

**LAPORAN AKHIR**  
**PROGRAM DANA PADANAN VOKASI (*MATCHING FUND/MF*)**



**HILIRISASI TURBIN ULIR UNTUK  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO**

**POLITEKNIK NEGERI MANADO**

**Direktorat Akademik Pendidikan Tinggi Vokasi  
Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi  
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi**

**2021**

**LAPORAN AKHIR PROGRAM  
MATCHING FUND TAHUN 2021**

|                  |   |
|------------------|---|
| JUDUL            | Hilirisasi Turbin Ulir Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro |
| PERGURUAN TINGGI | Politeknik Negeri Manado  |
| MITRA            | PT. Repindo Perkasa Makmur  |
| KETUA PELAKSANA  | Dr. Tineke Saroinsong, SST.,M.Eng                                 |
| DANA DIKSI       | Rp. 500.000.000,-   |
| DANA MITRA       | Rp. 500.000.000,-( <i>in kind</i> )                               |
| NOMOR PKS        | 112/RPM/XIII/2021<br>1283/PL.121?KS/2021                          |
| TANGGAL PKS      | 15 Juni 2021  |

## LEMBAR PENGESAHAN

1. Nama PTV : Politeknik Negeri Manado
2. Penanggung Jawab (Direktur)  
Nama : Dra. Maryke Alelo, MBA  
Alamat : Jl.Politeknik Kelurahan Buha, Kec. Mapanget.Manado.  
Telepon : 089670807230  
Fax : 0431-811568  
*e-mail* : [maryke.alelo@polimdo.ac.id](mailto:maryke.alelo@polimdo.ac.id)
3. Ketua Pelaksana Program MF  
Nama : Dr. Tineke Saroinsong, SST.,M.Eng  
Alamat : Jl.Politeknik Kelurahan Buha, Kec. Mapanget.Manado.  
Telepon : 089621188907  
Fax : 0431-811568  
*e-mail* : [tinekesaroinsong@polimdo.ac.id](mailto:tinekesaroinsong@polimdo.ac.id)

Manado, 24 Desember 2021

Disampaikan oleh,  
Penanggung Jawab Program MF  
Direktur



Dra. Maryke Alelo, MBA

## RINGKASAN EKSEKUTIF

Program Pendidikan vokasi yang mendukung kebutuhan industri (Matching fund) merupakan kegiatan yang sangat bermanfaat dan berdampak bagi institusi dan mitra industri. Melalui program ini, terjadi link and match dan peran mitra industri dalam mendukung dan berkontribusi dalam pemanfaatan hasil inovasi teknologi dari perguruan tinggi vokasi dalam hal ini institusi kami Politeknik Negeri Manado.

Melalui program ini capaian indikator kinerja utama (IKU) poin satu yaitu kegiatan manufaktur prototipe turbin ulir akan diterapkan menjadi pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) di masyarakat Desa Wiau Kabupaten Minahasa Tenggara. Kontribusi Mitra industri membantu membuat bangunan sipil untuk pemasangan turbin ulir. kemudian poin dua IKU dan Poin dua pada indikator kinerja tambahan menerapkan metode pembelajaran project based learning (PBL). Kegiatan lainnya yang mendukung pencapaian indikator kinerja tambahan adalah pelatihan entrepreneurship bagi dosen dan teknisi jurusan teknik mesin. Penjaminan mutu produk turbin ulir ini dilakukan kegiatan workshop standarisasi turbin ulir dengan target melakukan pengujian laik industri dan masuk e-catalog. Hasil program Matching fund ini akan menjadi pilot project hilirisasi turbin ulir Archimedes untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro di Indonesia bagian Timur. Sehingga teknologi industri manufaktur turbin ulir Archimedes dapat dikembangkan di Politeknik Negeri Manado bekerja sama dengan industri pengguna dan pemerintah daerah. Dan proses penelitian ini diharapkan keterlibatan mahasiswa dapat meningkatkan kompetensi mahasiswa jurusan Teknik Mesin pada mata kuliah Mesin Konversi Energi, Praktek Manufaktur, Praktek Permesinan dan Las.

Program kegiatan Matching Fund sudah selesai dilaksanakan, luaran yang dicapai adalah manufaktur 2 unit turbin ulir kapasitas daya 3 kW dan 1 unit replika, dokumen kurikulum, hasil pengujian pengelasan sudu turbin ulir dan Gambar kerja. Program pengembangan sumber daya manusia sudah dilaksanakan yaitu pelatihan entrepreneurship turbin ulir, kegiatan workshop sudah dilaksanakan yaitu workshop standarisasi produk turbin ulir dan workshop sinkronisasi kurikulum.

*Kata kunci :hilirisasi, energi terbarukan, turbin ulir, mikrohidro, kompetensi mahasiswa.*

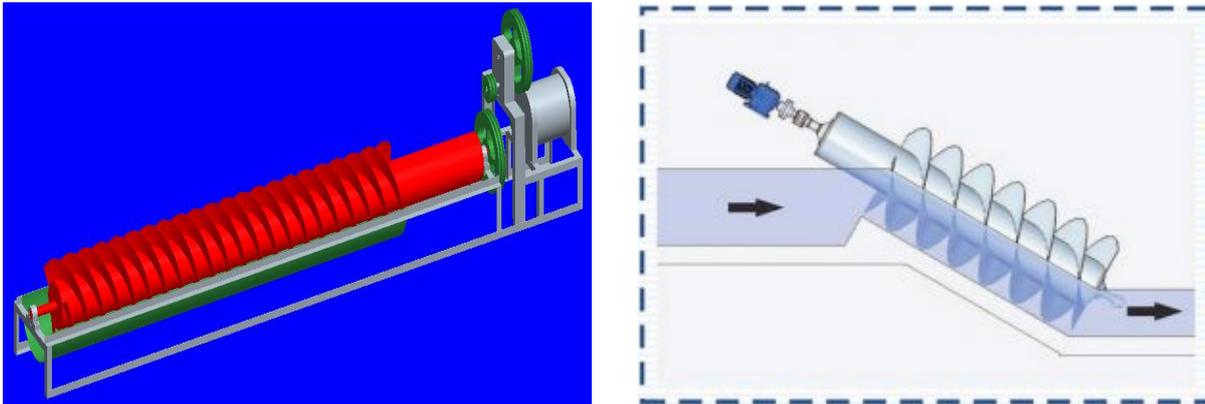
# BAB I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

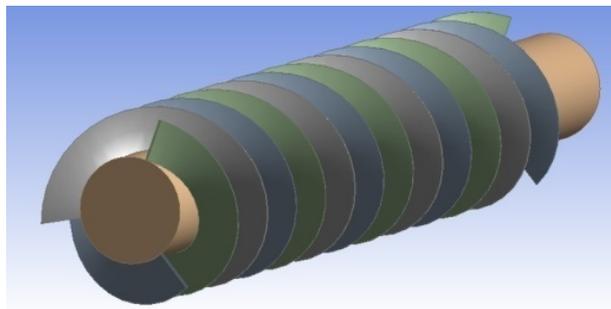
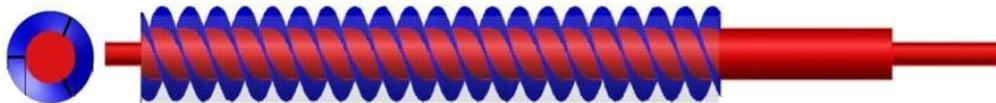
Penelitian energi terbarukan sekarang ini dikembangkan antara lain pembangkit listrik tenaga mikrohidro yang memanfaatkan energi aliran air sungai. Jenis-jenis turbin yang banyak dikenal dan diaplikasikan pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro adalah turbin crossflow, turbin kaplan, turbin propeller, turbin turgo, turbin francis dan turbin pelton. Turbin ulir merupakan jenis turbin yang baru diteliti satu dekade ini, dan cocok digunakan pada *head* rendah ( $H < 10$  m). Turbin ulir diadopsi dari teori *Archimedean screw* yang digunakan sebagai pompa. Melihat potensi aliran sungai yang ada di Indonesia rata-rata memiliki *head* rendah, karena itu turbin ulir sangat cocok untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro di Indonesia. Selain sungai, bisa memanfaatkan potensi saluran irigasi. Turbin ulir memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan jenis turbin lainnya. Turbin ulir tidak membutuhkan pipa pesat dan sistem kendali khusus, peralatan dan generator standar, mudah dalam pemasangan, mudah perawatan, dan tidak merusak ekologi sungai atau *fish-friendly* (David Kilama Okot, 2013). Hasil-hasil penelitian turbin ulir secara garis besar adalah perancangan geometris mengenai jarak kisar, jumlah sudu, sudut ulir dan model analitis aliran masuk turbin. Hal yang menarik dari Müller Gerald (2009) bahwa efisiensi turbin ulir adalah fungsi dari geometri dan rugi-rugi aliran yang belum diidentifikasi. Sama halnya dengan Nuembergk Dirk M (2013) yang membuat model aliran masuk turbin dengan memperhitungkan kemungkinan aliran bocor pada celah antara silinder luar (*casing*) dan ulir, tapi belum mengidentifikasi fenomena aliran diantara sudu-sudu. Saroinsong Tineke (2015) melaporkan hasil penelitiannya mengenai kinerja turbin ulir Archimedes tiga sudu dengan menganalisa fenomena aliran fluida yang terjadi pada sudu turbin, dimana efek Bilangan Froude sangat mempengaruhi kinerja turbin. Semakin tinggi Bilangan Froude semakin rendah efisiensi turbin. Kemudian Saroinsong Tineke (2016) menyatakan dalam hasil penelitian turbin ulir Archimedes bahwa kemiringan poros dan kedalaman aliran masuk turbin mempengaruhi kinerja turbin ulir. Efisiensi maksimum sebesar 89 % dalam variabel penelitian terjadi pada kemiringan poros  $25^\circ$ .

Penelitian mengenai turbin ulir Archimedes adalah penerapan ilmu dan teknologi tepat guna yang sangat bermanfaat untuk membantu memecahkan masalah krisis energy listrik dengan memanfaatkan energy terbarukan aliran sungai atau saluran irigasi. Turbin ulir Archimedes diaplikasikan pada aliran sungai, saluran irigasi yang merupakan aliran dengan permukaan bebas/terbuka. Gaya penggerak utama dari aliran terbuka adalah berat fluida yang dipengaruhi oleh gravitasi, dan distribusi tekanannya adalah hidrostatis. Turbin ulir Archimedes

merupakan turbin yang bekerja pada tekanan hidrostatik sehingga tidak dikategorikan sebagai turbin reaksi ataupun turbin impuls. Model Turbin ulir Archimedes ditunjukkan Gambar 1.



Gambar 1. Model Turbin Ulir



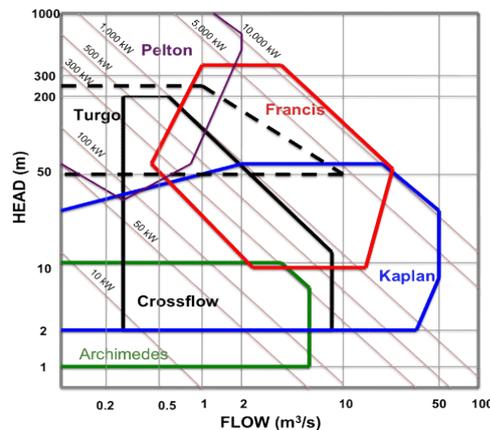
Gambar 2. Bentuk Turbin Ulir Tiga Sudu

Terobosan teknologi turbin ulir adalah mengeksplorasi potensi energi hidrolis aliran sungai atau saluran irigasi yang memiliki *head* rendah dan *flow* rendah bisa menghasilkan energi listrik. Beberapa keunggulan dari turbin ulir dibandingkan dengan jenis turbin air lainnya adalah :

- Persyaratan teknik/bangunan sipil standard rendah
- Dapat diaplikasikan pada saluran irigasi.
- Tekanan air yang terjadi pada turbin tidak merusak ekologi sungai yaitu ikan (*fish-friendly*)
- Umur turbin lebih tahan lama jika dioperasikan dengan putaran rendah.
- Mudah untuk melakukan perawatan dan inspeksi pada turbin.
- Tidak memerlukan system standar yang sangat rumit seperti turbin lainnya.
- Tidak membutuhkan *draft tube*, sehingga dapat mengurangi pengeluaran untuk penggalian pemasangan *draft tube*.

- Penggunaan unit peralatan standar dan generator standar dengan biaya yang rendah.
- Efisiensi tinggi
- Mudah pengoperasiannya dan biaya pemeliharaan yang rendah.

Grafik dibawah ini, menjelaskan perbedaan penggunaan atau aplikasi turbin air pada *head* dan *flow* yang cocok. Turbin ulir cocok diaplikasikan di sungai-sungai dan saluran irigasi.



Prototipe turbin ulir tiga sudu sudah dihasilkan melalui penelitian internal Politeknik Negeri Manado skim produk terapan, dan penelitian pengembangan teknologi industri (PPTI) sudah di uji pada skala lapangan. Tingkat kesiapterapan teknologi (TKT) penelitian turbin ulir tiga sudu sudah berada pada TKT 8 sehingga penelitian ini perlu dikembangkan dan dihilirisasi pada masyarakat. Target hilirisasi ini membuat prototipe pada satu desa di propinsi Sulawesi Utara yang sangat membutuhkan energi listrik dan menjadi pilot project Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Indonesia bagian Timur. Dan proses penelitian ini diharapkan keterlibatan mahasiswa dapat meningkatkan kompetensi mahasiswa jurusan Teknik Mesin pada mata kuliah Mesin Konversi Energi, Praktek Manufaktur, Praktek Permesinan dan Las. Mahasiswa juga akan turun lapangan melakukan survey kelayakan sungai dengan menerapkan materi kuliah pengukuran debit, persamaan bernoulli dan melakukan interaksi dengan masyarakat, bekerja tim, berdiskusi sebagai perwujudan merdeka belajar-kampus merdeka.

Produk inovasi Turbin ulir ini sudah memperoleh paten sederhana dengan nomor sertifikat paten IDS000002969 tanggal 13 Maret 2020.

Sejak tahun 2015 – 2021 Politeknik Negeri Manado telah bermitra dengan beberapa DUDI baik di dalam maupun di luar negeri . Kerja sama yang sudah dilakukan meliputi pertukaran mahasiswa, bantuan tenaga ahli, magang , penelitian, pelatihan, seminar, konferensi, sertifikasi, revisi kurikulum, pembukaan program studi baru dan banyak kegiatan lainnya yang semuanya diarahkan pada meningkatkan efektivitas, efisiensi, produktivitas, kreativitas, inovasi, mutu, dan relevansi pelaksanaan Tridarma Perguruan Tinggi untuk meningkatkan daya saing. Hasil yang diperoleh dari membangun kerja sama dengan mitra diantaranya peningkatan

kualitas sumber daya manusia , peningkatan kualitas lulusan dan terserapnya lulusan Polimdo untuk bekerja baik di instansi pemerintah maupun swasta.

Politeknik Negeri Manado mendorong terciptanya kerjasama penelitian antara lain dengan Pemerintah Daerah, Kementerian terkait, atau swasta. Jejaring penelitian terbentuk melalui peneliti dan mitranya, antara lain dengan dosen pembimbing saat peneliti melakukan studi lanjut, kontak dengan komunitas bidang ilmu serumpun, organisasi profesi, atau saat menghadiri seminar ilmiah nasional dan internasional. Unit Pelaksana Teknis Hubungan Internasional Politeknik Negeri Manado juga berperan aktif dalam memfasilitasi terbangunnya jejaring penelitian dengan mitra perguruan tinggi di luar negeri.

Kerjasama Politeknik Negeri Manado Jurusan Teknik Mesin dengan mitra terkait penelitian turbin ulir ini sudah pernah dilakukan bersama Yayasan Astra Honda Motor melalui dana CSR membantu desa Mengkang di Kabupaten Bolaang Mongondow membangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro, sekaligus penerapan dilapangan/lokasi sebenarnya. Proses manufaktur turbin ulir menerapkan metode *project base learning* dengan melibatkan mahasiswa tugas akhir.

