

# PEMBUATAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) SEBAGAI PENDUKUNG UTAMA PETERNAKAN KAMBING DI DUSUN LAHARPANG DESA PUNCU KABUPATEN KEDIRI

Fakhreza Abdul, S.T., M.T., Sungging Pintowantoro, S.T., M.T., Ph.D.,  
Yuli Setiyorini, S.T., M.Phil., Ir. Rochman Rochiem, M.Sc.,  
Ir. Rochman Rochiem, M.Sc., Dyah Santhi Dewi, S.T., M.Eng.Sc., PhD.

---

**Abstrak** – Dusun Laharpang adalah dusun terdekat dari puncak Gunung Kelud. Dusun ini terletak di Desa (Kelurahan) Puncu Kecamatan Puncu - Pare Kabupaten Kediri. Karena berada di dekat puncak Gunung Kelud, maka temperatur dan kelembaban di Dusun Puncu ini sangat cocok untuk peternakan kambing. Vegetasi sebagai makanan kambing banyak tersedia serta peluang untuk budidaya Indigofera juga potensial. Program pemberdayaan masyarakat Dusun Kelud sudah dimulai sejak tahun 2014 melalui Lembaga Amil Zakat Nasional (LAZNAS) Al Azhar Peduli Umat (APU). Program tersebut salah satunya ialah pembuatan peternakan kambing, pengeringan cabai dan budidaya tanaman indigofera. Ketiga program tersebut membutuhkan energi listrik untuk menjalankan peralatan-peralatan. Selain itu energi listrik juga diperlukan untuk penerangan jalan dan fasilitas umum Dusun. Kebutuhan energi tersebut merupakan hal yang krusial, mengingat listrik di Dusun Laharpang sangat terbatas. Untuk itu perlu adanya pembangkit listrik skala kecil yang dapat digunakan untuk kemandirian energi masyarakat Dusun Laharpang. ITS melalui Laboratorium Pengolahan Mineral dan Material bekerjasama dengan Lembaga Amil Zakat Nasional (LAZNAS) Al Azhar Peduli Umat (APU) berencana untuk memberikan solusi dengan cara pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Pemilihan PLTMH tersebut dikarenakan sumber air di Dusun Laharpang yang cukup deras dan kontinu baik musim penghujan maupun kemarau. Sebelum dilakukan pembangunan PLTMH, terlebih dahulu dilakukan analisa SWOT untuk mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, kesempatan dan ancaman yang ada di Dusun Laharpang. Melalui pembangunan PLTMH ini diharapkan akan dapat memberikan solusi kepada masyarakat pada permasalahan pemenuhan kebutuhan listrik, tidak hanya mendukung kegiatan perekonomian namun juga mendukung aktivitas masyarakat umum. Di akhir kegiatan, telah dilakukan penyerahan turbin dan generator PLTMH berkapasitas 2,8 kW. Untuk tahun berikutnya, akan dilakukan instalasi perpipaan dan kelistrikan untuk mendukung PLTMH.

**Kata kunci:** *Pemberdayaan Masyarakat, Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro, Dusun Laharpang Kediri, Analisa SWOT*

---

## I. Pendahuluan

### I.1. Latar Belakang

Dusun Laharpang adalah dusun terdekat dari puncak Gunung Kelud. Dusun ini terletak di Desa (Kelurahan) Puncu Kecamatan Puncu - Pare Kabupaten Kediri. Lokasi keberadaan Desa Puncu kurang lebih berjarak 3 km dari anak Gunung Kelud yang baru. Pada awal Februari tahun 2014 Gunung Kelud meletus dan Desa Puncu adalah desa terdampak erupsi paling parah. Masyarakat Desa Puncu pada umumnya adalah berprofesi sebagai petani cabai, dimana mulai menanam cabai saat musim penghujan yaitu kisaran bulan Oktober atau November dan mulai memasuki masa panen pada bulan Februari. Dari gambaran pola tanam ini maka bencana erupsi Gunung Kelud pada tahun 2014 adalah pukulan telak bagi ekonomi masyarakat Puncu terutama warga Dusun Laharpang, karena erupsi datang bersamaan ketika akan dilangsungkan panen raya cabai. Modal bertani tanam cabai masyarakat Desa Puncu pada

umumnya adalah dengan melakukan pinjaman pada pihak Bank. Dengan adanya bencana ini maka terjadi gagal panen dan secara otomatis pinjaman pada bank tidak dapat dibayar (gagal bayar), sejauh ini pinjaman tersebut hanya diberikan dispensasi keringanan berupa tenggang waktu (pemunduran) pembayaran saja. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan taraf hidup sektor ekonomi melalui penambahan penghasilan bagi masyarakat Desa Puncu.

Saat ini telah dirintis suatu kegiatan Pemberdayaan Masyarakat yaitu peternakan dan pertanian terpadu. Kegiatan ini dilakukan secara kolaborasi antara civitas akademis ITS yaitu Laboratorium Pengolahan Mineral dan Material Jurusan Teknik Material dan Metalurgi dengan Lembaga Amil Zakat Nasional (LAZNAS) Al Azhar Peduli Umat (APU) sebagai pihak yang melakukan pendampingan di masyarakat melalui pembuatan kandang kambing model *knockdown* dan *green house*. Kandang kambing dipergunakan untuk *breeding* kambing perah (produksi susu) jenis Sanen sedangkan *green house* dipergunakan untuk pembibitan

*indigofera* sebagai tanaman sumber pakan ternak kaya protein dengan metode tumpang sari dengan cabai pada lahan pertanian. Hasil akhir dari kegiatan ini adalah diperoleh susu kambing dan sumber pakan ternak kaya protein atau konsentrat berbasis tanaman *indigofera*. Untuk menjalankan kegiatan ini memerlukan beberapa peralatan berupa: Mesin Pengering (Oven), Mesin Pencacah serta Mesin Penepung (*Hammer Mill*) untuk sektor pengolahan pakan ternak *indigofera* dan mesin pendingin (*Cooler*) untuk sektor pengolahan susu kambing. Keberadaan mesin-mesin di atas memerlukan aliran listrik yang tidak sedikit dalam pengoperasiannya.

