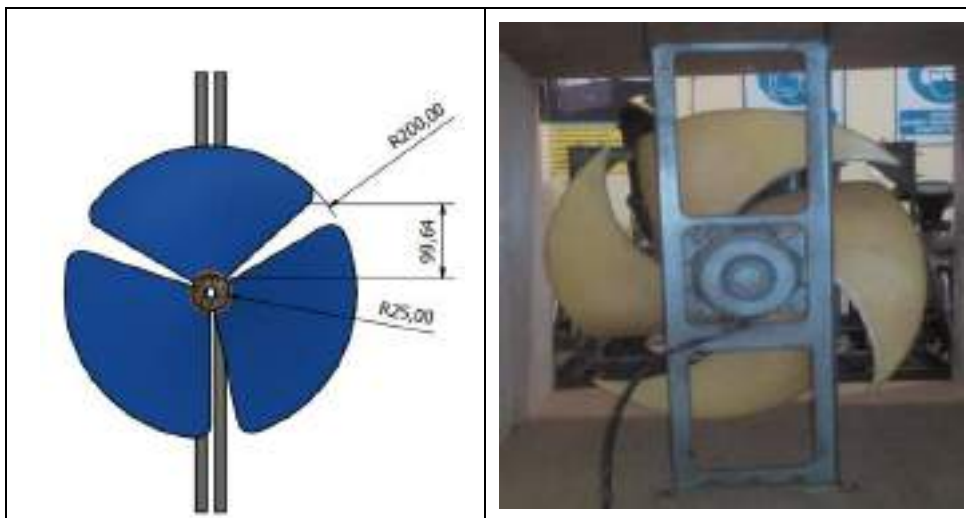
Gambar 7 menunjukkan bagian dari mesin turbin angin yang disebut dengan ducting atau disebut saluran angin. Bagian ini terbuat dari papan triplek yang mempunyai dimensi panjang 0,96 m; lebar 0,96 m. Pembuatannya menggunakan beberapa alat bantu salah satunya adalah gergaji tangan. Untuk menghubungkan beberapa sisi menggunakan paku sebagai pengikat antar sisi. Bagian ini berfungsi sebagai saluran masuk angin dari kipas angin.



Gambar 7. Duct

Pembuatan Kipas Angin

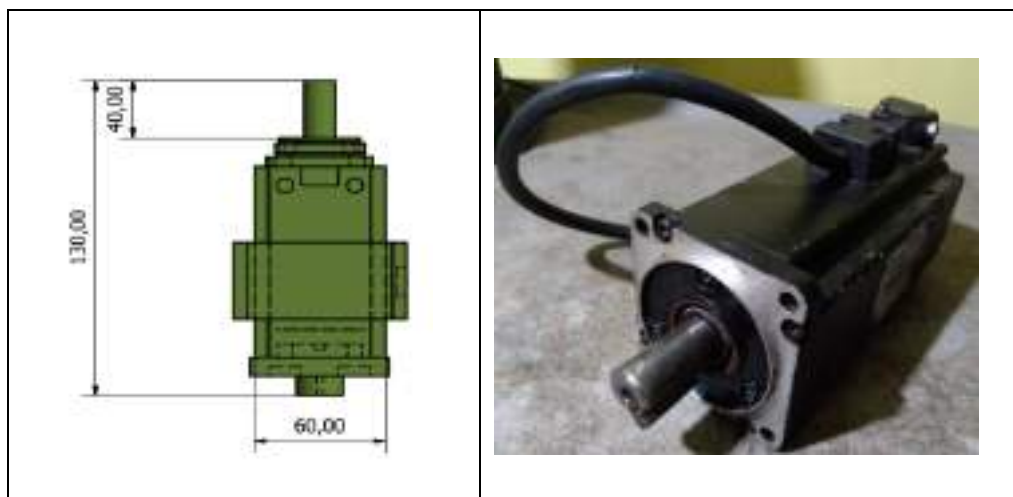
Gambar 8 menunjukkan bagian dari mesin turbin angin yang disebut dengan kipas angin. Kipas angin ini digunakan sebagai alat penggerak turbin angin yang terdiri dari 4 sudu. Kipas angin ini diletakkan didalam cerobong angin yang letaknya setengah dari panjang cerobong angin.