## **1.2 Tujuan**

Tujuan dari kegiatan ini adalah :

1. Untuk menghasilkan prototipe turbin ulir laik industri (TKT 8)
2. Untuk mengembangkan teknologi industri manufaktur tubin ulir di Politeknik Negeri Manado untuk PLTMH Wilayah Indonesia bagian Timur.

## **1.3 Rasional**

Berdasarkan Peraturan Menteri ESDM Nomor 19 Tahun 2015 (Permen ESDM 19/2015), pemerintah menetapkan Feed in Tariff yang dinilai ekonomis untuk listrik yang dihasilkan pembangkit listrik mikro hidro (PLTMH), yaitu sekitar Rp 1.560-2.080/kWh. Dalam RAPBN 2017 juga disiapkan subsidi energi baru terbarukan (EBT) sebesar Rp 1,3 triliun, Rp 520 miliar di antaranya untuk mikro hidro. Kebijakan-kebijakan ini diambil pemerintah untuk mendorong pengembangan EBT di Indonesia, termasuk energi mikro hidro. Diharapkan regulasi-regulasi itu dapat menarik minat investor untuk menggarap potensi energi mikro hidro di Indonesia, terutama di daerah-daerah terpencil di Indonesia Timur yang masih kekurangan pasokan listrik. PT PLN (Persero) pun ingin PLTMH lebih banyak di Indonesia Timur. Sebab, harga listrik dari mikro hidro memang relatif mahal untuk Pulau Jawa yang sudah didominasi oleh pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Dengan bahan bakar batu bara, biaya

produksi listrik hanya sekitar Rp 800/kWh, jauh di bawah harga listrik dari mikro hidro. Tapi untuk melistriki Indonesia Timur, PLTMH terhitung cukup efisien. Pulau-pulau di Maluku misalnya, banyak yang terpaksa masih menggunakan pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD) berbahan bakar solar, biaya produksi listriknya mencapai Rp 3.600/kWh. Sedangkan harga listrik dari mikro hidro hanya separuhnya. Kendati demikian, PLTMH masih minim di Indonesia Timur, lebih banyak berkembang di Jawa dan Sumatera. Dari 84 PLTMH yang memasok listrik jaringan PLN, 47 di antaranya ada Jawa, 15 di Sumatera, sisanya di Nusa Tenggara dan Sulawesi. Kementerian ESDM ingin listrik merata diseluruh Indonesia dari Sabang sampai Merauke, dari Pulau Miangas sampai Pulau Rote, sehingga mengusung visi “Energi Berkeadilan”. Kondisi saat ini, msih ada lebih dari 12.000 desa yang belum terelektifikasi dengan baik, 2500 desa diantaranya bahkan belum berlistrik sama sekali. Bisnis dibidang energy terbarukan merupakan sesuatu bisnis yang terbilang baru/fres di Indonesia. Salah satu yang menjadi focus pemerintah adalah dibidang mikrohidro. Prospek bisnis ini sangat baik sebab pemerintah menargetkan ditahun 2025 tercapainya rasio elektrifikasi 100% dan permintaan akan listrik bertambah 7000 MW setiap tahunnya.

#### **1.4. Manfaat**

Manfaat dan sasaran hilirisasi produk turbin ulir ini adalah untuk :

1. Desa-desa yang belum dijangkau listrik dari PLN dan memiliki daerah aliran sungai atau saluran irigasi.
2. Penerangan jalan, lokasi peternakan, lokasi pengolahan pertanian (penggilingan padi, jagung dan lainnya)
3. Pengembangan daerah wisata yang belum ada listrik
4. Bendungan air yang bisa dijadikan wisata turbin ulir dengan pemasangan parallel.
5. Dapat meningkatkan tingkat kesiapan komponen dalam negeri (TKDN) yang akan diproduksi oleh Mitra industri seperti : transmisi gearbox/pulli dan sabuk, generator, stabilisator, bearing, dan lainnya.
6. Mitra industri dapat merekrut lulusan yang kompeten dibidang energy terbarukan, manufaktur, permesinan dan las.

## BAB II. LAPORAN PELAKSANAAN PROGRAM

Prototipe turbin ulir tiga sudu sudah dihasilkan melalui penelitian internal Politeknik Negeri Manado skim produk terapan, dan penelitian pengembangan teknologi industri (PPTI) sudah di uji pada skala lapangan. Tingkat kesiapterapan teknologi (TKT) penelitian turbin ulir tiga sudu sudah berada pada TKT 8 sehingga penelitian ini perlu dikembangkan dan dihilirisasi pada masyarakat. Target hilirisasi ini membuat prototipe pada satu desa di propinsi Sulawesi Utara yang sangat membutuhkan energi listrik dan menjadi pilot project Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Indonesia bagian Timur. Dan proses penelitian ini diharapkan keterlibatan mahasiswa dapat meningkatkan kompetensi mahasiswa jurusan Teknik Mesin pada mata kuliah Mesin Konversi Energi, Praktek Manufaktur, Praktek Permesinan dan Las. Mahasiswa juga akan turun lapangan melakukan survey kelayakan sungai dengan menerapkan materi kuliah pengukuran debit, persamaan bernoulli dan melakukan interaksi dengan masyarakat, bekerja tim, berdiskusi sebagai perwujudan merdeka belajar-kampus merdeka. Program matching fund yang sudah disepakati bersama dengan mitra industri dan dinilai oleh tim evaluator adalah :

1. Manufaktur turbin ulir 2 unit dengan kapasitas daya 3 kW, dan 1 unit replika.
2. Pelatihan entrepreneurship turbin ulir
3. Workshop standarisasi produk turbin ulir
4. Workshop sinkronisasi kurikulum

Pengembangan produk unggulan turbin ulir ini dilaksanakan bersama mitra industri PT Repindo perkasa makmur yang berkontribusi dalam pembuatan bendungan sipil untuk pemasangan turbin ulir di lokasi mitra pengguna yaitu Desa Wiau Kabupaten Minahasa Tenggara. Setelah manufaktur turbin ulir satu unit akan dipasang di Desa Wiau.

Keterlibatan mitra industri dalam program matching fund dan kegiatan pelatihan dan workshop mendukung pelaksanaan hilirisasi dan komersialisai produk serta mendukung penerapan pembelajaran teaching factory di Politeknik Negeri Manado, khususnya jurusan teknik mesin. Pelaksanaan program ini melibatkan mahasiswa dalam bentuk project based learning. Mulai dari desain produk, merancang prototipe, manufaktur. Diharapkan kedepan melalui produk turbin ulir ini akan diterapkan teaching factory di jurusan teknik mesin.

Investasi yang digunakan berdasarkan kesepakatan dalam pengajuan proposal dan tertuang dalam berita acara adalah :

| No | Kegiatan / Tahapan Kegiatan                                 | Komponen biaya                 | Volum e | Dana DIKTI  | Dana DUDI/Mitra |
|----|---|--------------------------------|---------|-------------|-----------------|
| 1  | Pelatihan Entrepreneurship Produk Turbin Ulir               | Pengembangan SDM               | 1       | 80.000.000  |                 |
| 2  | Workshop Standarisasi Produk Turbin Ulir                    | LokaKarya/Workshop/FGD         | 1       | 75.000.000  |                 |
|    | Workshop Sinkronisasi Kurikulum Terhadap Produk Turbin Ulir | LokaKarya/Workshop/FGD         | 1       | 75.000.000  |                 |
| 3  | Pembuatan Turbin Ulir                                       | Biaya Pokok Produksi           | 1       | 270.000.000 |                 |
| 4  | Pembuatan Bendungan dan Saluran                             | Material Bendungan dan Saluran | 1       |             | 250.000.000     |
| 5  | Pembuatan Pintu Air   | Pintu Air                      | 2       |             | 40.000.000      |
| 6  | Pembuatan Bendungan Air Sungai                              | Bendungan Air Sungai           | 1       |             | 190.000.000     |
| 7  | Pembuatan Rumah Turbin                                      | Rumah Turbin Ulir              | 1       |             | 20.000.000      |
|    | <b>Total Dana</b>   |                                |         | 500.000.000 | 500.000.000     |

Peran masing-masing pihak yang terlibat dalam program hilirisasi produk turbin ulir adalah :

- ❖ Pimpinan institusi mengalokasi anggaran manajemen program dan memonitor pelaksanaan kegiatan.
- ❖ Mitra Dudi PT. Repindo Perkasa Makmur membantu pembuatan bendungan sipil untuk pemasangan turbin ulir di Desa Wiau Minahasa Tenggara
- ❖ Dosen Jurusan teknik mesin mengikuti kegiatan workshop standarisasi produk, mengikuti workshop sinkronisasi produk turbin ulir dan mengikuti pelatihan entrepreneurship.

### **Rincian Pelaksanaan Program Kegiatan**

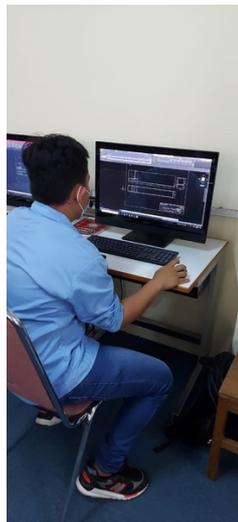
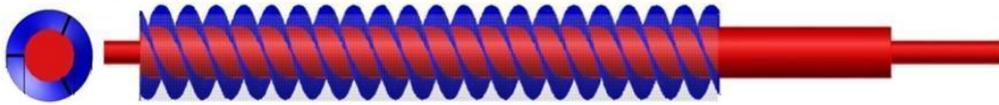
#### **❖ Kegiatan Pembuatan/Manufaktur Prototipe Turbin ulir**

Pembuatan/manufaktur prototipe turbin ulir merupakan kegiatan project based learning (PBL) dari mahasiswa, dengan menerapkannya pada mata kuliah Gambar Teknik, Praktek Permesinan dan las, Elemen mesin. Sedangkan sistem pembangkit listrik tenaga mikrohidro akan dimasukkan dalam materi kuliah Konversi Energi, mekanika fluida.

Pembuatan turbin ulir menggunakan material poros pipa diameter 8 Inchi, dan pelat baja ASTM tebal 5 mm untuk sudu, dan besi siku 6 x 6 Cm untuk rangka/dudukan poros turbin, pelat 3 mm untuk casing, profil U untuk dudukan generator dan transmisi. Proses Pembuatan prototipe

Turbin ulir menggunakan mesin Las, mesin bubut, mesin rol pelat, mesin frais, mesin gerinda, dan kerja bangku. Peran mahasiswa dalam pelaksanaan kegiatan ini adalah sebagai berikut :

1. Proses desain Gambar menggunakan Autocad di lab komputer



**Gambar. Foto Proses menggambar turbin ulir di lab komputer**

2. Proses pemotongan pelat untuk pembuatan sudu ulir menggunakan alat bantu busur dan mesin las.



3. Membuat sudu ulir dan rangka



**Gambar. Foto Proses Pembuatan Sudu Ulir dan Rangka**

4. Membuat poros dudukan bantalan menggunakan mesin bubut



**Gambar. Foto Pembuatan poros bearing**

5. Proses pembuatan alur pasak untuk sambungan transmisi puli menggunakan mesin frais



6. Membuat flens



**Gambar. Foto Pembuatan flens**

7. Proses Pembuatan casing menggunakan pelat baja ASTM tebal 3 mm.

- Pemotongan plat



- Pengerollan plat



- Penyambungan plat dengan cara pengelasan



- Pemasangan *Casing* pada Turbin Ulir



- Pengecetan *Casing* Turbin Ulir



- Prototipe turbin ulir yang sudah selesai di manufaktur



❖ Kegiatan Pengujian Sambungan Las sudu turbin melalui uji Tarik.





### **Deskripsi Hasil Pengujian Tarik**

Material : Baja Pelat Jenis ASTM dengan Tebal Pelat 5 [mm]

Standar Pengujian : ASTM E8

Konfigurasi Spesimen : 1. Kode A ; Sambungan Las Satu Sisi

2. Kode B ; Sambungan Las Dua Sisi

3. Kode C ; Tanpa Sambungan

Bentuk Kampuh Las : V-Groove Single

Nama Mesin Uji : Mesin Pengujian Tarik (*Universal Machine Testing*)

Tipe Mesin Uji : ZWICK Z 100

### **Analisis terhadap Kekuatan Tarik**

#### ***Spesimen Kode A***

Mempunyai nilai Kekuatan Tarik Maksimum rata-rata,  $\sigma_t = 301$  MPa. Jika memperhatikan tabel hasil pengujian, bahwa spesimen kode A<sub>4</sub> mempunyai nilai Kekuatan Tarik maksimum,  $\sigma_t = 369$  MPa, dan spesimen kode A<sub>1</sub> mempunyai Kekuatan Tarik maksimum,  $\sigma_t = 301$  MPa dan kemudian disusul dua spesimen kode A<sub>2</sub> dan A<sub>3</sub> mempunyai Kekuatan Tarik maksimum masing-masing  $\sigma_t = 265$  MPa dan  $\sigma_t = 264$  MPa. Ke empat specimen kode A ini terjadi daerah putus (*Break area*) pada daerah sambungan lasan dengan logam material spesimen.

#### ***Spesimen Kode B***

Mempunyai nilai Kekuatan Tarik maksimum rata-rata,  $\sigma_t = 272$  MPa. Jika memperhatikan tabel hasil pengujian, bahwa spesimen kode B<sub>1</sub> mempunyai nilai Kekuatan Tarik maksimum,  $\sigma_t = 280$  MPa, dan spesimen kode B<sub>2</sub> mempunyai Kekuatan Tarik maksimum,  $\sigma_t = 262$  MPa dan

kemudian disusul dua spesimen kode B<sub>3</sub> mempunyai Kekuatan Tarik maksimum masing-masing  $\sigma_t = 274$  MPa.

Ke tiga spesimen kode B ini terjadi daerah putus (*Break area*) pada daerah logam material spesimen, namun justru agak jauh sedikit dari Daerah Pengaruh Panas (HAZ= Heat Affected Zone).

### ***Spesimen Kode C***

Mempunyai nilai Kekuatan Tarik maksimum rata-rata,  $\sigma_t = 262$  MPa. Jika memperhatikan tabel hasil pengujian, bahwa spesimen kode C<sub>1</sub> mempunyai nilai Kekuatan Tarik maksimum,  $\sigma_t = 271$  MPa, dan spesimen kode C<sub>2</sub> mempunyai Kekuatan Tarik maksimum,  $\sigma_t = 258$  MPa dan kemudian disusul dua spesimen kode C<sub>3</sub> mempunyai Kekuatan Tarik maksimum masing-masing  $\sigma_t = 257$  MPa. Ke tiga spesimen kode C ini, mempunyai daerah putus bervariasi posisinya. Spesimen kode C<sub>1</sub> dan C<sub>2</sub> daerah putus berada di samping namun spesimen kode C<sub>3</sub> daerah putusnya ditengah. Jika dibandingkan dengan spesimen kode A dan B, maka spesimen kode C ini justru mempunyai nilai Kekuatan Tarik maksimum yang lebih rendah.

### **Analisis Terhadap Elongasi**

Spesimen kode B dimana konfigurasi Lasannya dua sisi, yang mempunyai nilai elongasi yang lebih besar sebesar 65,10 % jika dibanding dengan spesimen kode C sebesar 30,73 % dan spesimen kode A sebesar 4,75 %. Namun secara keseluruhan material ini dapat dikatakan material yang ulet sehingga hampir dipastikan sangat mungkin dapat digunakan untuk konstruksi mesin yang mendapat perlakuan beban yang berubah-ubah dan kontinu.

## ❖ Kegiatan Pelatihan Entrepreneurship Turbin Ulir

Pelatihan entrepreneurship turbin ulir dilaksanakan pada tanggal 18-21 November 2021 di Balai inkubator teknologi kawasan puspitek BRIN tangerang selatan. Jumlah peserta yang ikut sebanyak 5 tenaga pengajar/dosen Politeknik Negeri Manado.