Analisa awal kondisi Dusun Lahar pang dilakukan untuk mengetahui potensi yang dapat mendukung pembangunan pembangkit listrik mandiri. Dusun Lahar pang telah dikaruniai nikmat yang luar biasa besar melalui kekayaan alam, salah satunya adalah ketersediaan air dengan debit yang tinggi dan melimpah serta mengalir secara terus menerus baik di musim penghujan maupun kemarau (sepanjang tahun). Selain itu dukungan infrastruktur berupa tampungan air yang telah ada sejak zaman Belanda merupakan aspek yang memadai untuk mendukung pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Namun selain kekuatan (kunggulan) yang dimiliki, maka perlu juga dilakukan analisa terhadap kelemahan, peluang dan ancaman yang ada. Melalui analisa SOWT (*strength, weakness, opportunity, threat*) ini diharapkan menghasilkan strategi yang tepat dalam menyelesaikan masalah.

Dengan adanya instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Dusun Lahar pang maka energi listrik yang dihasilkan dari Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) tersebut dapat digunakan untuk menyediakan kebutuhan listrik program pemberdayaan tersebut di atas (sektor pengolahan susu dan pakan ternak), maupun untuk program-program sosial lainnya, misalnya dimanfaatkan untuk penerangan jalan umum (jalan desa), penerangan sarana pendidikan (Saung Ilmu), sarana ibadah dan lain sebagainya.

Energi listrik yang akan dihasilkan PLTMH dapat menjadi solusi akan kebutuhan listrik di Dusun Lahar pang. Pemanfaatan listrik untuk mendukung program pemberdayaan dan untuk pemenuhan fasilitas umum dapat mewujudkan kemandirian di sektor ekonomi dan menjadi edukasi bagi dusun lainnya sekitar Lahar pang. Selain manfaat telah disebutkan di atas, yang terpenting dari pembangunan PLTMH ini adalah transfer teknologi tepat guna dari dunia akademis ke masyarakat langsung dapat di rasakan hasil dan manfaatnya.

## 1.2. Perumusan Konsep dan Strategi

Kegiatan ini dilakukan untuk mendukung *supply* energi murah terhadap aktivitas sosial masyarakat Desa Puncu. Kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah memanfaatkan sumber daya alam yang ada pada Desa Puncu yaitu debit air yang tinggi sepanjang tahun, terdapatnya tampungan air jaman Belanda yang telah diperbaiki dan belum dioperasikan secara maksimal.

Kegiatan ini adalah kolaborasi antara akademisi dalam hal ini ITS dengan LAZNAS Al Azhar Peduli Ummat (APU) serta Masyarakat Dusun Lahar pang Puncu.

Adapun konsep dari pengabdian masyarakat ini adalah berkolaborasi dengan lembaga sosial dengan tujuan sebagai pendamping ITS dan masyarakat penerima manfaat karena dengan adanya pendampingan oleh lembaga yang sudah berpengalaman maka proses pelaksanaan Program Pengabdian pada Masyarakat ini akan dapat dikawal dan dimonitoring secara simultan serta tidak menutup kemungkinan ke arah pengembangan dikemudian hari. Dengan kolaborasi ini dapat diperoleh beberapa keuntungan diantaranya adalah efisiensi waktu karena LAZNAS APU ini telah mendampingi masyarakat Desa Puncu sejak erupsi Gunung Kelud tahun 2014 sampai dengan saat ini masih terus didampingi melalui penempatan Dai Sahabat Masyarakat (DASAMAS) serta pendirian Saung Ilmu sebagai pusat interaksi dan edukasi (*learning centre*) masyarakat, sehingga data-data yang dibutuhkan untuk kegiatan pembuatan instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dapat didukung dengan baik. Selain itu permasalahan yang di hadapi oleh masyarakat Lahar pang sudah dengan jelas dipetakan oleh LAZNAS APU sehingga ITS bisa berkonsentrasi secara penuh memikirkan alih teknologi tepat guna serta melakukan edukasi masyarakat Dusun Lahar pang untuk dapat mengakses teknologi ini.

Strategi yang dilakukan agar kegiatan ini dapat berhasil adalah dengan melakukan *sharing* pembiayaan antara TIM ITS dan LAZNAS APU serta Masyarakat Lahar pang. ITS dapat memfasilitasi pembuatan komponen instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dengan memanfaatkan laboratorium yang ada di jurusan Teknik Material dan Metalurgi ITS tanpa melakukan pembuatan generator. APU Jawa Timur mengupayakan penyediaan generator untuk instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dan masyarakat Lahar pang dapat secara gotong royong bertanggung jawab dalam pekerjaan sipil sehingga tiga elemen yang ada dapat berperan dan saling berkolaborasi satu sama lain. Dengan kolaborasi tiga elemen pendukung ini maka dapat menumbuhkan rasa memiliki dan tanggung jawab yang tinggi pada masyarakat karena masyarakat secara langsung diajak terlibat dalam kegiatan pengabdian masyarakat ini, tidak diberikan secara langsung tanpa ada keterlibatannya.

Agar keberlanjutan kegiatan ini dapat berjalan maka monitoring secara harian dapat dilakukan oleh APU dengan memanfaatkan keberadaan DASAMAS mereka di Dusun Lahar pang sehingga lebih mudah dalam mengarahkan dan membimbing serta sebagai jembatan ITS berinteraksi secara langsung dengan masyarakat Lahar pang. Strategi ini diharapkan dapat membuat kegiatan ini berjalan secara maksimal.

## 1.3. Tujuan, Manfaat, dan Dampak Kegiatan yang Diharapkan

### 1.3.1. Tujuan

Tujuan ini pada dasarnya adalah untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat desa Laharpang yang terpuruk akibat adanya bencana alam erupsi Gunung Kelud dengan jalan memanfaatkan sumber daya alam yang telah tersedia di Dusun Laharpang. Pada Dusun Laharpang memang terdapat banyak kelompok tani dan perkumpulan-perkumpulan, untuk kegiatan ini coba menggandeng masyarakat melalui KSM (Kelompok Swadaya Masyarakat) Lamor Kelud Sejahtera Dusun Laharpang dengan jumlah anggota 100 KK. Hal ini bertujuan efisiensi biaya dan memilih agen perubahan di Dusun Laharpang yaitu melalui anggota KSM tersebut dengan pendampingan APU Jawa Timur diharapkan dapat menularkan ide dan gagasan yang ada di Dusun Laharpang.