Gambar 8. Kipas Angin

Perakitan Motor Servo

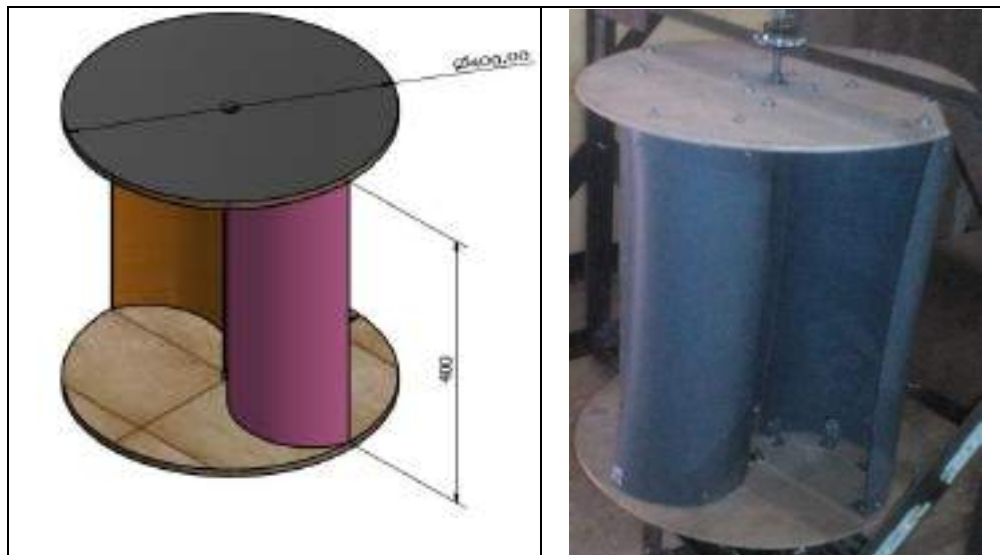
Gambar 9 menunjukkan motor servo DC (*Direct Current*) yang berfungsi sebagai generator yang dihubungkan satu poros dengan turbin. Motor servo ini nanti akan digerakkan oleh turbin angin sehingga akan terjadi pengkonversian energi dari mekanik menjadi listrik.



Gambar 9. Motor Servo

Pembuatan Turbin Savonius 2 Sudu

Gambar 10 menunjukkan turbin savonius 2 sudu yang terbuat dari pipa PVC. Turbin savonius ini mempunyai dimensi diameter turbin 40 cm dan tinggi 40 cm. Bagian alas turbin terbuat dari papan kayu, sedangkan sudu turbin terbuat dari pipa PVC. Turbin savonius ini berfungsi untuk menggerakkan generator yang akan menghasilkan energi listrik. Pada proses tersebut akan terjadi perubahan energi, yaitu energi kinetik akan dirubah menjadi energi listrik. Proses pembuatan turbin ini menggunakan tang ripet sebagai penyambung antara pipa PVC dengan alas papan kayu.



Gambar 10. Turbin Angin Savonius 2 Sudu

Proses Perakitan Turbin Angin Savonius

Gambar 11 merupakan hasil perakitan dari beberapa komponen turbin angin savonius, mulai dari komponen kerangka mesin, cerobong angin, duct, kipas angin,udukan turbin, turbin savonius danudukan motor servo. Lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 11. Perakitan Turbin Angin Savonius

5. SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Proses pembuatan turbin angin savonius meliputi beberapa komponen antara lain: pembuatan kerangka dan meja mesin, pembuatan cerobong angin, pembuatan duct atau saluran angin, pemasangan kipas angin, pembuatan turbin angin savonius, pembuatanudukan turbin dan tempat motor servo.
2. Turbin angin savonius ini bekerja diawali dengan menggerakkan kipas angin, kemudian kipas angin menggerakkan turbin savonius, turbin savonius kemudian menggerakkan motor servo DC dengan transmisi gear box. Akhirnya pada motor servo tersebut akan menghasilkan listrik DC. Dari urutan proses tersebut terjadi pengkonversian energi yaitu energi kinetik dirubah menjadi energi listrik.

Saran

1. Pada penelitian tahun berikutnya hendaknya alat ini diukur performa kerja dari turbin savonius tersebut yang nantinya akan mengetahui nilai dari tegangan listrik yang dihasilkan, kecepatan angin dan putaran turbin.
2. Pada penelitian tahun berikutnya hendaknya alat turbin savonius divariasikan jumlah sudu, apakah ada pengaruh jumlah sudu terhadap peforma kinerja dari turbin angin savonius.

DAFTAR PUSTAKA

- Nakhoda, Y. I. and C. Saleh (2015). Rancang Bangun Kincir Angin Sumbu Vertikal Pembangkit Tenaga Listrik Portabel. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan.
- Pangestu, R. (2017). Turbin Angin Vertikal Savonius Bertingkat Membentuk Helix.
- Putro, A. H. (2017). Studi Eksperimen Pengaruh Silinder Sirkular Sebagai Pengganggu Aliran Di Depan Sisi Returning Blade Terhadap Performa Turbin Angin Savonius “Studi Kasus Untuk $(D/D)= 0, 2$; $(S/D)= 1, 2 \leq S/D \leq 2, 1$; $(Re)= 6 \times 10^4, 7.5 \times 10^4, 9 \times 10^4$ ”, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sumiati, R. and A. Zamri (2013). "Rancang bangun miniatur turbin angin pembangkit listrik untuk media pembelajaran." Jurnal Teknik Mesin **3**(2).
- Wachid, A. and I. Herlamba Siregar (2018). "Study Experimental Turbin Angin Savonius 2 tingkat Dengan Penambahan Drag Reducing Pada Returning Blade (Studi Kasus Pada 2 Blade Bertingkat)." Jurnal Pendidikan Teknik Mesin **7**(1).
- www.Hartech.co.id diakses tanggal 15 Mei 2018