### ❖ Kegiatan Workshop Standarisasi Produk Turbin Ulir

Kegiatan workshop standarisasi produk turbin ulir dilaksanakan tanggal 24 -25 November di hotel Grand luley Manado. Nara sumber adalah direktur pengembangan standar BSN dan KADIN propinsi Sulawesi utara, peserta yang ikut adalah seluruh tenaga pengajar/dosen dan teknisi jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Manado.



## ❖ Kegiatan Workshop Sinkronisasi Kurikulum

Kegiatan workshop sinkronisasi kurikulum dilaksanakan tanggal 11-12 Desember di Hotel Grand puri Manado. Peserta seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Manado.



Keterlibatan pihak mitra memberikan dana *inkind* dengan membuat bangunan sipil PLTMH yang akan dipasang produk turbin ulir ini.



## BAB 3. CAPAIAN AKHIR PROGRAM

### 3.1 Luaran Produk

Target luaran Program Matching fund tahun 2021 yang ditetapkan pada berita acara tertuang dalam tabel dibawah ini, yaitu :

| No | Jenis Luaran  | Target Luaran   |
|----|---|---|
| 1. | 2 Unit Turbin Ulir kapasitas 3 kW,<br>1 replika           | Prototype turbin<br>ulir 2 unit<br>kapasitas 3 kW, 1<br>unit replika    |
| 2. | 1 dokumen sinkronisasi kurikulum                          | Dokumen<br>Kurikulum  |
| 3. | Hasil Pengujian (kualitas<br>pengelasan) dan gambar kerja | Dokumen Inspeksi<br>Result data antara<br>Gambar kerja dan<br>Prototipe |

1. Produk turbin ulir yang sudah dihasilkan adalah 2 unit prototipe turbin ulir daya generator 3 kW dan satu unit replika.



2. Dokumen Kurikulum

Dokumen kurikulum yang di sinkronisasi dengan hilirisasi produk turbin ulir untuk PLTMH program matching fund adalah dokumen yang disiapkan untuk prodi D4 Energi Baru Terbarukan

### **landasan psikologis, landasan yuridis, dan lain-lain.**

#### **Landasan Filosofis**

memberikan pedoman secara filosofis pada tahap perancangan, pelaksanaan, dan peningkatan kualitas pendidikan

#### **Landasan Sosiologis**

memberikan landasan bagi pengembangan kurikulum sebagai perangkat pendidikan yang terdiri dari tujuan, materi, kegiatan belajar dan lingkungan belajar yang positif bagi perolehan pengalaman pembelajar yang relevan dengan perkembangan personal dan sosial pembelajar

#### **Landasan Psikologis**

memberikan landasan bagi pengembangan kurikulum, sehingga kurikulum mampu mendorong secara terus-menerus keingintahuan mahasiswa dan dapat memotivasi belajar sepanjang hayat; kurikulum yang dapat memfasilitasi mahasiswa belajar sehingga mampu menyadari peran dan fungsinya dalam lingkungannya; kurikulum yang dapat menyebabkan mahasiswa berpikir kritis, dan berpikir tingkat dan melakukan penalaran tingkat tinggi (higher order thinking); kurikulum yang mampu mengoptimalkan pengembangan potensi mahasiswa menjadi manusia yang diinginkan; kurikulum yang mampu memfasilitasi mahasiswa belajar menjadi manusia yang paripurna, yakni manusia yang bebas, bertanggung jawab, percaya diri, bermoral atau berakhlak mulia, mampu berkolaborasi, toleran, dan menjadi manusia yang terdidik penuh determinasi kontribusi untuk tercapainya cita-cita dalam pembukaan UUD 1945

#### **Landasan historis,**

kurikulum yang mampu memfasilitasi mahasiswa belajar sesuai dengan zamannya; kurikulum yang mampu mewariskan nilai budaya dan sejarah keemasan bangsa-bangsa masa lalu, dan mentransformasikan dalam era di mana dia sedang belajar; kurikulum yang mampu mempersiapkan mahasiswa agar dapat hidup lebih baik di abad 21, memiliki peran aktif di era industri 4.0, serta mampu membaca tanda-tanda perkembangannya

#### **Landasan Yuridis**

adalah landasan hukum yang menjadi dasar atau rujukan pada tahapan perancangan, pengembangan, pelaksanaan, dan evaluasi, serta sistem penjaminan mutu perguruan tinggi yang akan menjamin pelaksanaan kurikulum dan tercapainya tujuan kurikulum. Berikut adalah beberapa landasan hukum yang perlu diacu dalam penyusunan dan pelaksanaan kurikulum:

- a. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2005 Nomor 157, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4586);
- b. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 158, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5336);
- c. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2012, tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI);

- d. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 73 Tahun 2013, tentang Penerapan KKNI Bidang Perguruan Tinggi;
- e. Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 62 Tahun 2016 tentang Sistem Penjaminan Mutu Pendidikan Tinggi;
- f. Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Nomor 59 tahun 2018, tentang Ijazah, Sertifikat Kompetensi, Sertifikat Profesi, Gelar dan Tata Cara Penulisan Gelar di Perguruan Tinggi;
- g. Keputusan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi No. 123 Tahun 2019 tentang Magang dan Pengakuan Satuan Kredit Semester Magang Industri untuk Program Sarjana dan Sarjana Terapan.
- h. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 3 tahun 2020, tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi;
- i. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 5 tahun 2020, tentang Akreditasi Program Studi dan Perguruan Tinggi
- j. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 7 Tahun 2020 tentang Pendirian Perubahan, Pembubaran Perguruan Tinggi Negeri, dan Pendirian, Perubahan, Pencabutan Izin Perguruan Tinggi Swasta.
- k. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 22 tahun 2020, tentang Rencana Strategis Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.  
Landasan Sosial dan Ekonomi
  - Makro EBT
  - Micro EBT di daerah, list industry EBT local dll
  - Lulusan yang bekerja di EBT, kontribusi terhadap peningkatan pendapatan ekonomi keluarga?

#### **IV. Rumusan Visi, Misi, Tujuan, Strategi.**

##### **Visi**

Politeknik Negeri Manado menjadi pusat unggulan teknologi, inovasi dan pembelajaran transformatif berwawasan internasional di era industry 4.0

##### **Misi**

1. Transformasi Layanan Tridharma Politeknik Negeri Manado
2. Transformasi penjaminan mutu holistik (holistic quality assurance)
3. Transformasi pengelolaan sumber daya institusi
4. Reformasi birokrasi yang kompeten, professional dan melayani (service bureaucracy)

##### **Tujuan,**

1. Terwujudnya layanan tridharma yang digerakkan oleh industry 4.0
2. Terciptanya penjaminan mutu holistik (holistic Quality Assurance)
3. Terwujudnya pengelolaan sumber daya institusi secara berdaya saing
4. Terwujudnya birokrasi yang melayani secara efisien dan efektif

##### **Strategi**

1. Transformasi Layanan Tridharma Politeknik Negeri Manado
  - a. Bidang Pendidikan: mengadopsi & mengadaptasi konsep kampus merdeka di lingkungan Politeknik Negeri Manado ;
  - b. Bidang Penelitian yang berorientasi pada dampak dan solusi (impacts and solution oriented)
  - c. Pengabdian pada masyarakat:

2. Transformasi Implementasi penjaminan mutu holistik

Input:

🏢 Pengembangan Pusat Pengendalian dan Penjaminan Mutu

🏢 Pengendalian Proses

- a) Melaksanakan real time monitoring pada semua proses yang berlangsung pada organisasi melalui teknologi pemantau dan parameter performance
- b) Melakukan real time assessment terhadap hasil monitoring
- c) Melakukan tindakan korektif

🏢 Output dan outcome

- a) Output: Sertifikasi bagi semua mahasiswa
- b) Outcome: parameter utama yang akan dipakai adalah tingkat keterserapan mahasiswa di dunia kerja maupun tingkat penyiapan lapangan kerja
- c) Accountability: Pengakuan atas Politeknik dalam pertanggungjawaban pelaksanaan layanan organisasi

🏢 Pengelolaan output dan outcome

- a) Output: Parameter sertifikasi akan diberlakukan untuk seluruh mahasiswa
- b) Outcome: Parameter employability atau tingkat keterserapan kerja atau menciptakan lapangan kerja
- c) Tracer Study: mengembangkan program tracer study untuk memonitoring tingkat keterserapan lulusan.

3. Transformasi Pengelolaan potensi sumber daya organisasi

- a) Pengembangan Pusat Unggulan Teknologi
- b) Pusat inkubator bisnis

4. Terwujudnya birokrasi yang melayani secara efisien dan efektif

- a) Penerapan reformasi birokrasi
- b) Mewujudkan Zona Integritas Wilayah Bebas Korupsi (WBK) dan Wilayah Birokrasi Bersih Melayani (WBBM)

**V. Rumusan Standar Kompetensi Lulusan (SKL) yang dinyatakan dalam Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) – CPL terdiri dari aspek: Sikap, dan Keterampilan Umum minimal diadopsi dari SN-Dikti, serta aspek Pengetahuan, dan Keterampilan Khusus dirumuskan mengacu pada deskriptor KKNI sesuai dengan jenjangnya.**

|    | Profil Lulusan                                    |
|----|---|
| 1  | Senior Renewable Energy Engineer                  |
| 2  | M&E Engineer                                      |
| 3  | Supervisor Project                                |
| 4  | Site Engineer                                     |
| 5  | Installation Engineer                             |
| 6  | Engineer Test & Commissioning                     |
| 7  | Industrial Services Engineer                      |
| 8  | Quality Control Engineer                          |
| 9  | Installation engineer; designer engineer; drafter |
| 10 | Project Engineer                                  |

|           | <b>CAPAIAN PEMBELAJARAN LULUSAN (CPL) - SIKAP (S)</b>   |
|-----------|---|
| <b>S1</b> | bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan mampu menunjukkan sikap religius;   |
| <b>S2</b> | menjunjung tinggi nilai kemanusiaan dalam menjalankan tugas berdasarkan agama, moral, dan etika;                                  |
| <b>S3</b> | berkontribusi dalam peningkatan mutu kehidupan bermasyarakat, berbangsa, bernegara, dan kemajuan peradaban berdasarkan Pancasila; |

|            |   |
|------------|---|
| <b>S4</b>  | berperan sebagai warga negara yang bangga dan cinta tanah air, memiliki nasionalisme serta rasa tanggungjawab pada negara dan bangsa; |
| <b>S5</b>  | menghargai keanekaragaman budaya, pandangan, agama, dan kepercayaan, serta pendapat atau temuan orisinal orang lain;                  |
| <b>S6</b>  | bekerja sama dan memiliki kepekaan sosial serta kepedulian terhadap masyarakat dan lingkungan;  |
| <b>S7</b>  | taat hukum dan disiplin dalam kehidupan bermasyarakat dan bernegara;  |
| <b>S8</b>  | menginternalisasi nilai, norma, dan etika akademik;   |
| <b>S9</b>  | menunjukkan sikap bertanggungjawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri; dan   |
| <b>S10</b> | Menginternalisasi semangat kemandirian, kejuangan, dan kewirausahaan.   |

|            | <b>CAPAIAN PEMBELAJARAN LULUSAN (CPL) – PENGETAHUAN UMUM (P)</b>   |
|------------|--|
| <b>P1</b>  | Mampu menerapkan matematika, statistika, sains dan keteknikan industri pada penyelesaian masalah di bidang energi terbarukan (PLTS, PLTMH, Hybrid)   |
| <b>P2</b>  | Mampu menguasai pengetahuan tentang teknik survey, konsep instrumentasi, melaksanakan pengukuran variabel operasi pembangkit, serta menganalisis dan menafsirkan data yang sesuai untuk penyelesaian masalah di bidang energi terbarukan (PLTS, PLTMH, Hybrid) |
| <b>P3</b>  | Mampu menguasai pengetahuan prosedural meliputi teknik supply chain spare parts pembangkit tenaga listrik, dan material handling untuk inventarisasi barang dan kontrol ketersediaan spare parts.  |
| <b>P4</b>  | Mampu menguasai pengetahuan prosedural meliputi standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dan Keselamatan Ketenagalistrikan (K2) terkait operasional pembangkit.  |
| <b>P5</b>  | Mampu menguasai pengetahuan tentang mekanika fluida dan termodinamika, pemeliharaan PLTS dan PLTMH sebagai bekal untuk membuat prosedur pemeliharaan pembangkit.   |
| <b>P6</b>  | Mampu menguasai pengetahuan terkait manajemen proyek untuk menunjang proses pengadaan material dan proyek di bidang energi terbarukan (PLTS, PLTMH, Hybrid)  |
| <b>P7</b>  | Mampu menguasai pengetahuan tentang SOP dan Instruksi Kerja (IK) untuk pengoperasian dan pemeliharaan sistem pembangkit tenaga listrik energi terbarukan   |
| <b>P8</b>  | Mampu menguasai konsep sistem proteksi listrik untuk menunjang emergency system pembangkit tenaga listrik energi terbarukan  |
| <b>P9</b>  | Mampu menguasai pengetahuan tentang Total Productive Maintenance (TPM) dalam melakukan pengecekan dan pemeliharaan mesin   |
| <b>P10</b> | Mampu menguasai pengetahuan tentang gambar teknik, instalasi listrik dan jenis-jenis alat ukur dalam instalasi PLTS, PLTMH dan Hybrid.   |
| <b>P11</b> | Mampu menguasai prinsip dan konsep 7 Tools, siklus PDCA, Kaizen dan Mind Mapping untuk kegiatan improvement dan proses pembangkitan energi terbarukan (PLTS, PLTMH, Hibrid)  |
| <b>P12</b> | Mampu menguasai perancangan sistem pembangkitan energi terbarukan (PLTS, PLTMH, Hibrid) secara terpadu   |
| <b>P13</b> | Mampu menguasai prinsip dan isu terkini dalam bidang sosial, ekonomi, dan teknologi mutakhir (teknologi informatika) yang berkaitan dengan sistem pembangkit listrik energi terbarukan   |

| <b>CAPAIAN PEMBELAJARAN LULUSAN (CPL) – PENGETAHUAN UMUM (P)</b> |  |
|--|--|
| <b>P14</b>   | Mampu menguasai pengetahuan material sedimen air untuk menjamin kualitas air pada sistem PLTMH   |
| <b>P15</b>   | Mampu menguasai pengetahuan tentang Log Out & Tag Out terkait interkoneksi pembangkit pada jaringan listrik  |
| <b>P16</b>   | Mampu menguasai pengetahuan tentang teknik peningkatan kinerja kestabilan jaringan listrik terinterkoneksi dengan pengamatan pada performance indikator V, I dan f                         |
| <b>P17</b>   | Mampu menguasai pengetahuan tentang evaluasi dan pelaporan hasil interkoneksi pembangkit pada sebuah jaringan listrik  |
| <b>P18</b>   | Mampu menguasai pengetahuan tentang aliran daya listrik (load flow) meliputi metode GaussSiedel, Newton Rapshon untuk memeriksa hasil interkoneksi pembangkit pada sebuah jaringan listrik |
| <b>P19</b>   | Mampu menguasai pengetahuan tentang battery dalam sistem manajemen Power Plant.  |
| <b>P20</b>   | Menguasai pengetahuan menganalisa dan mengevaluasi pekerjaan perbandingan aktual peralatan terhadap data awal, performance sistem dan hasil monitoring.                                    |