### *I.3.2. Manfaat*

Manfaat dari kegiatan pengabdian masyarakat berupa pembangunan instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro adalah sebagai berikut :

1. Energi listrik untuk penerangan jalan umum, sarana pendidikan, sarana ibadah dapat secara gratis diambil dari Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro.
2. Energi listrik untuk pengoperasian peralatan (mesin-mesin) pemberdayaan berupa : Mesin Pengering (*Oven*), Mesin Pencacah serta Mesin Penepung (*Hammer Mill*) untuk sektor pengolahan pakan ternak *indigofera* dan *Cooller* (Mesin Pendingin) untuk sektor Pengolahan Susu Kambing dapat secara mandiri diambil dari Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro.

Dengan kata lain salah satu manfaat program pengabdian masyarakat ini adalah melakukan efisiensi biaya produksi di sektor energi sehingga keuntungan hasil penjualan konsentrat dan produk turunan dari *breeding* kambing perah lebih tinggi

### *I.3.3. Dampak Kegiatan*

Dampak yang dapat dirasakan oleh masyarakat Dusun Laharpang dengan kehadiran Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro adalah menaikkan kesejahteraan ekonomi tiap keluarga anggota KSM yang berjumlah 100 KK serta dapat memberikan pengetahuan dan teknologi baru kepada masyarakat Dusun Laharpang pada khususnya dan masyarakat area ring 1 gunung Kelud pada umumnya akan pemanfaatan sumber daya alam yang melimpah.

### *I.4. Target Luaran*

Target luaran dari program pemberdayaan masyarakat dengan judul “Pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro sebagai Pemberdayaan Masyarakat Dusun Laharpang Desa Puncu Kabupaten Kediri” adalah terciptanya alat Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dan pemasangannya di Dusun

## **II. Tinjauan Pustaka**

Sumber daya air adalah sumber daya berupa air yang berguna atau potensial bagi manusia. Kegunaan air meliputi penggunaan di bidang pertanian, industri, rumah tangga, rekreasi, dan aktivitas lingkungan. Kuantitas total dari air yang tersedia pada suatu waktu adalah hal yang penting. Sebagian manusia membutuhkan air pada saat tertentu saja. Sedangkan penggunaan air lainnya yang membutuhkan air sepanjang waktu salah satunya adalah pembangkit listrik yang membutuhkan air untuk pendinginan, atau pembangkit listrik tenaga air. Energi listrik juga sangat penting peranannya dalam kehidupan manusia. Namun pada kenyataannya belum semua penduduk terutama di pedesaan atau daerah terpencil dapat merasakan energi tersebut. Hal ini mungkin dikarenakan harga jual energi listrik yang dirasakan cukup tinggi bagi beberapa kelompok masyarakat, untuk itu perlu adanya peranan dari pemerintah bersama perusahaan listrik dalam memenuhi kebutuhan listrik dengan menciptakan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH).

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) adalah salah satu jenis pembangkit listrik yang masuk dalam kategori sumber Energi Baru Terbarukan (EBT) dimana PLTMH ini merupakan alternatif sumber energi listrik di luar energi berbasis fosil bagi masyarakat. PLTMH memberikan banyak keuntungan terutama bagi masyarakat pedalaman di seluruh Indonesia dan dampak terhadap lingkungan hidup. Bagi masyarakat di pedalaman yang sulit dijangkau oleh instalasi Perusahaan Listrik Negara (PLN) PLTMH adalah solusi agar kemandirian energi listrik untuk kegiatan sosial dan kebutuhan sehari-hari dapat terpenuhi, sedangkan bagi lingkungan hidup PLTMH adalah pembangkit energi listrik tanpa mengganggu keseimbangan alam karena tidak mengeluarkan polusi yang dilepas ke lingkungan selain polusi suara yang mungkin tidak begitu berdampak pada lingkungan sekitar. Di saat sumber energi lain mulai menipis dan memberikan dampak negatif, maka air menjadi sumber energi yang sangat penting karena dapat dijadikan sumber energi pembangkit listrik yang murah dan tidak menimbulkan polusi. Selain itu, Indonesia kaya akan sumber daya air sehingga sangat potensial untuk memproduksi energi listrik melalui PLTMH.

### *II.1. Analisa Hidrologi*

Hidrograf satuan suatu daerah aliran sungai (DAS) adalah suatu limpasan langsung yang diakibatkan oleh satu satuan hujan efektif yang terbagi rata dalam waktu dan ruang.

Metode penentuan debit banjir rancangan akan dilakukan dengan metode hidrograf satuan sintetik Nakayasu. (Faridah dkk, 2014).

Untuk menghitung dan mendapatkan kapasitas PLTMH yang akan didesain, tidak terlepas dari

perhitungan berapa banyak air yang dapat diandalkan untuk membangkitkan PLTMH. Debit andalan adalah debit minimum (terkecil) yang masih dimungkinkan untuk keamanan operasional suatu bangunan air, dalam hal ini adalah PLTMH (Widodo, 2012). Oleh karena itu pada umumnya dalam instalasi PLTMH terdapat suatu model tangki air yang berfungsi sebagai tempat penampungan air untuk dapat mengontrol debit minimum yang dibutuhkan oleh PLTMH. Perhitungan debit secara ilustrasi dapat ditampilkan dengan menggunakan rangkaian model tangki dimana dasar model tangki adalah salah satu metode yang digunakan untuk menghitung debit air di suatu tempat dengan cara mengasumsikan DAS dengan membuat model susunan tangki dengan sejumlah tampungan yang digambarkan dengan sederet tangki vertikal. Model perhitungan ini telah dikembangkan oleh Sugawara (Sugawara dkk, 1984), untuk memperjelas dapat diamati pada **Figure 1** di bawah ini.

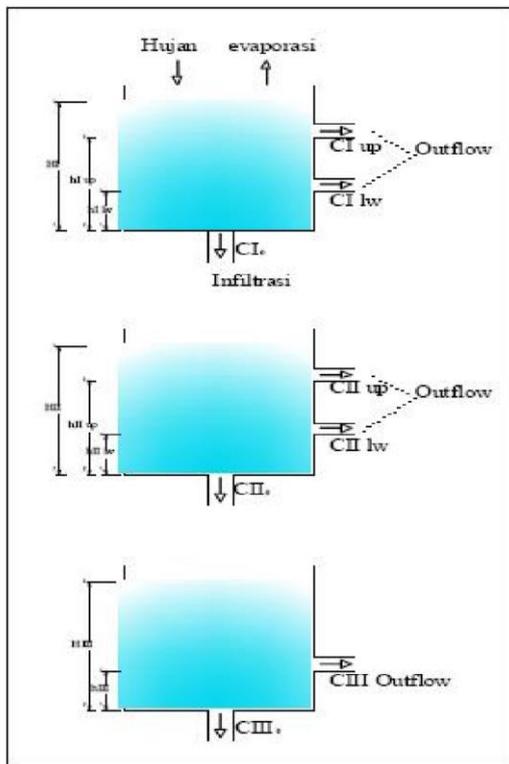


Fig. 1. Model Tangki

Secara skematis pada **Figure I** menggambarkan curah hujan yang jatuh pada suatu waktu  $R(t)$  akan mengisi tangki paling atas  $V_1$ . Air dari curah hujan yang ada akan ditampung pada model tangki  $V_1$  dimana pada tangki ini di gambarkan terdapat lubang di bagian dinding kanan tangki yang berfungsi sebagai lubang aliran air dan lubang pada bagian dasar tangki yang berfungsi sebagai lubang transportasi air menuju tangki yang lain dengan demikian air hujan yang tertampung pada tangki  $V_1$  mengalir lewat lubang di dinding kanan atau keluar melalui lubang di dasar tangki dan masuk mengisi tangki  $V_2$  dalam tahap kedua. Air yang tertampung pada tangki  $V_2$  akan mengalir lewat lubang-

lubang di dinding ataupun merembes lewat dasar tangki, dan masuk ke tangki ketiga pada tahap ketiga. Proses ini berulang hingga tahap selanjutnya. Air yang mengalir lewat dinding tangki akan menghasilkan limpasan, sedangkan yang merembes melewati dasar tangki merupakan infiltrasi.

Untuk membangun sebuah instalasi PLTMH maka dibutuhkan analisa hidrolika untuk menghitung beberapa parameter yang dibutuhkan sebelum dilakukan perhitungan daya maksimal yang dapat di hasilkan dari suatu rancang bangun PLTMH. Perhitungan analisa hidrolika diantaranya lebar bendungan dan tinggi air pada mercu bendungan.

## II.2. Lebar Efektif Bendung

Lebar efektif bendung di sini adalah jarak antar pangkal-pangkal (*abutment*), menurut kriteria lebar bendung ini diambil sama dengan lebar rata-rata sungai yang stabil atau lebar rata-rata muka air banjir tahunan sungai yang bersangkutan atau diambil lebar maksimum bendungan tidak lebih dari 1,2 kali lebar rata-rata sungai pada ruas yang stabil (Joetata dkk., 1997).

Berikut adalah persamaan lebar bendung :

$$B_e = B - 2(n \cdot K_p + K_a) \cdot H_1 \quad \text{Persamaan 1}$$

Dimana:

- $B_e$  : lebar efektif bendung (m).
- $n$  : jumlah pilar.
- $K_p$  : koefisien kontraksi pilar.
- $K_a$  : koefisien kontraksi pangkal bendung.
- $H_1$  : tinggi energi di atas mercu (m).

## II.3. Tinggi Muka Air Banjir di Atas Mercu Bendung

Persamaan tinggi energi di atas mercu ( $H_1$ ) menggunakan rumus debit bendung dengan mercu bulat, yaitu :

$$Q = C_d \cdot \frac{2}{3} \cdot (2/3g)^{0.5} \cdot B_e \cdot H_1^{3/2} \quad \text{Persamaan 2}$$

Dimana :

- $Q$  : debit ( $m^3/det$ )
- $C_d$  : koefisien debit
- $g$  : percepatan gravitasi ( $m/det^2$ )
- $B_e$  : lebar efektif bendung (m)
- $H_1$  : tinggi energi di atas mercu (m)

Untuk mendistribusikan kebutuhan debit air pada umumnya pada instalasi utilitas pendukung PLTMH terdapat bangunan hantar. Bangunan hantar sendiri adalah sebuah saluran pembawa yang menghantarkan debit kebutuhan yang akan dibangkitkan oleh turbin. Dalam perencanaan PLTMH, bangunan hantar dibagi menjadi: Bangunan Pengambilan (*intake*), pintu sorong (*Trashrack*), Bak Pengendap dan Pipa Pesat (*Penstock*).

## II.4. Komponen-Komponen pada Instalasi PLTMH

### II.4.1. Bangunan Pengambil

Bangunan pengambil adalah bangunan yang berfungsi untuk mengalirkan air dalam jumlah tertentu ke

dalam bak pengendap dan saluran pembawa serta menjaga saluran pembawa bersih dari sedimen dan sampah. Kelebihan air harus dialirkan kembali ke sungai. Lokasi *intake* sebaiknya di sisi luar belokan sungai untuk meminimalisasi pengendapan di saluran pembawa dan dibuat sedekat mungkin dengan pembilas dan as bendung.

#### II.4.2. Pintu Sorong

Pintu sorong adalah celah yang digunakan untuk membuka, mengatur, dan menutup aliran air di saluran baik yang terbuka maupun tertutup. Jumlah debit air yang mengalir dapat dihitung dengan persamaan :

$$Q = K \cdot a \cdot B \sqrt{2 \cdot g \cdot H1} \quad \text{Persamaan 3}$$

#### II.4.3. Bak Pengendap

Bak penangkap sedimen dipergunakan untuk mengendapkan sedimen yang terdapat pada aliran yang menuju pipa pesat.