| <b>CAPAIAN PEMBELAJARAN LULUSAN (CPL) - KETERAMPILAN UMUM (KU)</b> |  |
|--|--|
| <b>KU1</b>   | mampu menerapkan pemikian logis, kritis, inovatif, bermutu, dan terukur dalam melakukan pekerjaan yang spesifik di bidang keahliannya serta sesuai dengan standar kompetensi kerja bidang yang bersangkutan;   |
| <b>KU2</b>   | mampu menunjukkan kinerja mandiri, bermutu dan terukur;  |
| <b>KU3</b>   | Mampu mengkaji kasus penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora sesuai dengan bidang keahliannya dalam rangka menghasilkan prototype, prosedur baku, desain atau karya seni, menyusun hasil kajiannya dalam bentuk kertas kerja, spesifikasi desain, atau esai seni, dan mengunggahnya dalam laman perguruan tinggi; |
| <b>KU4</b>   | mampu menyusun hasil kajian tersebut di atas dalam bentuk kertas kerja, spesifikasi desain, atau esai seni, dan mengunggahnya dalam laman perguruan tinggi;  |
| <b>KU5</b>   | mampu mengambil keputusan secara tepat berdasarkan prosedur baku, spesifikasi desain, persyaratan keselamatan dan keamanan kerja dalam melakukan supervisi dan evaluasi pada pekerjaannya;   |
| <b>KU6</b>   | mampu memelihara dan mengembangkan jaringan kerja sama dan hasil kerja sama di dalam maupun di luar lembaganya;  |
| <b>KU7</b>   | mampu bertanggungjawab pencapaian hasil kerja kelompok dan melakukan supervisi dan evaluasi terhadap penyelesaian pekerjaan yang ditugaskan kepada pekerja yang berada ditanggungjawabnya;   |
| <b>KU8</b>   | mampu melakukan proses evaluasi diri terhadap kelompok kerja yang berada dibawah tanggung jawabnya, dan mampu mengelola pembelajaran secara mandiri; dan   |

| <b>CAPAIAN PEMBELAJARAN LULUSAN (CPL) - KETERAMPILAN UMUM (KU)</b> |   |
|--|---|
| <b>KU9</b>   | mampu mendokumentasikan, menyimpan, mengamankan, dan menemukan kembali data untuk menjamin kesahihan dan mencegah plagiasi. |

| <b>CAPAIAN PEMBELAJARAN LULUSAN (CPL) - KETERAMPILAN KHUSUS (KK)</b> |  |
|--|--|
| <b>KK1</b>   | Mampu merencanakan, mengendalikan, mengoperasikan dan memelihara sistem terintegrasi (manusia, material, peralatan, energi dan informasi) dengan menerapkan matematika, statistika, sains dan sistem pembangkit tenaga listrik pada penyelesaian masalah di bidang energi terbarukan untuk memenuhi kebutuhan kinerja sesuai prosedur dengan acuan standar ketenagalistrikan |
| <b>KK2</b>   | Mampu menentukan perangkat dan instrumen yang akan digunakan dalam perencanaan dan pengoperasian serta pemeliharaan sistem pembangkit tenaga listrik energi terbarukan   |
| <b>KK3</b>   | Mampu merencanakan schedule pemeliharaan dan melakukan pemeliharaan sistem pembangkit tenaga listrik energi terbarukan   |
| <b>KK4</b>   | Mampu melakukan pengoperasian turbin sesuai dengan kebutuhan beban pada operasi PLTMH  |
| <b>KK5</b>   | Mampu melakukan pengelolaan air untuk turbin meliputi monitoring level air, mengatur bukaan pintu intake dan overflow, kualitas air, dan pemeriksaan saringan sampah.  |
| <b>KK6</b>   | Mampu membuat sistem monitoring pembangkit tenaga listrik energi terbarukan berbasis online system.  |
| <b>KK7</b>   | Mampu melakukan pengendalian kualitas performansi kestabilan interkoneksi pembangkit dengan jaringan listrik dengan menggunakan metode yang tepat untuk menunjang kegiatan improvement tersebut  |
| <b>KK8</b>   | Mampu melakukan pengecekan gambar perencanaan instalasi PV untuk menentukan penempatan PV dan posisi inverter pada system PLTS.  |
| <b>KK9</b>   | Mampu melakukan pengendalian pekerjaan instalasi PLTS berdasarkan hasil kerja dan quality control dari hasil data pengukuran   |
| <b>KK10</b>  | Mampu melakukan inventarisasi, pengadaan dan pengontrolan energi primer pembangkitan dan kualitas/mutu tenaga listrik dengan menggunakan sistem manajemen terpadu pada aspek pemeliharaan sistem pembangkitan energi terbarukan (PLTS, PLTMH, Hibrid)  |
| <b>KK11</b>  | Mampu melakukan perancangan operasional pembangkitan tenaga listrik yang mencakup operasi pembangkitan beserta optimalisasinya, keselamatan ketenagalistrikan (aman, andal dan ramah lingkungan) serta Pemeliharaan dan Perawatan Mesin pembangkitan di bidang energi terbarukan (PLTS, PLTMH, Hibrid)   |
| <b>KK12</b>  | Mampu menyiapkan dokumen pengujian, pelaporan dan peralatan dalam rangka menjamin kualitas tenaga listrik melalui tes komisioning yang diterapkan sesuai dengan standar dan aturan ketenagalistrikan yang berlaku di bidang energi terbarukan (PLTS, PLTMH, Hibrid)  |

**VI. Penetapan Bahan Kajian** – Berdasarkan CPL dan/atau menggunakan Body of Knowledge suatu Program Studi, yang kemudian digunakan untuk pembentukan mata kuliah baru, dan evaluasi serta rekonstruksi terhadap mata kuliah lama atau sedang berjalan.

**Pembangunan dan Pemasangan Pembangkit (Solar, Hyrdo & Hybrid)**

| No | Bahan Kajian  | Alternatif Mata Kuliah dan Subtansinya   |
|----|---|--|
| 1  | Survey lapangan   | 1) <b>Gambar Teknik</b> (menggunakan aplikasi berbasis CAD)<br>2) <b>Mesin Listrik</b> (generator, trafo, motor)<br>3) <b>Instalasi Listrik</b> (wiring diagram, single line diagram, schematic diagram, standardisasi, simbol listrik, komponen kelistrikan, rangkaian PV modul)  |
| 2  | Konsep-konsep teknik tenaga listrik   | 4) <b>Operasi Pembangkit</b> (prinsip kerja PLTS/PLTMH, interkoneksi PLTS/PLTMH, instalasi PLTS/PLTMH, Pengukuran tegangan, arus, daya, temperatur, radiasi, kerja pompa, kerja turbin, generator, dasar dan pengendalian penggerak mula/governor, dasar dan pengendalian turbin air, dasar dan pengendalian sinkronisasi/operasi paralel pembangkit)  |
| 3  | Rangkaian Listrik dan Dasar Elektronika   | 5) <b>Sistem Proteksi</b> (Proteksi generator, proteksi jaringan, proteksi PLTS)<br>6) <b>Teknik Instrumentasi dan Kontrol</b> (Penggunaan alat ukur analog, digital, kesalahan pengukuran dan nilai ketidakpastian untuk besaran listrik: tegangan, arus, frekuensi, daya, pf, grounding, pengukuran level, laju alir/flow, suhu, tekanan)  |
| 4  | Merencanakan desain instalasi Sistem generator dan alat bantu serta sistem proteksi (PLTS, PLTMH)                     | 7) <b>Rangkaian Listrik</b> (mengukur Tegangan, mengukur arus, Teorema Rangkaian, Alat ukur Listrik, konsep rangkaian Listrik DC)<br>8) <b>Manajemen Proyek</b> (Perencanaan dan pengorganisasian proyek, membandingkan alternatif, pengalokasian sumber daya, analisis risiko)  |
| 5  | Merencanakan integrasi desain instalasi Sistem generator dan alat bantu serta sistem proteksi (PLTS, PLTMH)           | 9) <b>Mekanika Fluida</b> (fluida statis, mesin fluida, aliran fluida pada pipa)<br>10) <b>Teknik Bangunan Air</b> (bendungan, pipa pesat, saluran intake, tailrace)<br>11) <b>Mekanika Teknik</b> (keseimbangan beban konstruksi, konstruksi penyangga pengkabelan, pondasi)  |
| 6  | Mengawasi dan melakukan pembangunan dan pemasangan governor, Generator, Exciter dan sistem sumber daya air pada PLTMH | 12) <b>Hidrolika</b> (Hidrometri, transformasi curah hujan-runoff, hidrograf, kriteria desain, Hidrostatika, Saluran Terbuka, Pemipaan, Tipe Sambungan, Pintu Intake, Gate Valve, Trash Rack)<br>13) <b>Elektronika Daya</b> (Komponen semikonduktor, pensaklaran, penyearah, DC Chopper, Inverter, konversi AC-AC)<br>14) <b>SCADA</b> (sensor dan transduser, digital and analog input, RTU, sistem komunikasi data, master station, perangkat lunak, serta peralatan pendukungnya)  |
| 7  | Mengawasi dan melakukan pembangunan dan pemasangan Kelistrikan, kontrol dan instrumen (PLTS, PLTMH)                   | 15) <b>Elektronika 2</b> ( Jenis jenis Baterai, MOSFET : Pengertian mosfet, jenis-jenis mosfet , Bentuk dasar mosfet , komposisi dan operasi mosfet. IGBT : Jenis dan cara kerja IGBT, Aplikasi IGBT . PWM : Jenis PWM, Aplikasi PWM, Rangkaian PWM )<br>16) <b>Dasar Pemrograman</b> (simulasi sistem pembangkit PLTS/PLTMH, interkoneksi jaringan, software sistem pembangkit ETAP, DigSILENT, Matlab)   |
| 8  | Interkoneksi Sistem Pembangkit Tenaga Listrik   | 17) <b>Sistem Pembangkit energi terbarukan</b> (Jenis pembangkit listrik tenaga konvensional, Pembangkit Listrik Tenaga berbasis Energi Terbarukan, Karakteristik Pembangkit Listrik Berbasis Energi Terbarukan)<br>18) <b>Manajemen Sumber Daya Air</b> (Perencanaan bendungan dan saluran intake, pengelolaan kualitas air)<br>19) <b>Survey dan pemetaan</b> (kerangka dasar horizontal & vertikal, perhitungan PDB)<br>20) <b>Ilmu Bahan Teknik</b> (Jenis & Kekuatan Material (Saringan, piping dan penyangga, peredam/mounting turbin)<br>21) <b>Elemen Mesin</b> (Tipe Sambungan, Baut/Mur/Ring, Poros, Bantalan, Kopling, Pulli/Sabuk, Rantai, Roda Gigi, Pegas) |

**Pemeriksaan dan Pengujian Sistem Pembangkitan**

| No | Bahan Kajian   | Alternatif Mata Kuliah dan Subtansinya   |
|----|--|--|
| 9  | Memeriksa dan menguji terkait sinkronisasi, pembebanan, lepas beban, dan keandalan sistem pembangkitan dan sistem proteksi (PLTS, PLTMH)         | 1) <b>Gambar Teknik</b> (menggunakan aplikasi berbasis CAD)<br>2) <b>Teknik Instrumentasi dan Kontrol</b> (Penggunaan alat ukur analog, digital, kesalahan pengukuran dan nilai ketidakpastian untuk besaran listrik: tegangan, arus, frekuensi, daya, pf)<br>3) <b>Instalasi Listrik</b> (wiring diagram, single line diagram, schematic diagram)<br>4) <b>Operasi Pembangkit</b> (dasar dan pengendalian penggerak mula/governor, dasar dan pengendalian turbin air, dasar dan pengendalian sinkronisasi/operasi paralel pembangkit)   |
| 10 | Memeriksa dan menguji peralatan listrik, instrumen dan kontrol serta peralatan mekanik pembangkitan (PLTS, PLTMH)                                | 5) <b>Sistem Proteksi</b> (Proteksi generator, proteksi jaringan, proteksi PLTS, proteksi sistem pembumihan)<br>6) <b>Mekanika Fluida</b> (fluida statis, mesin fluida, aliran fluida pada pipa)<br>7) <b>Teknik Bangunan Air</b> (bendungan, pipa pesat, saluran intake, tailrace)<br>8) <b>Standar dan Aturan</b> (standar keamanan konstruksi, aturan jaringan/grid code, standar kebisingan, standar lingkungan lingkungan)<br>9) <b>Teknik Pemeliharaan Sistem Pembangkit</b> (Jenis pemeliharaan, Penjadwalan waktu pemeliharaan berdasarkan jenisnya, Inventarisasi peralatan instalasi, Identifikasi kebutuhan pemeliharaan, Pengoperasian tools pemeliharaan)   |
| 11 | Melakukan komisioning terkait sinkronisasi, pembebanan, lepas beban, dan keandalan sistem pembangkitan dan sistem proteksi (PLTS, PLTMH, Hibrid) | 10) <b>Elektronika Daya</b> (Komponen semikonduktor, pensaklaran, penyearah, DC Chopper, Inverter, konversi AC-AC)<br>11) <b>Kualitas Daya</b> (Permasalahan kualitas daya, gejala peralihan/transien, kompensasi daya reaktif, Beban tak seimbang/asimetris, harmonisa dan filter, solusi kualitas daya listrik)<br>12) <b>Keselamatan Ketenagalistrikan (K2)</b> (Pengertian Keselamatan Ketenagalistrikan (K2). Landasan Hukum K2, Ruang Lingkup K2, 4 (Empat) Pilar K2, Pengertian K3, Hak dan Kewajiban setiap tenaga kerja, Pola penerapan K2 / K3, Pengaruh K2 terhadap kinerja Unit sistem pembangkit, Keselamatan Kerja, keselamatan umum, keselamatan lingkungan, bahaya listrik, sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja, inspeksi K3.)<br>13) <b>Analisis Sistem Tenaga</b> (Analisis Aliran Daya, Analisis Gangguan Hubung Singkat, Analisis Kualitas Daya)<br>14) <b>Termodinamika</b> (perpindahan kalor, kinerja pompa, kerja Turbin) |

**Operasi & Pemeliharaan Sistem Pembangkitan (Solar, Hydro & Hybrid)**

| No | Bahan Kajian   | Alternatif Mata Kuliah dan Subtansinya   |
|----|--|--|
| 12 | Mengoperasikan sesuai dengan prosedur best practice, fungsi dan prinsip kerja serta basic design sistem pembangkitan (PLTS, PLTMH) | 1) <b>Gambar Teknik</b> (menggunakan aplikasi berbasis CAD)<br>2) <b>Teknik Instrumentasi dan Kontrol</b> (Penggunaan alat ukur analog, digital, kesalahan pengukuran dan nilai ketidakpastian untuk besaran listrik: tegangan, arus, frekuensi, daya, pf)<br>3) <b>Instalasi Listrik</b> (wiring diagram, single line diagram, schematic diagram) |
| 13 | Melakukan analisis kelayakan batasan operasi pembangkitan (PLTS, PLTMH)  | 4) <b>Operasi Pembangkit</b> (dasar dan pengendalian penggerak mula/governor, dasar dan pengendalian turbin air, dasar dan pengendalian sinkronisasi/operasi paralel pembangkit)   |

| No | Bahan Kajian  | Alternatif Mata Kuliah dan Subtansinya  |
|----|---|---|
| 14 | Melakukan pemeliharaan sesuai dengan ketentuan K2, SOP, fungsi dan prinsip kerja serta basic design sistem pembangkitan (PLTS, PLTMH)       | 5) <b>Sistem Proteksi</b> (Proteksi generator, proteksi jaringan, proteksi PLTS, proteksi sistem pembumihan)<br>6) <b>Mekanika Fluida</b> (fluida statis, mesin fluida, aliran fluida pada pipa)<br>7) <b>Teknik Bangunan Air</b> (bendungan, pipa pesat, saluran intake, tailrace)<br>8) <b>Standar dan Aturan</b> (standar keamanan konstruksi, aturan jaringan/grid code, standar kebisingan, standar lingkungan)  |
| 15 | Melakukan analisis batasan toleransi penggunaan sparepart sistem pembangkitan beserta alat bantu untuk perencanaan penjadwalan pemeliharaan | 9) <b>Teknik Pemeliharaan Sistem Pembangkit</b> (Jenis pemeliharaan, Penjadwalan waktu pemeliharaan berdasarkan jenisnya, Inventarisasi peralatan instalasi, Identifikasi kebutuhan pemeliharaan, Pengoperasian tools pemeliharaan)<br>10) <b>Elektronika Daya</b> (Komponen semikonduktor, pensaklaran, penyearah, DC Chopper, Inverter, konversi AC-AC)<br>11) <b>Kualitas Daya</b> (Permasalahan kualitas daya, gejala peralihan/transien, kompensasi daya reaktif, Beban tak seimbang/asimetris, harmonisa dan filter, solusi kualitas daya listrik)  |
| 16 | Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dan K2 pada sistem Pembangkit PLTS/PLTMH   | 12) <b>Keselamatan Ketenagalistrikan (K2)</b> (Pengertian Keselamatan Ketenagalistrikan (K2), Landasan Hukum K2, Ruang Lingkup K2, 4 (Empat) Pilar K2, Pengertian K3, Hak dan Kewajiban setiap tenaga kerja, Pola penerapan K2 / K3, Pengaruh K2 terhadap kinerja Unit sistem pembangkit, Keselamatan Kerja, keselamatan umum, keselamatan lingkungan, bahaya listrik, sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja, inspeksi K3.)<br>13) <b>Analisis Sistem Tenaga</b> (Analisis Aliran Daya, Analisis Gangguan Hubung Singkat, Analisis Kualitas Daya)<br>14) <b>Termodinamika</b> (perpindahan kalor, kinerja pompa, kerja Turbin) |