Fig. 2. Bak Pengendap di Desa Laharpang

#### II.4.4. Saluran Pembawa (Water Way)

*Water way* adalah saluran penghubung antara saluran pengambilan (*intake*) menuju bak penenang (*forebay*). Dalam perencanaan *water way* biasanya mengikuti suatu kontur dalam perencanaannya.



Fig. 3. Water pada sebuah PLTMH

#### II.4.5. Bak Penenang

Bak penenang berfungsi untuk mengontrol perbedaan debit dalam pipa pesat (*penstock*) dan saluran pembawa karena fluktuasi beban, di samping itu juga sebagai pemindah sampah terakhir (tanah, pasir, kayu yang mengapung) dalam air yang mengalir.



Fig. 4. Bak penenang PLTMH

#### II.4.6. Pipa Pesat

Pipa pesat (*penstock*) merupakan pipa yang direncanakan untuk dapat menahan tekanan tinggi yang berfungsi untuk mengalirkan air dari kolam penampungan menuju turbin. Untuk mendapatkan diameter pipa pesat dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$d = 2,69 \sqrt[3]{\frac{Q \cdot L}{H}} \quad \text{Persamaan 4}$$

Dengan :

- $d$  : diameter pipa pesat (mm)
- $n$  : nilai kekasaran Manning
- $Q$  : debit pembangkit ( $m^3/dt$ )
- $L$  : panjang pipa pesat (m)
- $H$  : tinggi jatuh total/kotor (m)



Fig. 5. Pipa Pesat PLTMH

#### II.4.7. Turbin Air

Turbin Air adalah turbin dengan air sebagai fluida kerja. Air yang mengalir dari tempat yang lebih tinggi

menuju tempat yang lebih rendah, hal ini air memiliki energi potensial. Dalam proses aliran di dalam pipa, energi potensial tersebut berangsur-angsur berubah menjadi energi mekanis, dimana air memutar roda turbin. Roda turbin dihubungkan dengan generator yang mengubah energi mekanis (gerak) menjadi energi listrik (Arismunandar, 1991:64).

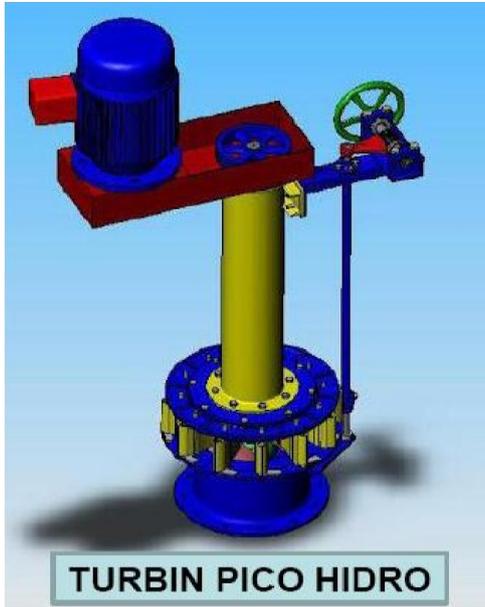


Fig. 6. Turbin Pico Hidro PLTMH

### II.5. Perhitungan Daya

Perhitungan daya pada instalasi PLTMH pada umumnya dilakukan berdasarkan dengan debit maskimal yang dapat dihasilkan oleh suatu DAS dan ketinggian air jatuh pada tempat penampungan yang ada. Untuk mengitung daya dpat dilakukan dengan menggunakan persamaan persamaan dibawah ini

**Daya Teoritis =  $9,81 \times Q \times Heff$  Persamaan 5**

**Daya Turbin =  $9,81 \times \eta_t \times Q \times Heff$  Persamaan 6**

**Daya Generator =  $9,81 \times \eta_g \times \eta_t \times Q \times Heff$  Persamaan 7**

Dimana :

- $\eta_t$  : efisiensi turbin
- $\eta_g$  : efisiensi generator
- $Q$  : debit pembangkit ( $m^3/dt$ )
- $H_{eff}$  : tinggi jatuh efektif (m)

Perhitungan banyaknya energi yang dihasilkan pembangkit dalam satu tahun menggunakan persamaan berikut :

**$E = P \times 24 \times n$  Persamaan 8**

Dimana :

- $P$  : daya (kW)
- $n$  : jumlah hari

### II.6. Analisa SWOT

Perencanaan Strategis (*Strategic Planning*) adalah sebuah alat manajemen yang digunakan untuk mengelola kondisi saat ini untuk melakukan proyeksi kondisi pada masa depan, sehingga rencana strategis adalah sebuah petunjuk yang dapat digunakan organisasi dari kondisi saat ini untuk mereka bekerja menuju 5 sampai 10 tahun ke depan ( Kerzner, 2001).

Dalam melakukan langkah strategis, dapat digunakan berbagai analisa bisnis. Analisa bisnis tersebut diantaranya adalah SWOT (*Strengths, Weakness, Opportunities dan Threats*), PEST (*Political, Economic, Social, Technology*) dan STEER (*Socio-cultural, Technological, Economic, Ecological, Regulatory*). Langkah strategis yang diambil biasanya untuk jangka waktu yang panjang misalnya 5-10 tahun.

Prosedur analisa SWOT memungkinkan organisasi/proyek melakukan analisa terhadap kekuatan dan kelemahan yang bersumber dari internal, serta peluang dan ancaman yang berasal dari eksternal. Hasil analisa SWOT akan dapat digunakan untuk merancang strategi yang tepat dalam menyusun solusi dari permasalahan yang dihadapi.

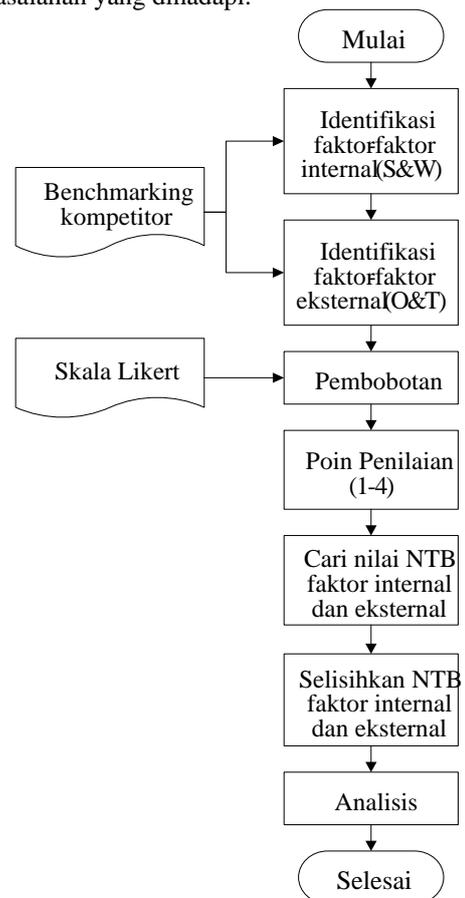


Fig. 7. Flowchart Analisa SWOT

Analisis strategi dilakukan setelah mendapatkan informasi mengenai SWOT. Figure 8 menunjukkan analisa strategi dengan menggunakan Matriks TOWS.

Faktor Eksternal	Faktor Internal	<b>Kekuatan [S]</b>	<b>Kelemahan [W]</b>
	<b>Peluang [O]</b>	<b>Strategi SO</b> Gunakan "S" untuk memanfaatkan "O" <b>Perluasan (S&gt;W ; O&gt;T)</b>	<b>Strategi WO</b> Menghilangkan "W" dan memanfaatkan "O"
<b>Ancaman [T]</b>		<b>Konsolidasi (S&lt;W ; O&lt;T)</b> <b>Strategi ST</b> Gunakan "S" untuk Menghindarkan "T"	<b>Strategi WT</b> Minimalikan "W" untuk Menghindarkan "T"

Fig. 8. Matriks TOWS

### III. Strategi, Rencana Kegiatan dan Keberlanjutan

#### III.1. Strategi

Pada kegiatan pengabdian masyarakat di Dusun Laharpang ini dilakukan melalui konsorsium yaitu antara Laboratorium Pengolahan Mineral dan Material Jurusan Teknik Material dan Metalurgi dengan LAZNAS AL Azhar Peduli Ummat dan Kelompok Swadaya Masyarakat (KSM) Lamor Kelud Sejahtera Dusun Laharpang. Dengan konsorsium ini maka akan didapatkan efisiensi pembiayaan dan kegiatan yang diselenggarakan dapat tepat sasaran karena adanya monitoring rutin yang dilakukan oleh lembaga sosial APU Jawa Timur minimal 2 minggu sekali. Oleh karena itu dalam kegiatan ini akan disusun sebuah laporan mingguan untuk mengetahui kendala yang terjadi di lapangan dan dapat dengan segera dilakukan tindakan untuk memecahkan permasalahan yang ada. Dengan adanya KSM Lamor Kelud Sejahtera Dusun Laharpang maka efisiensi biaya pekerjaan sipil dapat dihemat, dikarenakan pada umumnya kegiatan yang sudah berjalan lainnya dilakukan dengan gotong royong tanpa ada pungutan biaya. Hal ini dilakukan agar semua anggota KSM Lamor merasa memiliki apa yang telah ada saat ini dan dapat digunakan untuk kepentingan bersama demi peningkatan kesejahteraan masyarakat desa Laharpang

#### III.2. Rencana Kegiatan

Kegiatan ini rencananya akan dibagi menjadi 3 tahapan kegiatan :

##### 1. Tahap persiapan dan pengenalan

Pada tahap persiapan dan pengenalan ini, tim Pengabdian Masyarakat ITS akan melakukan studi lapangan di Dusun Laharpang, Desa Puncu. Studi lapangan ini dilakukan untuk mendapatkan informasi

mengenai kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman yang mungkin ada. Salah satu hasil yang ingin didapatkan dari poses ini adalah untuk mengetahui lokasi potensial yang akan digunakan sebagai lokasi aplikasi alat Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) kapasitas kecil 2 kW.

Selain itu, saat pelaksanaan studi lapangan akan dilakukan juga konsolidasi dengan pihak Lembaga Amil Zakat Nasional (LAZNAS) Al Azhar Peduli Umat (APU) untuk melakukan sosialisasi kepada masyarakat Dusun Laharpang Desa Puncu, Kediri. Setelah studi lapangan, langkah selanjutnya ialah persiapan desain alat dengan melakukan perhitungan teoritis berdasarkan data-data yang diperoleh (debit aliran air, lebar sungai, kedalaman sungai dll).

##### 2. Tahap pembuatan alat

Setelah perhitungan selesai dilakukan, maka akan dilakukan pembuatan alat Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Pembuatan ini dilakukan oleh bengkel yang sudah ditunjuk oleh Tim Pengabdian Masyarakat ITS. Pembuatan alat ini juga dilakukan sesuai dengan spesifikasi teknis yang diberikan oleh Tim Pengabdian Masyarakat ITS. Selama pembuatan alat, Tim Pengabdian Masyarakat ITS terus memantau dan melakukan koordinasi baik dengan pihak bengkel, Lembaga Amil Zakat Nasional (LAZNAS) Al Azhar Peduli Umat (APU) serta ketua kelompok masyarakat Desa Puncu.

##### 3. Tahap aplikasi alat

Setelah alat selesai dibuat, maka tahap selanjutnya ialah pemasangan alat di lokasi yang sudah ditentukan saat analisa hasil studi lapangan sebelumnya. Listrik hasil Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) ini nantinya akan disalurkan ke lampu-lampu serta *dryer* untuk pengolahan bahan pakan ternak kambing masyarakat Desa Puncu. Saat pengaplikasian ini, performa alat akan terus dipantau hingga waktu tertentu untuk menjamin alat keluaran alat sesuai dengan desain yang telah dibuat sebelumnya. Gambar 3.1 menunjukkan rencana kegiatan pengabdian masyarakat ini.