### Engineering Management

| No | Bahan Kajian  | Alternatif Mata Kuliah dan Subtansinya   |
|----|---|--|
| 17 | Melakukan identifikasi dokumen pengembangan proyek, analisis studi kelayakan dan rencana pengelolaan proyek | 1) <b>Manajemen Proyek</b> (Perencanaan dan pengorganisasian proyek, analisis replacement, membandingkan alternatif, pengalokasian sumber daya, analisis risiko)   |
| 18 | Menyiapkan pengelolaan pekerjaan proyek (ruang lingkup, jadwal pelaksanaan, biaya, komunikasi)              | 2) <b>Kualitas Daya</b> (Permasalahan kualitas daya, gejala peralihan/transien, kompensasi daya reaktif, Beban tak seimbang/asimetris, harmonisa dan filter, solusi kualitas daya listrik)<br>3) <b>Sistem Pembangkit Energi Terbarukan</b> (pengaturan frekuensi dan governor, analisis heat rate dan efisiensi, pengaturan |

### Listrik Pedesaan & Small Hydro Power Development

| No | Bahan Kajian                                     | Alternatif Mata Kuliah dan Subtansinya   |
|----|--|--|
| 23 | (input dari grup A, belum ada nama bahan kajian) | 1) <b>Operasi Pembangkit</b> (prinsip kerja PLTS/PLTMH, interkoneksi PLTS/PLTMH, instalasi PLTS/PLTMH, Pengukuran tegangan, arus, daya, temperatur, radiasi, kerja pompa, kerja turbin, generator, dasar dan pengendalian penggerak mula/governor, dasar dan pengendalian turbin air, dasar dan pengendalian sinkronisasi/operasi paralel pembangkit)  |
| 24 |  | 2) <b>Teknik Instrumentasi dan Kontrol</b> (Penggunaan alat ukur analog, digital, kesalahan pengukuran dan nilai ketidakpastian untuk besaran listrik: tegangan, arus, frekuensi, daya, pf, grounding, pengukuran level, laju alir/flow, suhu, tekanan)<br>3) <b>Rangkaian Listrik</b> (mengukur Tegangan, mengukur arus, Teorema Rangkaian, Alat ukur Listrik, konsep rangkaian Listrik DC)<br>4) <b>Manajemen Proyek</b> (Perencanaan dan pengorganisasian proyek, membandingkan alternatif, pengalokasian sumber daya, analisis risiko)<br>5) <b>Mekanika Fluida</b> (fluida statis, mesin fluida, aliran fluida pada pipa)<br>6) <b>Teknik Bangunan Air</b> (bendungan, pipa pesat, saluran intake, tailrace)<br>7) <b>Mekanika Teknik</b> (keseimbangan beban konstruksi, konstruksi penyangga pengkabelan, pondasi)<br>8) <b>Hidrolika</b> (Hidrometri, transformasi curah hujan-runoff, hidrograf, kriteria desain, Hidrostatika, Saluran Terbuka, Pemipaan, Tipe Sambungan, Pintu Intake, Gate Valve, Trash Rack)<br>9) <b>Dasar Pemrograman</b> (simulasi sistem pembangkit PLTS/PLTMH, interkoneksi jaringan, software sistem pembangkit ETAP, DigSILENT, Matlab)<br>10) <b>Manajemen Sumber Daya Air</b> (Perencanaan bendungan dan saluran intake, pengelolaan kualitas air)<br>11) <b>Survey dan pemetaan</b> (kerangka dasar horizontal & vertikal, perhitungan PDB) |

### Ilmu Dasar (Basic Science)

| No | Bahan Kajian  | Alternatif Mata Kuliah dan Subtansinya   |
|----|---|--|
| 25 | Matematika (Sistem Bilangan, Fungsi, Trigonometri, Matriks, Vektor, Differensial, Integral, Statistik dan Transformasi Laplace) | 1. Matematika Dasar (Sistem Bilangan, Fungsi, Trigonometri, Matriks, Vektor, Differensial, Integral, Statistik dan Transformasi Laplace)<br>2. Fisika Dasar (Besaran, Gelombang, Listrik dan Magnet) |
| 26 | Fisika (Besaran, Gelombang, Listrik dan Magnet)   | 3. Kimia Dasar (Struktur atom, Ikatan Kimia, Elektrokimia, Stoikiometri dan korosi)<br>4. Mekanika Fluida (fluida statis, mesin fluida, aliran fluida pada pipa)                                     |
| 27 | Kimia (Struktur atom, Ikatan Kimia, Elektrokimia dan Stoikiometri)  | 5. Mekanika Teknik (keseimbangan beban konstruksi, konstruksi penyangga pengkabelan, pondasi)<br>6. Statistika (Teknik sampling, Pengolahan dan penyajian data)                                      |

### Humaniora, Agama dan Bahasa

| No | Bahan Kajian  | Alternatif Mata Kuliah dan Subtansinya                      |
|----|---|---|
| 28 | Menggunakan instruksi berbahasa Inggris dalam bentuk tulisan (Laporan) maupun verbal (Komunikasi) | 1. Bahasa Inggris Teknik (Pengenalan Toefl dan TOEIC)       |
| 29 | Agama   | 2. Agama  |
| 30 | Pancasila dan kewarganegaraan   | 3. Pancasila dan Kewarganegaraan                            |
| 31 | Bahasa Indonesia  | 4. bahasa Indonesia<br>5. Etika Profesi<br>6. Kewirausahaan |

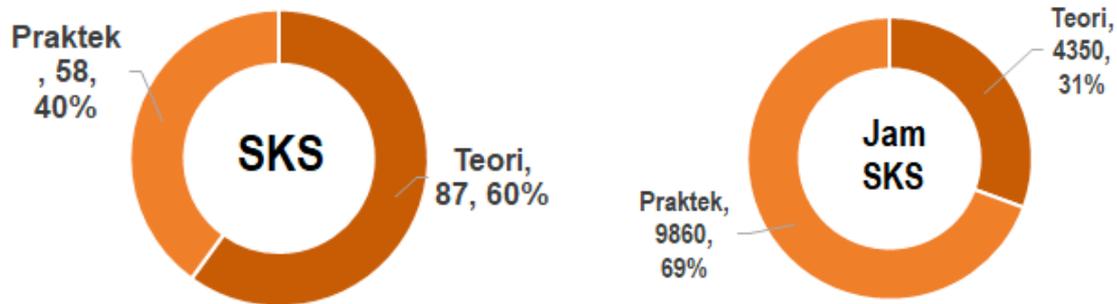
**VII. Pembentukan Mata Kuliah (MK) dan Penentuan Bobot sks** – Menjelaskan Mekanisme pembentukan matakuliah berdasarkan CPL (beserta turunannya di level MK) dan bahan kajian, serta penetapan bobot sks nya

**Untuk usulan Prodi D4 - Teknik Energi Terbarukan (Reguler/Sem 1 s/d 8)**

| Sem | No                       | Nama Mata Kuliah                            | SKS   |           |           | Jam - SKS |            |             |
|-----|--------------------------|---|-------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|
|     |                          |   | Teori | Praktek   | Total     | Teori     | Praktek    | Total       |
| 1   | 1                        | Pancasila                                   | 2     | 0         | 2         | 100       | 0          | 100         |
|     | 2                        | Pend. Kewarganegaraan                       | 2     | 0         | 2         | 100       | 0          | 100         |
|     | 3                        | Dasar-Dasar Pemograman                      | 1     | 2         | 3         | 50        | 340        | 390         |
|     | 4                        | Fisika Terapan                              | 1     | 1         | 2         | 50        | 170        | 220         |
|     | 5                        | Kimia Terapan                               | 1     | 1         | 2         | 50        | 170        | 220         |
|     | 6                        | Dasar Kelistrikan                           | 1     | 1         | 2         | 50        | 170        | 220         |
|     | 7                        | Pengantar Energi Baru dan Terbarukan        | 2     | 0         | 2         | 100       | 0          | 100         |
|     | 8                        | Matematika Teknik                           | 2     | 0         | 2         | 100       | 0          | 100         |
|     | 9                        | Teknologi Bahan                             | 2     |           | 2         | 100       | 0          | 100         |
|     | <b>Jumlah Semester-1</b> |   |       | <b>14</b> | <b>5</b>  | <b>19</b> | <b>700</b> | <b>850</b>  |
| 2   | 1                        | Pendidikan Agama                            | 2     | 0         | 2         | 100       | 0          | 100         |
|     | 2                        | Bahasa Indonesia                            | 2     | 0         | 2         | 100       | 0          | 100         |
|     | 3                        | Bahasa Inggris Teknik 1                     | 2     | 0         | 2         | 100       | 0          | 100         |
|     | 4                        | Mekanika Teknik                             | 1     | 1         | 2         | 50        | 170        | 220         |
|     | 5                        | Pengujian Material                          | 0     | 3         | 2         | 0         | 510        | 510         |
|     | 6                        | Mekanika Fluida                             | 1     | 2         | 3         | 50        | 340        | 390         |
|     | 7                        | Termodinamika                               | 2     | 0         | 2         | 100       | 0          | 100         |
|     | 8                        | Elektronika Dasar                           | 1     | 1         | 2         | 50        | 170        | 220         |
|     | 9                        | Gambar Teknik                               | 1     | 1         | 2         | 50        | 170        | 220         |
|     | <b>Jumlah Semester-2</b> |   |       | <b>12</b> | <b>8</b>  | <b>19</b> | <b>600</b> | <b>1360</b> |
| 3   | 1                        | Mesin Fluida                                | 2     | 1         | 3         | 100       | 170        | 270         |
|     | 2                        | Elemen Mesin                                | 1     | 1         | 2         | 50        | 170        | 220         |
|     | 3                        | Teknik Pengukuran Instrumentasi dan Kontrol | 1     | 1         | 2         | 50        | 170        | 220         |
|     | 4                        | Desain Berbasis CAD                         | 0     | 2         | 2         | 0         | 340        | 340         |
|     | 5                        | Termodinamika Teknik                        | 2     | 0         | 2         | 100       | 0          | 100         |
|     | 6                        | Mesin Listrik                               | 1     | 2         | 3         | 50        | 340        | 390         |
|     | 7                        | Elektronika Lanjut                          | 1     | 1         | 2         | 50        | 170        | 220         |
|     | 8                        | Praktik Perawatan Dasar                     | 0     | 3         | 3         | 0         | 510        | 510         |
|     | <b>Jumlah Semester-3</b> |   |       | <b>8</b>  | <b>11</b> | <b>19</b> | <b>400</b> | <b>1870</b> |
| 4   | 1                        | Bahasa Inggris Teknik 2                     | 1     | 1         | 2         | 50        | 170        | 220         |
|     | 2                        | Sistem Proteksi dan Sistem Kontrol          | 1     | 2         | 3         | 50        | 340        | 390         |
|     | 3                        | Perpindahan Panas                           | 1     | 1         | 2         | 50        | 170        | 220         |
|     | 4                        | Pompa & Kompresor                           | 1     | 2         | 3         | 50        | 340        | 390         |
|     | 5                        | Penyimpanan dan Distribusi Tenaga Listrik   | 2     | 1         | 3         | 100       | 170        | 270         |
|     | 6                        | Teknik Bangunan Air                         | 1     | 1         | 2         | 50        | 170        | 220         |

| Sem                      | No                       | Nama Mata Kuliah   | SKS       |           |            | Jam - SKS   |             |             |
|--------------------------|--------------------------|--|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|
|                          |                          |  | Teori     | Praktek   | Total      | Teori       | Praktek     | Total       |
|                          | 7                        | Statistik  | 2         |           | 2          | 100         | 0           | 100         |
|                          | <b>Jumlah Semester-4</b> |  | <b>9</b>  | <b>8</b>  | <b>17</b>  | <b>450</b>  | <b>1360</b> | <b>1810</b> |
| 5                        | 1                        | Sistem Konversi Energi   | 2         | 1         | 3          | 100         | 170         | 270         |
|                          | 2                        | Pembangkit Daya Geotermal  | 2         | 1         | 3          | 100         | 170         | 270         |
|                          | 3                        | Teknologi Mikrohidro   | 2         | 1         | 3          | 100         | 170         | 270         |
|                          | 4                        | Turbin Air   | 2         | 1         | 3          | 100         | 170         | 270         |
|                          | 5                        | Pneumatik/Hidrolik   | 1         | 1         | 2          | 50          | 170         | 220         |
|                          | 6                        | Teknik Tenaga Surya  | 2         | 1         | 3          | 100         | 170         | 270         |
|                          | 7                        | Computational Fluid Dynamic (CFD)  | 1         | 2         | 3          | 50          | 340         | 390         |
| <b>Jumlah Semester-5</b> |                          | <b>12</b>  | <b>8</b>  | <b>20</b> | <b>600</b> | <b>1360</b> | <b>1960</b> |             |
| 6                        | 1                        | Praktik Perpindahan Kalor pada Geotermal   | 0         | 3         | 3          | 0           | 510         | 510         |
|                          | 2                        | Pengabdian Kepada Masyarakat   | 0         | 3         | 3          | 0           | 510         | 510         |
|                          | 3                        | Manajemen dan Audit Energi   | 1         | 1         | 2          | 50          | 170         | 220         |
|                          | 4                        | Perancangan Sistem Energi  | 1         | 2         | 3          | 50          | 340         | 390         |
|                          | 5                        | Survey & Pemetaan Potensi Energi   | 2         | 1         | 3          | 100         | 170         | 270         |
|                          | 6                        | Ekonomi Teknik   | 2         |           | 2          | 100         | 0           | 100         |
|                          | 7                        | Manajemen Sumber Daya Air  | 2         |           | 2          | 100         | 0           | 100         |
|                          | 8                        | Metode Penelitian  | 2         |           | 2          | 100         | 0           | 100         |
| <b>Jumlah Semester-6</b> |                          | <b>10</b>  | <b>10</b> | <b>20</b> | <b>500</b> | <b>1700</b> | <b>2200</b> |             |
| 7                        | 1                        | Keselamatan Ketenagalistrikan (K2)   | 2         |           | 2          | 100         | 0           | 100         |
|                          | 2                        | Operasi Pembangkit (Solar, Hydro & Hybrid)   | 2         |           | 2          | 100         | 0           | 100         |
|                          | 3                        | SCADA  | 2         | 1         | 3          | 100         | 170         | 270         |
|                          | 4                        | Komunikasi Data  | 2         |           | 2          | 100         | 0           | 100         |
|                          | 5                        | Teknik Pemeliharaan Sistem Pembangkit (Solar, Hydro & Hybrid)  | 2         |           | 2          | 100         | 0           | 100         |
|                          | 6                        | Praktikum Manajemen Sumber Daya Air  |           | 1         | 1          | 0           | 170         | 170         |
|                          | 7                        | Etika profesi  | 2         |           | 2          | 100         | 0           | 100         |
|                          | 8                        | Sistem Pembangkit Energi Terbarukan (Operasi optimal pembangkit & rekayasa EBT Solar, Hydro, Hybrid) | 2         |           | 2          | 100         | 0           | 100         |
|                          | 9                        | Standar dan Aturan (PLTS & PLTMH)  | 2         |           | 2          | 100         | 0           | 100         |
|                          | 10                       | Manajemen Proyek   | 2         |           | 2          | 100         | 0           | 100         |
|                          | 11                       | Praktikum Sistem Pembangkit Energi Terbarukan (Solar, Hydro, Hybrid)                                 |           | 1         | 1          | 0           | 170         | 170         |
| <b>Jumlah Semester-7</b> |                          | <b>18</b>  | <b>3</b>  | <b>21</b> | <b>900</b> | <b>510</b>  | <b>1410</b> |             |
| 8                        | 1                        | Tugas Akhir/Skripsi  | 4         |           | 4          | 200         | 0           | 200         |

| Sem                                | No | Nama Mata Kuliah | SKS        |            |             | Jam - SKS   |             |              |
|------------------------------------|----|------------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
|                                    |    |                  | Teori      | Praktek    | Total       | Teori       | Praktek     | Total        |
|                                    | 2  | OJT (PKL)        |            | 5          | 5           | 0           | 850         | 850          |
| <b>Jumlah Semester-8</b>           |    |                  | <b>4</b>   | <b>5</b>   | <b>9</b>    | <b>200</b>  | <b>850</b>  | <b>1050</b>  |
| <b>Jumlah Semester- 1 &amp; 8</b>  |    |                  | <b>87</b>  | <b>58</b>  | <b>145</b>  | <b>4350</b> | <b>9860</b> | <b>14210</b> |
| <b>Komposisi SKS &amp; Jam-SKS</b> |    |                  | <b>60%</b> | <b>40%</b> | <b>100%</b> | <b>31%</b>  | <b>69%</b>  | <b>100%</b>  |



**VIII. Matriks dan Peta Kurikulum** - Menggambarkan organisasi matakuliah atau peta kurikulum dalam struktur yang logis dan sistematis sesuai dengan Capaian Pembelajaran Lulusan Program Studi. Distribusi mata kuliah disusun dalam rangkaian semester selama masa studi lulusan Program Studi.

|      |                                |                                    |                                      |                           |   |                     |                                   |                                  |
|------|--------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|---|---------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| VIII |                                |                                    |                                      |                           | Skripsi                                   |                     | OJT/PKL                           |                                  |
| VII  | Keselamatan Ketenagalistrikan  | Teknik Pemeliharaan Sistem         | Standar dan Komunikasi               | SCADA Operasi             | Praktik Manajemen                         | Etika Profesi       | Sistem Pembangkit Energi          | Praktik Sistem Pembangkit Energi |
| VI   | Praktik Perpindahan Kalor pada | PKM                                | Manajemen dan Audit Energi           | Perancangan Sistem Energi | Survey&Petaan Potensi Energi              | Ekonomi Teknik      | Manajemen Sumber Daya Air         | Metode Penelitian                |
| V    | Sistem Konversi Energi         | Pembangkit Daya Geothermal         | Teknologi Mikrohidro                 | Turbin Air                | Pneumatik&Hidrolik                        | Teknik Tenaga Surya | Computational Fluid Dynamic (CFD) |                                  |
| IV   | Bahasa Inggris Teknik 2        | Sistem Proteksi dan Sistem Kontrol | Pengukuran Instrumentasi Dan Kontrol | Pompa dan Kompresor       | Penyimpanan dan Distribusi Tenaga Listrik | Teknik Bangunan Air | Statistik                         |                                  |
| III  | Mesin Fluida                   | Elemen Mesin                       | Pengukuran Instrumentasi Dan Kontrol | Desain Berbasis CAD       | Termodinamika Teknik                      | Mesin Listrik       | Elektronika                       | Praktek Perawatan Dasar          |
| II   | Pendid Agama                   | Bhs. Indonesia                     | Bhs. Inggris Teknik 1                | Mekanika Pengujian        | Gambar Teknik                             | Mekanika Fluida     |                                   |                                  |
| I    | Pancasila                      | PKn                                | Dasar Pemrograman                    | Fisika Terapan            | Teknologi Bahan                           | Dasar Kelistrikan   | Pengantar EBT                     | Matematika Teknik                |

| MATA KULIAH        | Semester 1 | Semester 2 | Semester 3 | Semester 4 | Semester 5 | Semester 6 | Semester 7 | Semester 8 | Total      |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| MK DASAR PRODI     | 6          | 2          | 0          | 2          | 0          | 0          | 0          | 0          | 10         |
| MK INTI PRODI      | 9          | 14         | 17         | 15         | 17         | 17         | 14         | 0          | 103        |
| MK PENDUKUNG PRODI | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 3          | 0          | 9          | 12         |
| MK PILIHAN PRODI   | 0          | 0          | 2          | 0          | 3          | 0          | 7          | 0          | 12         |
| MK INSTITUSI       | 4          | 4          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 8          |
| <b>TOTAL</b>       | <b>19</b>  | <b>20</b>  | <b>19</b>  | <b>17</b>  | <b>20</b>  | <b>20</b>  | <b>21</b>  | <b>9</b>   | <b>145</b> |

**X. Rencana Implementasi Hak Belajar Maksimum 3 Semester di Luar Prodi** – Hal ini merupakan implementasi kebijakan “Merdeka Belajar Kampus Merdeka” yang dinyatakan dalam penetapan 1). Belajar di luar Prodi di PT yang sama, 2) Belajar di Prodi yang sama di luar PT, 3) Belajar di Prodi yang berbeda di luar PT, dan 4) Belajar di luar PT.

### **Pertukaran Pelajar**

Beberapa bentuk kegiatan belajar yang bisa dilakukan dalam kerangka pertukaran belajar adalah sebagai berikut.

#### **1) Pertukaran Pelajar antar Program Studi pada Perguruan Tinggi yang sama**

Bentuk pembelajaran yang dapat diambil mahasiswa untuk menunjang terpenuhinya capaian pembelajaran baik yang sudah tertuang dalam struktur kurikulum program studi maupun pengembangan kurikulum untuk memperkaya capaian pembelajaran lulusan yang dapat berbentuk mata kuliah pilihan.

##### **Mekanisme (Prodi)**

- (1) Menyusun atau menyesuaikan kurikulum yang memfasilitasi mahasiswa untuk mengambil mata kuliah di program studi lain.
- (2) Menentukan dan menawarkan mata kuliah yang dapat diambil mahasiswa dari luar prodi.
- (3) Mengatur kuota peserta yang mengambil mata kuliah yang ditawarkan dalam bentuk pembelajaran dalam Program Studi lain pada Perguruan Tinggi yang sama.
- (4) Mengatur jumlah SKS yang dapat diambil dari prodi lain. (2) Mahasiswa
- (5) Mendapatkan persetujuan Dosen Pembimbing Akademik (DPA).
- (6) Mengikuti program kegiatan luar prodi sesuai dengan ketentuan pedoman akademik yang ada.

#### **2) Pertukaran Pelajar dalam Program Studi yang sama pada Perguruan Tinggi yang berbeda**

Bentuk pembelajaran yang dapat diambil mahasiswa untuk memperkaya pengalaman dan konteks keilmuan yang didapat di perguruan tinggi lain yang mempunyai kekhasan atau wahana penunjang pembelajaran untuk mengoptimalkan CPL.

##### **Mekanisme (Prodi)**

- (1) Menyusun atau menyesuaikan kurikulum yang memfasilitasi mahasiswa untuk mengambil mata kuliah di program studi yang sama pada perguruan tinggi lain.
- (2) Membuat kesepakatan dengan perguruan tinggi mitra antara lain proses pembelajaran, pengakuan kredit semester dan penilaian, serta skema pembiayaan.
- (3) Kerja sama dapat dilakukan dalam bentuk bilateral, konsorsium (asosiasi prodi), klaster (berdasarkan akreditasi), atau zonasi (berdasar wilayah).
- (4) Mengatur kuota peserta yang mengambil mata kuliah yang ditawarkan dalam bentuk pembelajaran dalam program studi yang sama pada perguruan tinggi lain.
- (5) Mengatur jumlah mata kuliah yang dapat diambil dari program studi yang sama pada perguruan tinggi lain.
- (6) Melaporkan kegiatan ke Pangkalan Data Pendidikan Tinggi

#### **3) Pertukaran Pelajar antar Program Studi pada Perguruan Tinggi yang berbeda**

Bentuk pembelajaran yang dapat diambil mahasiswa pada perguruan tinggi yang berbeda untuk menunjang terpenuhinya capaian pembelajaran baik yang sudah tertuang dalam struktur kurikulum program studi, maupun pengembangan kurikulum untuk memperkaya capaian pembelajaran lulusan.

**Mekanisme (Prodi)**

- (1) Menyusun kurikulum yang memfasilitasi mahasiswa untuk mengambil mata kuliah di program studi lain pada perguruan tinggi yang berbeda.
- (2) Menentukan mata kuliah yang dapat diambil mahasiswa dari luar prodi.
- (3) Mengatur kuota peserta yang mengambil mata kuliah yang ditawarkan dalam bentuk pembelajaran dalam Program Studi lain pada Perguruan Tinggi yang berbeda
- (4) Mengatur jumlah SKS dan jumlah mata kuliah yang dapat diambil dari prodi lain pada perguruan tinggi yang berbeda.
- (5) Membuat kesepakatan dengan perguruan tinggi mitra antara lain proses pembelajaran, pengakuan kredit semester dan penilaian, serta skema pembiayaan.
- (6) Kerja sama dapat dilakukan dalam bentuk bilateral, konsorsium (asosiasi prodi), klaster (berdasarkan akreditasi), atau zonasi (berdasar wilayah).
- (7) Melaporkan kegiatan ke Pangkalan Data Pendidikan Tinggi.

### 3. Hasil Pengujian kualitas pengelasan sudu turbin ulir dan Gambar kerja

|   |                                      | <b>POLITEKNIK NEGERI MANADO</b>             |                    |
|--|--------------------------------------|---|--------------------|
|  |                                      | <b>JURUSAN TEKNIK MESIN</b>                 |                    |
|  |                                      | <b>LABORATORIUM UJI BAHAN DAN METROLOGI</b> |                    |
| <b>LAPORAN PENGUJIAN MATERIAL</b>  |                                      |   |                    |
| <b>Result Materials Testing</b>  |                                      |   |                    |
| <b>ALAT</b>  |                                      |   |                    |
| <b>Equipment</b>   |                                      |   |                    |
| 1. <b>Nama</b><br>Name   | : Mesin Pengujian Universal          | 2. <b>Kapasitas</b><br>Capacity             | : Max. 100 kN      |
| 3. <b>Tipe / Model</b><br>Type   | Zwick Z 100                          | 4. <b>Nomor Seri</b><br>Serial number       | : 7368 - 1294      |
| <b>BENDA UJI</b><br>Specimen   |                                      |   |                    |
| <b>PEMOHON</b>   |                                      |   |                    |
| <b>Applicant</b>   |                                      |   |                    |
| 1. <b>Nama</b><br>Name   | : Dr. Tinneke Saroinsong, SST.,M.Eng |   |                    |
| 2. <b>Lokasi</b><br>Location   | : Politeknik Negeri Manado           |   |                    |
| 3. <b>Penggunaan</b><br>Use for  | : Penelitian Sudu Turbin Ulir        |   |                    |
| <b>TANGGAL DITERIMA</b><br>Date Received   | : 15 Desember 2021                   | <b>TANGGAL DIUJI</b><br>Test Date           | : 16 Desember 2021 |
| <b>KONDISI LINGKUNGAN PENGUJIAN</b><br>Test environment conditions   |                                      |   |                    |
| : Suhu 23 ° C  |                                      |   |                    |
| <b>LOKASI PENGUJIAN</b><br>Test Location   |                                      |   |                    |
| : Lab. Uji Bahan dan Metrologi -Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Manado  |                                      |   |                    |
| <b>METODE PENGUJIAN</b><br>Test Method   |                                      |   |                    |
| : Uji Tarik (Tensile Testing)  |                                      |   |                    |
| <b>ACUAN</b><br>Reference  |                                      |   |                    |
| : ASTM E8  |                                      |   |                    |
| <b>HASIL PENGUJIAN</b><br>Test Result  |                                      |   |                    |
| : (Terlampir)  |                                      |   |                    |
| <b>DISAKSIKAN OLEH</b><br>Witnessed By   |                                      |   |                    |
| : - Alfred Mekel, SST.,M.T   |                                      |   |                    |
| <b>OPERATOR</b><br>Operator  |                                      |   |                    |
| : 1. Imran Musanif, SST.,M.Eng<br>2. Opo Lelaki, Ama.TM  |                                      |   |                    |
| <b>DITERBITKAN TANGGAL</b><br>Published Date   |                                      |   |                    |
|  |                                      |   |                    |
| Ka. Lab. Uji Bahan & Metrologi,<br>Head Materials Testing & Metrologi Lab  |                                      |   |                    |
|    |                                      |   |                    |
| <b>Harry O. Wensen, SST. M.T.</b><br>NIP. 196510051991031005   |                                      |   |                    |
| <b>Catatan :</b>   |                                      |   |                    |
| 1 Setelah laporan hasil diterbitkan, customer tidak dapat melakukan perubahan data apapun.   |                                      |   |                    |
| 2 Jika terjadi ketidaksesuaian hasil, maka dapat dilakukan pengujian ulang dengan biaya pengujian dibebankan kepada customer apabila kesalahan bukan dari Lab. Uji Bahan dan Metrologi |                                      |   |                    |
| 3 Pengujian dilakukan berdasarkan spesifikasi mesin uji  |                                      |   |                    |
| 4 Hasil hanya representatif pada benda uji yang di uji, diluar benda uji bukan tanggung jawab Lab. Uji Bahan dan Metrologi Teknik Mesin Politeknik Negeri Manado                       |                                      |   |                    |

**LAMPIRAN LAPORAN PENGUJIAN BAHAN**  
Attachment of Materials Testing Report

| Nomor | Dimensi       |               | Luas<br>Ao<br>(mm <sup>2</sup> ) | HASIL PENGUJIAN TARIK (RESULT OF TENSILE TESTING) |   |                                      |   |   |                                 |      |
|-------|---------------|---------------|----------------------------------|---|---|--------------------------------------|---|---|---------------------------------|------|
|       | Tebal<br>[mm] | Lebar<br>[mm] |                                  | Beban Mulur<br>(Yield Load)<br>[N]                | Kuat Mulur<br>(Yield Strength)<br>[MPa] | Beban Maks<br>(Ultimate Load)<br>[N] | Kuat Tarik Maks<br>(Ultimate Strength)<br>[MPa] | Modulus Elastis<br>(Young Modulus)<br>[GPa] | Elongasi<br>(Elongation)<br>[%] |      |
|       |               |               |                                  |   |   |                                      |   |   |                                 |      |
| A     | A1            | 5             | 15                               | 75.00   | 23025.00                                | 307.00                               | 23025.00  | 307.0                                       | 5.1                             | 4.9  |
|       | A2            | 5             | 15                               | 75.00   | 20625.00                                | 275.00                               | 19875.00  | 265   | 7.65                            | 4    |
|       | A3            | 5             | 15                               | 75.00   | 19875.00                                | 265.00                               | 19800.00  | 264   | 7.29                            | 3.4  |
|       | A4            | 5             | 15                               | 75.00   | 27150.00                                | 362.00                               | 27675.00  | 369   | 7.79                            | 6.7  |
| B     | B1            | 5             | 15                               | 75.00   | 19875.00                                | 265.00                               | 21000.00  | 280   | 7.56                            | 59.6 |
|       | B2            | 5             | 15                               | 75.00   | 16725.00                                | 223.00                               | 19650.00  | 262   | 2.22                            | 72.1 |
|       | B3            | 5             | 15                               | 75.00   | 19275.00                                | 257.00                               | 20550.00  | 274   | 5.92                            | 63.6 |
| C     | C1            | 5             | 15                               | 75.00   | 18825.00                                | 251.00                               | 20325.00  | 271   | 9.44                            | 30.2 |
|       | C2            | 5             | 15                               | 75.00   | 16950.00                                | 226.00                               | 19350.00  | 258   | 9.99                            | 30.3 |
|       | C3            | 5             | 15                               | 75.00   | 16875.00                                | 225.00                               | 19275.00  | 257   | 7.83                            | 31.7 |