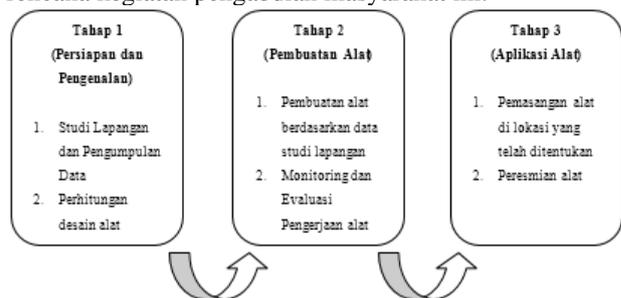


Fig. 9. Rencana Kegiatan Pengabdian Masyarakat

#### III.3. Keberlanjutan

Setelah kegiatan tahun pertama selesai, yaitu terciptanya Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), maka pada periode berikutnya akan dilakukan peningkatan kapasitas PLTMH dengan cara menambah unitnya. Sehingga, listrik alat-alat Peternakan Kambing dapat disuplai oleh PLTMH. Kemudian, akan dilakukan

monitoring pengaplikasian PLTMH tersebut yang digunakan untuk pemberdayaan masyarakat Dsn. Lahar pang.

Pada periode berikutnya, tambahan PLTMH akan difungsikan untuk memenuhi aliran listrik alat *hammer mill*, mesin pencacah dan mesin pendingin. Ketiga mesin ini diperkirakan membutuhkan listrik sebesar 4 kW. Harapannya, karena kebutuhan listrik mesin-mesin peternakan kambing dipenuhi oleh pembangkit mandiri, maka harga jual produk pakan kambing dan biaya operasional peternakan akan turun sehingga membuat harga jual kambing dan pakan ternak lebih rendah. Hal tersebut akan dapat membuat produk kambing dan pakan ternak masyarakat Dusun Lahar pang Desa Puncu dapat bersaing dengan produk dari peternakan lain. Selain itu, hal ini dapat dijadikan suatu kegiatan Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) bidang Masyarakat, Teknologi dan bahkan Kewirausahaan.

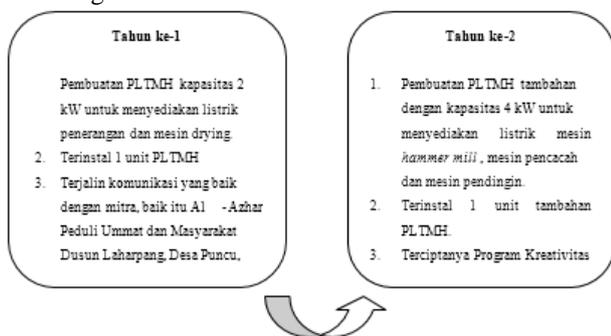


Fig. 10. Keberlanjutan Program Pengabdian Masyarakat

## IV. Hasil yang Dicapai dan Keberlanjutannya

### IV.1. Hasil yang Dicapai

#### IV.1.1. Survei Lokasi Instalasi PLTMH

Survei lokasi PLTMH akan dipasang sudah dilakukan. Kegiatan survei ini antara lain komunikasi dengan perwakilan kelompok tani masyarakat Puncu, pengukuran jarak dan ketinggian sumber air hingga titik penempatan turbin dan pengukuran laju alir air. Tabel 3.1 menunjukkan data – data yang diperoleh dari pengukuran.

**Tabel I Data-data hasil proses pengukuran**

No	Data	Hasil
1	Jarak sumber air ke titik penempatan turbin	100 meter
2	Ketinggian sumber air ke titik penempatan turbin	4 meter
3	Lebar got	56 cm
4	Kedalaman air	4 cm
5	Debit air	60 liter/detik

Gambar – gambar di bawah menunjukkan kegiatan survei yang sudah dilakukan di Dusun Lahar pang Desa Puncu Kab. Kediri.



Fig. 11. Survei Lokasi di Dusun Lahar pang Desa Puncu Kab.Kediri

#### IV.1.2. Pembuatan Turbin PLTMH

Pembuatan turbin sejauh ini sudah mencapai 50% progres. Pembuatan turbin sendiri dilakukan oleh bengkel pembuatan turbin. Sejauh ini, impeller turbin sudah selesai dibuat.

Gambar di bawah menunjukkan proses pembuatan turbin yang dilakukan.



Fig. 12. Proses pembuatan turbin PLTMH

#### IV.2. Hasil Pengabdian dan Luaran yang Telah Diperoleh

Turbin dan generator yang digunakan sebagai alat utama PLTMH sudah dibuat dan sudah diserahkan kepada kelompok tani Ds. Lahar pang, Puncu, Pare, Kediri. Adapun turbin yang sudah dibuat memiliki daya maksimum sebesar 2,8 kW. Hal tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan target awal, yang hanya 2 kW. Di sisi lain, generator yang ada mampu menghasilkan listrik dengan daya maksimum sebesar 2,8 kW, sesuai dengan turbin yang telah dibuat. Turbin dan generator sudah diserahkan kepada kelompok tani Puncu, dengan disaksikan oleh perwakilan Al-Azhar Peduli Umat (APU) Jawa Timur. Proses penyerahannya dilaksanakan pada

tanggal 5 Nopember 2016. Turbin dan generator yang semula berada di Lab. Teknologi Pengolahan Mineral dan Material dikirim ke Ds. Laharpang, Puncu, Kediri menggunakan satu unit mobil pick up. Gambar 4.3 di bawah menunjukkan proses penyerahan turbin dan generator PLTMH.