**2 EVALUASI**  
Evaluation

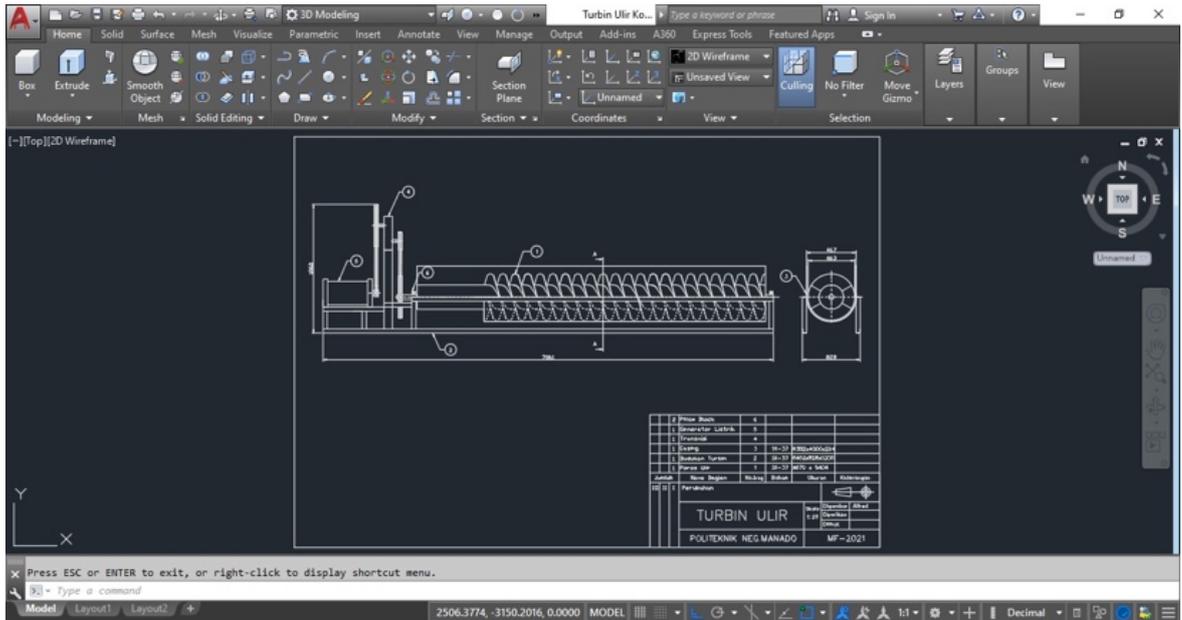
| No. | Kelas Baja | Kuat Tarik (Kg/mm <sup>2</sup> ) |                |            | Kuat Mulur (Kg/mm <sup>2</sup> ) |                |                | Elongasi (%) | Hasil Pengujian  |                |                | Keterangan          |
|-----|------------|----------------------------------|----------------|------------|----------------------------------|----------------|----------------|--------------|------------------|----------------|----------------|---------------------|
|     |            | Tensile Strength                 | Yield Strength | Elongation | Tensile Strength                 | Yield Strength | Elongation (%) |              | Tensile Strength | Yield Strength | Elongation (%) |                     |
| A   |            |                                  |                |            |                                  |                |                | 301.25       | 302.25           | 4.75           |                | Sambungan (A)       |
| B   |            |                                  |                |            |                                  |                |                | 272.00       | 248.33           | 65.10          |                | Sambungan (B)       |
| C   |            |                                  |                |            |                                  |                |                | 262.00       | 234.00           | 30.73          |                | Tanpa Sambungan (C) |

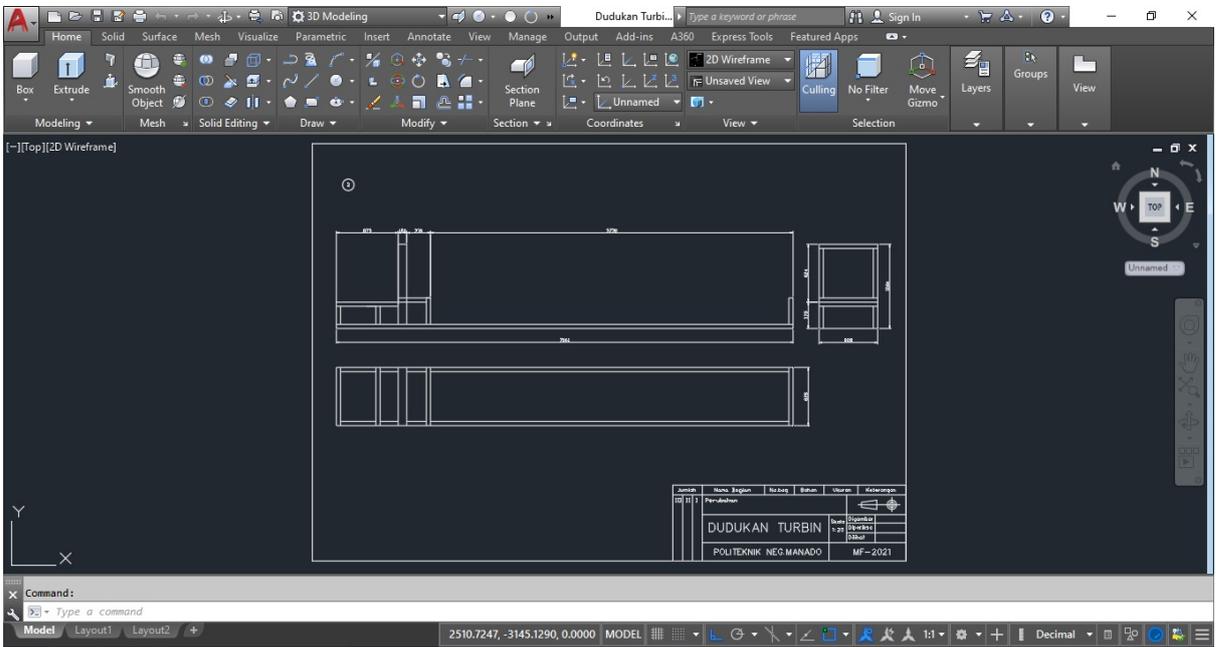
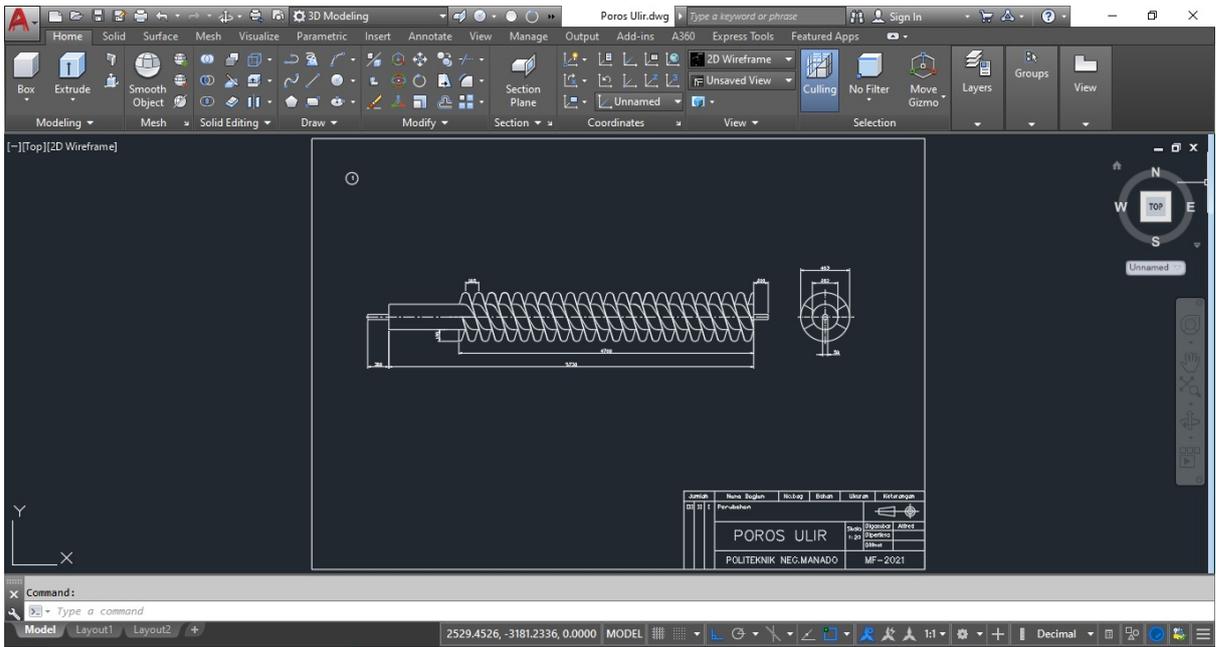
Manado, 16 Desember 2021  
Ka. Lab. Uji Bahan & Metrologi



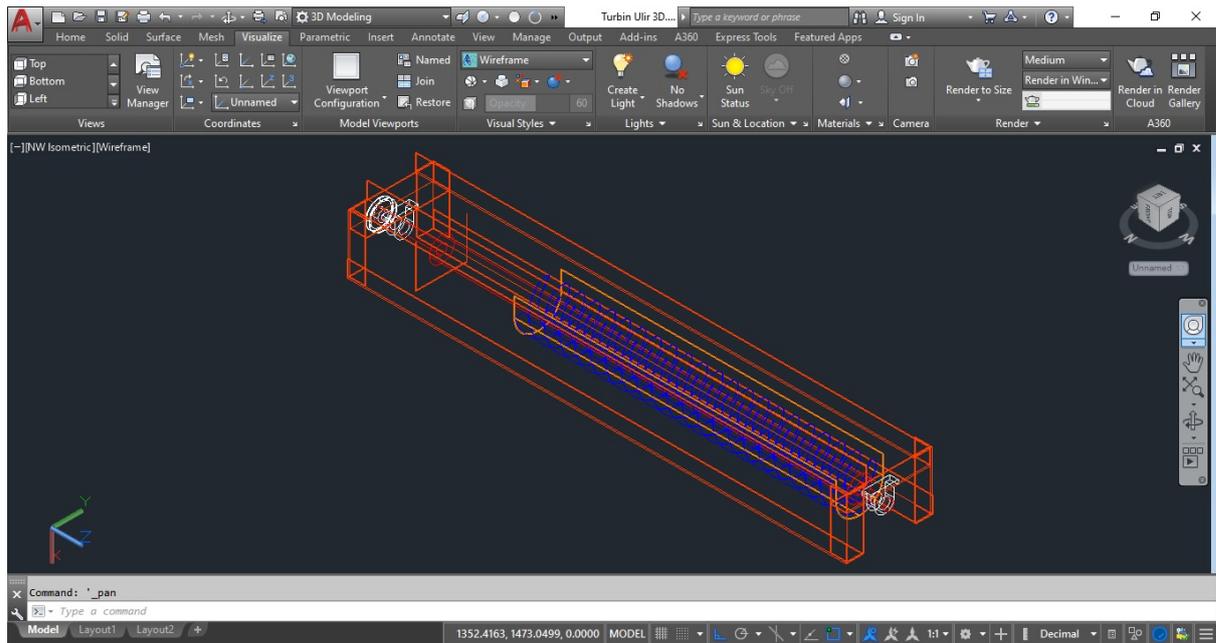
Harry O. Wensen, SST, MT.  
NIP. 196510051991031005

## Gambar Kerja Turbin Ulir









### 3.2 Dampak Luaran Yang Dihasilkan

Mahasiswa memahami proses desain dan manufaktur turbin ulir, mampu bekerja sama dan dalam merakit bagian-bagian turbin ulir. Selain itu mahasiswa mampu menerapkan praktek pengelasan. Mitra kerjasama dengan industri terjalin bukan hanya sekedar MOU dan PKS tetapi pihak pemerintah daerah Minahasa Tenggara dan Desa Wiau menerima manfaat pemasangan PLTMH turbin ulir ini. Rencana komersialisasi produk turbin ulir ini akan dilakukan bersama PT. Repindo Perkasa Makmur.

### 3.3 Capaian Indikator Kinerja Utama

Capaian indikator kinerja utama sampai dengan tanggal 24 Desember dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

| No | Indikator Kinerja Utama  | IKU | Rencana            | Realisasi                    | Program MF                                      |
|----|--|-----|--------------------|------------------------------|---|
| 1. | Jumlah luaran penelitian dan pengabdian kepada masyarakat per dosen, yang berhasil mendapatkan rekognisi internasional atau diterapkan oleh masyarakat | 5   | 1 produk/prototipe | 3 Unit Prototipe turbin ulir | 2 Unit prototype turbin ulir dan 1 unit replika |
| 2. | Persentase mata kuliah program studi yang menggunakan pendekatan pemecahan kasus (case method) atau project-based learning sebagai bobot evaluasi      | 7   | 5 %                | 5 %                          | 10 %  |

Capaian indikator utama program matching fund bisa tercapai 2 unit prototipe turbin ulir, dan 1 unit replika. Kendala yang dihadapi adalah pencairan dana di institusi baru teralisasi pada minggu ke 2 bulan November. Selain itu, praktikum mahasiswa masih dibatasi jumlah mahasiswa karena pandemi covid-19.

Tabel. Target Indikator Kinerja Utama

| No  | Indikator Kinerja Utama  | Baseline | Target   |
|-----|--|----------|----------|
| 1   | Jumlah luaran penelitian dan pengabdian kepada masyarakat per dosen, yang berhasil mendapatkan rekognisi internasional atau diterapkan oleh masyarakat | 0 produk | 1 produk |
| 2   | Persentase mata kuliah program studi yang menggunakan pendekatan pemecahan kasus (case method) atau project-based learning sebagai bobot evaluasi      | 5 %      | 10 %.    |
| dst |  |          |          |

- Poin satu IKU adalah kegiatan manufaktur prototype turbin ulir akan diterapkan menjadi pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) di masyarakat Desa Wiau Kabupaten Minahasa Tenggara. Kontribusi Mitra industri membantu membuat bangunan sipil untuk pemasangan turbin ulir.

- Poin dua IKU dan Poin dua pada indikator kinerja tambahan menerapkan metode pembelajaran project based learning (PBL), dimulai dari konsep materi energy baru terbarukan dan mesin fluida pada mata kuliah Mekanika fluida dan konversi energy, mendesain gambar produk melalui mata kuliah gambar teknik, kemudian manufaktur prototype turbin melalui mata kuliah praktikum Permesinan dan las, kemudian pemasaran dan star up produk turbin ulir melalui mata kuliah entrepreneurship.

### 3.4 Capaian Indikator Kinerja Tambahan

Capaian indikator kinerja tambahan dapat dilihat pada table dibawah ini.

Tabel. Target Indikator Kinerja Tambahan

| No | Indikator Kinerja Tambahan   | Baseline | Target  |
|----|--|----------|---------|
| 1  | Kurikulum disusun bersama dunia kerja yang memuat aspek <i>softskills</i> dan karakter kekerjaan           | 1 MK     | 2 MK    |
| 2  | Jumlah Mata kuliah yang menerapkan metode pembelajaran berbasis <i>project</i> riil dari dunia kerja (PBL) | 2 MK     | 3 MK    |
| 3  | Jumlah penelitian terapan berbasis kebutuhan industri yang mendukung <i>teaching factory</i> .             | 0 Judul  | 1 Judul |
| 4  | Jumlah dosen/instruktur yang mempunyai pengalaman dunia kerja  | 5 %      | 8 %     |

- Kegiatan workshop sinkronisasi kurikulum untuk mendukung pencapaian indikator kinerja tambahan pada poin1.
- Program penelitian terapan turbin ulir ini mendukung teaching factory
- Pelatihan entrepreneurship bagi dosen mendukung pencapaian indikator tambahan poin 4.

Mahasiswa terlibat dalam desain, manufaktur turbin ulir dan penerapan metode project based learning melalui mata kuliah Gambar teknik, praktek permesinan dan las, mekanika fluida, konversi energi dan entrepreneurship.

### 3.5 Penggunaan Anggaran

#### Realisasi Penggunaan Anggaran

#### Pengembangan Sumber Daya Manusia

| No | Nama Pelatih                           | Jumlah Peserta | Harga Satuan (Rp) | Sumber Dana & Jumlah (Rp) |     |       |
|----|--|----------------|-------------------|---------------------------|-----|-------|
|    |  |                |                   | Diksi                     | PTV | Mitra |
| 1  | Pelatihan Entrepreneurship Turbin Ulir | 5              | 16.000.000        | 80.000.000                |     |       |

#### Workshop/ Lokakarya/ Seminar/ Focus Groups Discussion

| No | Nama Kegiatan                     | Jumlah Peserta | Harga Satuan (Rp) | Sumber Dana & Jumlah (Rp) |     |       |
|----|-----------------------------------|----------------|-------------------|---------------------------|-----|-------|
|    |                                   |                |                   | Diksi                     | PTV | Mitra |
| 1  | Workshop Standarisasi Turbin Ulir | 30             | 2.500.000         | 75.000.000                |     |       |
| 2  | Workshop Sinkronisasi Kurikulum   | 30             |                   | 75.000.000                |     |       |

#### Bahan/ Barang Habis Pakai

| No | Nama Alat     | Spesifikasi Teknis       | Vol      | Harga Satuan | Sumber Dana & Jumlah (Rp) |     |       |
|----|---------------|--------------------------|----------|--------------|---------------------------|-----|-------|
|    |               |                          |          |              | Diksi                     | PTV | Mitra |
| 1  | Material      |                          |          |              |                           |     |       |
| a  | Poros Turbin  | Pipa Black Steel 8 Inchi | 2 Lght   | 8.510.000    | 17.020.000                |     |       |
| b  | Sudu Turbin   | Plat Steel 5 mm          | 14 sheet | 2.875.000    | 40.250.000                |     |       |
| c  | Casing        | Plat Steel 3 mm          | 6 sheet  | 2.300.000    | 13.800.000                |     |       |
| d  | Poros Luar    | Besi AS 2"               | 2 Lght   | 5.462.500    | 10.925.000                |     |       |
| e  | Poros Dalam   | Besi AS 1,5"             | 2 Lght   | 1.265.000    | 2.530.000                 |     |       |
| f  | Rangka Casing | Material                 |          |              |                           |     |       |

|   |                     |                             |          |            |            |  |  |
|---|---------------------|-----------------------------|----------|------------|------------|--|--|
|   |                     | Detail :                    |          |            |            |  |  |
|   |                     | Besi Siku 6 x 6             | 12 Lght  | 600.000    | 7.200.000  |  |  |
|   |                     | Besi Siku 4 x 4             | 6 Lght   | 270.000    | 1.620.000  |  |  |
|   |                     | Welding electrode (RB 26)   | 20 Kg    | 72.000     | 1.440.000  |  |  |
|   |                     | Batu Grinda                 | 2 Dus    | 180.000    | 360.000    |  |  |
|   |                     | Cat dan Thiner              | 8 Kaleng | 230.000    | 1.840.000  |  |  |
| g | Transmisi           | Gearbox/Pully (Belting)     | 1 Unit   | 7.325.000  | 7.325.000  |  |  |
| h | Bantalan            | Bearing (Water Resist)      | 2 Unit   | 9.375.000  | 18.750.000 |  |  |
| i | Output Daya         | Generator Put Rendah (3KW)  | 1 Unit   | 31.250.000 | 31.250.000 |  |  |
| j | Alat Ukur           | Tachometer                  | 1 Unit   | 2.300.000  | 2.300.000  |  |  |
| k | Pembuatan           | Special Service Tools (SST) | 1 Set    | 2.000.000  | 2.000.000  |  |  |
| l | Pengaman            | Ram Penutup Turbin          |          |            |            |  |  |
|   |                     | Detail :                    |          |            |            |  |  |
|   |                     | Besi siku 4 x 4             | 3 Lght   | 258.750    | 776.250    |  |  |
|   |                     | Besi Beton Dia 10 mm        | 4 Lght   | 111.780    | 447.120    |  |  |
|   |                     | Welding electrode (RB 26)   | 2 Kg     | 69.000     | 138.000    |  |  |
|   |                     | Cat dan Thiner              | 1 Kaleng | 230.000    | 230.000    |  |  |
|   |                     | Batu Grinda                 | 10 pcs   | 9.200      | 92.000     |  |  |
| m | Replika Turbin Ulir | Pameran                     |          |            |            |  |  |
|   |                     | Detail :                    |          |            |            |  |  |
|   |                     | Plat Stainless Steel 2 mm   | 3 Sheet  | 1.800.000  | 5.400.000  |  |  |
|   |                     | Siku Stainless Steel 4 x 4  | 5 Lght   | 418.000    | 2.090.000  |  |  |
|   |                     | As Stainless Steel 2 inch   | 1 Lght   | 6.800.000  | 6.800.000  |  |  |
|   |                     | Welding electrode NSN 305   | 8Kg      | 180.000    | 1.440.000  |  |  |
|   |                     | Batu Grinda                 | 3 Dus    | 172.500    | 517.500    |  |  |
| n | Pintu Air           | Material Pintu Air          |          |            |            |  |  |
|   |                     | Detail :                    |          |            |            |  |  |

|  |             |                           |          |            |                    |  |  |
|--|-------------|---------------------------|----------|------------|--------------------|--|--|
|  |             | Besi Siku 8 x 8           | 5 Lght   | 976.250    | 4.881.250          |  |  |
|  |             | Plat Steel 10 mm          | 2 Sheet  | 5.531.250  | 11.062.500         |  |  |
|  |             | Plat Steel 8 mm           | 2 Sheet  | 4.318.750  | 8.637.500          |  |  |
|  |             | Pinion Gear Double 450 mm | 1 Set    | 22.500.000 | 22.500.000         |  |  |
|  |             | Pinion Gear Double 350 mm | 1 Set    | 20.000.000 | 20.000.000         |  |  |
|  |             | Welding Electrode (RB 26) | 15 Kg    | 69.000     | 1.035.000          |  |  |
|  |             | Cat dan Thiner            | 3 Kaleng | 230.000    | 690.000            |  |  |
|  |             | Batu Grinda               | 1 Dus    | 172.500    | 172.500            |  |  |
|  | Pajak       |                           |          |            | 24.543.636         |  |  |
|  | Total Biaya |                           |          |            | <b>270.000.000</b> |  |  |

| No | Nama Alat                   | Spesifikasi Teknis | Vol | Harga Satuan | Sumber Dana & Jumlah (Rp) |     |             |
|----|-----------------------------|--------------------|-----|--------------|---------------------------|-----|-------------|
|    |                             |                    |     |              | Diksi                     | PTV | Mitra       |
| 1  | Bendungan sipil untuk PLTMH |                    |     |              |                           |     | 500.000.000 |

**Rekapitulasi Penggunaan Dana**

| No | Jenis/ Uraian                    | Sumber Dana & Jumlah (Rp) |     |       |
|----|----------------------------------|---------------------------|-----|-------|
|    |                                  | Diksi                     | PTV | Mitra |
| 1  | Gaji/ Honorarium                 |                           |     |       |
| 2  | Perjalanan Dinas                 |                           |     |       |
| 3  | Pengembangan SDM                 | 80.000.000                |     |       |
| 4  | Workshop/ Lokakarya/ Seminar/FGD | 150.000.000               |     |       |
| 5  | Barang/ Bahan Habis Pakai        | 270.000.000               |     |       |
| 6  | Pengadaan Peralatan Pendukung    |                           |     |       |
| 7  | Sewa Alat                        |                           |     |       |
|    | Total Biaya                      | 500.000.000               |     |       |

Lampiran Laporan Akhir Pekerjaan

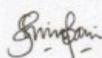
Program : Pendidikan Tinggi Vokasi Yang Mendukung Kebutuhan Industri (MF Vokasi)

Nomor : 5795 /PL 12/TU/2021

Tanggal : 24 Desember 2021

| No          | Jenis Pekerjaan                        | Sat.  | Vol. | Nilai Bobot % | Tahap Penyelesaian % | Prestasi Terhadap Keseluruhan Pek. % |
|-------------|--|-------|------|---------------|----------------------|--------------------------------------|
| 1           | 2                                      | 3     | 4    | 5             | 6                    | 7                                    |
| <b>I.</b>   | <b>Peralatan/ Bahan</b>                |       |      |               |                      |                                      |
| 1           | Material Turbin Ulir                   | Unit  | 2    |               | 100                  | 100                                  |
| 2           | Material Replika Turbin ulir           | Unit  | 1    |               | 100                  | 100                                  |
|             | <b>Sub Jumlah Pekerjaan I</b>          |       |      |               |                      |                                      |
| <b>II.</b>  | <b>Workshop</b>                        |       |      |               |                      |                                      |
| 1           | Workshop Standarisasi Turbin Ulir      | Paket | 1    |               | 100                  | 100                                  |
| 2           | Workshop Sinkronisasi Kurikulum        | Paket | 1    |               | 100                  | 100                                  |
|             | <b>Sub Jumlah Pekerjaan II</b>         |       |      |               |                      |                                      |
| <b>III.</b> | <b>Seminar</b>                         |       |      |               |                      |                                      |
| 1           |  |       |      |               |                      |                                      |
| 2           | Dst                                    |       |      |               |                      |                                      |
|             | <b>Sub Jumlah Pekerjaan III</b>        |       |      |               |                      |                                      |
| <b>IV.</b>  | <b>Focus Group Discussion</b>          |       |      |               |                      |                                      |
| 1           |  |       |      |               |                      |                                      |
| 2           | Dst                                    |       |      |               |                      |                                      |
|             | <b>Sub Jumlah Pekerjaan IV</b>         |       |      |               |                      |                                      |
| <b>V.</b>   | <b>Pengembangan SDM</b>                |       |      |               |                      |                                      |
| 1           | Pelatihan Enterpreneurship Turbin Ulir | Paket | 1    |               | 100                  | 100                                  |
| 2           | Dst                                    |       |      |               |                      |                                      |
|             | <b>Sub Jumlah Pekerjaan V</b>          |       |      |               |                      |                                      |
| <b>VI.</b>  | <b>Proses Produksi</b>                 |       |      |               |                      |                                      |
| 1           | Pembuatan Turbin Ulir                  | Unit  | 2    |               | 100                  | 100                                  |
| 2           | Pembuatan Replika Turbin ulir          | Unit  | 1    |               | 100                  | 100                                  |
|             | <b>Sub Jumlah Pekerjaan VI</b>         |       |      |               |                      |                                      |
|             | <b>TOTAL</b>                           |       |      |               |                      |                                      |

Koordinator Program Studi,



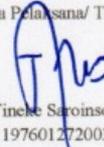
Dr. Winda Sami Slat, S.ST.,M.Eng.  
NIP. 197701292003122002



Mengenalui,  
Direktur

Ira. Maryke Alelo, MBA  
NIP. 196412131991032001

Manado, 24 Desember 2021  
Ketua Pelaksana/ Taskforce,



Dr. Tineke Scroingsong, S.ST., M.Eng.  
NIP. 197601272003122001

## **BAB 4. EVALUASI PELAKSANAAN PROGRAM**

### **4.1 Hambatan dan Masalah yang dihadapi**

Hambatan yang dihadapi dalam pelaksanaan program Matching Fund adalah pencairan dana direalisasi dari Kemendikbudristek dalam hal ini direktorat pendidikan tinggi Vokasi pada bulan November 2021 karena persetujuan revisi anggaran baru terlaksana di akhir Oktober 2021. Pihak institusi tidak memiliki dana talangan sehingga ketua pelaksana Matching Fund berusaha menggunakan dana talangan pribadi dulu dalam melaksanakan program ini. Hambatan lainnya adalah pandemic Covid 19 yang membatasi kegiatan praktikum mahasiswa, sehingga pelibatan praktikum mahasiswa dibuat sesuai kondisi ini.

Masalah yang dihadapi adalah sistem pelaporan kegiatan kemajuan/laporan interim yang tidak bisa diakses, dan keterlambatan unggah. Selain itu permintaan pelaporan interim yang hanya diberi waktu 2 minggu setelah dana dicairkan, membuat pelaksana MF dibatalkan presentasi kemajuan program ini oleh evaluator. Namun demikian pelaksana MF terus melaksanakan program ini sampai mencapai target luaran yang ditetapkan. Semoga kedepan pelaksanaan program ini akan lebih baik dan diberi waktu yang cukup.

### **4.2 Lesson Learned & Best Practices**

Pelajaran yang diperoleh dalam pelaksanaan program matching fund ini adalah koordinasi pelaksanaan yang dan praktek terbaik melalui program Matching Fund ini adalah

Dan proses kegiatan MF ini diharapkan keterlibatan mahasiswa dapat meningkatkan kompetensi mahasiswa jurusan Teknik Mesin pada mata kuliah Mesin Konversi Energi, Praktek Manufaktur, Praktek Permesinan dan Las. Mahasiswa juga akan turun lapangan melakukan survey kelayakan sungai dengan menerapkan materi kuliah pengukuran debit, persamaan bernoulli dan melakukan interaksi dengan masyarakat, bekerja tim, berdiskusi sebagai perwujudan merdeka belajar-kampus merdeka.

### **4.3 Rencana Internalisasi dan Tindak Lanjut Program**

Rencana institusi dalam mengembangkan produk turbin ulir ini akan di buat teaching factory dan komersialisasi bersama mitra industri PT. Repindo Perkasa Makmur.

## BAB 5. KESIMPULAN

### Program Matching Fund

Program matching fund adalah kegiatan penelitian pengembangan untuk hilirisasi produk inovasi di jurusan teknik mesin yang sesuai dengan sub tema bidang ilmu yang sesuai dengan kompetensi di setiap Jurusan yaitu teknologi manufaktur/produksi. Seperti yang sudah di sajikan dalam bab-bab sebelumnya tentang hasil yang dicapai, dapat disimpulkan :

- Prototipe turbin ulir sudah selesai di manufaktur 2 unit dengan kapasitas daya 3 kW. Produk turbin ulir ini sudah di patenkan dengan nomor : IDS000002969 dan IDS000003875. Tingkat kesiapterapan teknologi (TKT ) 8, sebelumnya produk sudah diuji pada skala lapangan. Selanjutnya turbin ulir ini akan di standarisasi oleh Badan Standar Nasional supaya bisa masuk e-catalog. Mutu dari produk turbin ulir dalam bentuk prototype mengandung TKDN 70%. Hanya komponen generator permanen putaran rendah masih di impor. Diharapkan kedepan TKDN bisa 100% diproduksi di Indonesia. Penerapan atau pemanfaatan turbin ulir bisa dipakai pada saluran irigasi.
- Mahasiswa terlibat dalam desain, manufaktur turbin ulir dan penerapan metode project based learning melalui mata kuliah Gambar teknik, praktek permesinan dan las, mekanika fluida, konversi energi dan entrepreneurship.
- Poin satu IKU adalah kegiatan manufaktur prototype turbin ulir akan diterapkan menjadi pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) di masyarakat Desa Wiau Kabupaten Minahasa Tenggara. Kontribusi Mitra industri membantu membuat bangunan sipil untuk pemasangan turbin ulir.
- Poin dua IKU dan Poin dua pada indikator kinerja tambahan menerapkan metode pembelajaran project based learning (PBL), dimulai dari konsep materi energy baru terbarukan dan mesin fluida pada mata kuliah Mekanika fluida dan konversi energy, mendesain gambar produk melalui mata kuliah gambar teknik, kemudian manufaktur prototype turbin melalui mata kuliah praktikum Permesinan dan las, kemudian pemasaran dan star up produk turbin ulir melalui mata kuliah entrepreneurship.
- Kegiatan workshop sinkronisasi kurikulum mendukung pencapaian indikator kinerja tambahan pada poin1.
- Program penelitian terapan turbin ulir ini mendukung teaching factory.

- Pelatihan entrepreneurship bagi dosen mendukung pencapaian indikator tambahan poin 4.
- Keterlibatan pihak mitra memberikan dana *inkind* dengan membuat bangunan sipil PLTMH yang akan dipasang produk turbin ulir ini.