Fig. 13. Penyerahan Turbin dan Generator PLTMH

Seperti yang sudah dijelaskan pada laporan kemajuan sebelumnya, kendala utama yang dihadapi oleh tim pengabdian ialah jauhnya jarak sumber air dengan turbin PLTMH, sehingga diperlukan pipa yang panjang. Adapun dari desain awal, panjang pipa dari sumber air ke PLTMH hanya sepanjang 15 meter. Akan tetapi, karena oleh warga pemilik lahan hal tersebut tidak diijinkan karena dapat berpotensi merusak area tanam kebun, maka lokasi PLTMH diubah menjadi di depan rumah ketua kelompok tani. Dengan adanya perubahan lokasi tersebut, maka pipa yang dibutuhkan menjadi lebih panjang, yaitu 65 meter. Panjangnya pipa tersebut disebabkan karena daerah sumber air ke lokasi PLTMH baru memiliki perbedaan tinggi yang rendah, sehingga membutuhkan jarak yang panjang. Dari perhitungan, diketahui bahwa selisih ketinggian turbin dan sumber air yang dibutuhkan agar daya 2 kW dapat tercapai ialah setinggi 6 meter. Kendala tersebut menyebabkan proses pengadaan dan instalasi pipa tertunda pada tahun ini. Solusinya, ialah dengan melakukan pengadaan dan instalasi pipa pada tahun ke-2 kegiatan Abmas.

#### IV.3. Keberlanjutan

Untuk kegiatan selanjutnya pada tahun ke-2, kegiatan Abmas akan dilanjutkan dengan proses pembuatan instalasi perpipaan dan listrik yang digunakan untuk PLTMH. Sehingga, harapannya, pada Tahun ke-2 kegiatan PLTMH sudah bisa diaplikasikan oleh masyarakat Ds. Puncu, Kediri. Adapun rencana keberlanjutan dari kegiatan ini ditunjukkan pada Figure

14 dibawah.

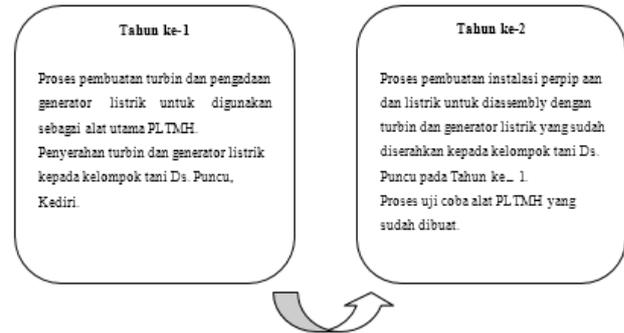


Fig. 14. Keberlanjutan program Abmas setelah disesuaikan dengan kondisi lapangan yang ada

#### IV.4. Analisis Capaian Luaran terhadap Target Luaran

Target luaran dari kegiatan ini yaitu terciptanya alat Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di desa Laharpang, Puncu, Kediri. PLTMH yang dibuat memiliki daya sebesar 2 kW. Setelah kegiatan ini berjalan, maka capaian luarannya yaitu diteruskannya alat PLTMH berupa Turbin dan generator listrik yang memiliki daya output maksimum sebesar 2,8 kW. Dari segi pembuatan dan penyerahan alat utama PLTMH kepada kelompok tani Ds. Puncu, maka kegiatan ini sudah sesuai dengan target awal, yaitu terciptanya turbin dan generator PLTMH. Akan tetapi, PLTMH masih belum bisa digunakan karena adanya perubahan panjang pipa yang sudah dijelaskan pada sub bab 4.2 sebelumnya. Untuk itu, terdapat perubahan rencana untuk tahun kedua kegiatan Abmas ini, yaitu dengan membuat instalasi perpipaan dan listrik agar PLTMH dapat digunakan.

### V. Kesimpulan dan Saran

#### V.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari kegiatan ini antara lain :

1. Pembuatan turbin dan pengadaan generator listrik sebagai komponen utama dalam PLTMH sudah selesai dilaksanakan
2. Penyerahan turbin dan generator listrik kepada kelompok tani Ds. Puncu sudah dilaksanakan.
3. Pembuatan instalasi perpipaan dan listrik akan dilaksanakan pada Tahun ke-2 kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (Tahun 2017).

#### V.2. Saran

Saran dari kegiatan ini antara lain :

1. Proses diskusi dilakukan tidak hanya dengan kelompok tani, akan tetapi juga dengan warga sekitar lokasi selain kelompok tani agar tidak terjadi miss komunikasi
2. PLTMH yang dibuat ditambahkan sistem transmisi untuk penggantian pulley, agar daya

dapat keluaran dari generator dapat lebih terkontrol

## VI. Rencana Selanjutnya

Untuk kegiatan selanjutnya pada tahun ke-2, kegiatan Abmas akan dilanjutkan dengan proses pembuatan instalasi perpipaan dan listrik yang digunakan untuk PLTMH. Sehingga, harapannya, pada Tahun ke-2 kegiatan PLTMH sudah bisa diaplikasikan oleh masyarakat Ds. Puncu, Kediri. Adapun rencana keberlanjutan dari kegiatan ini ditunjukkan pada Figure 15 di bawah.

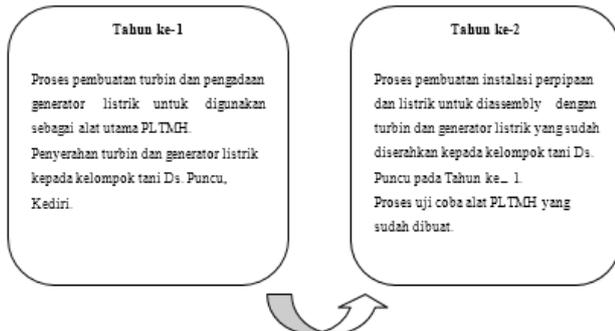


Fig. 15. Keberlanjutan program Abmas setelah disesuaikan dengan kondisi lapangan yang ada

## Daftar Pustaka

- [1] Faridah, Sitti Nur, dkk. 2014. *Analysis of the maximum flood discharge with hydrograph of Nakayasu Synthetic unit on Pappa Watersheed South Sulawesi*.
- [2] Widodo. 2012. *Pembangkit Listrik dengan Potensi Sumber Energi Setempat sebagai Wujud Pemerataan Energi Listrik di Desa Tertinggal dan Terpencil (Studi Kasus di Desa Munggu Kecamatan Ngabang, Kabupaten Landak)*. Vokasi ISSN 1693 – 9085, Vol. 8 Hal. 151 – 164.
- [3] Sugawara, M, I. Watanabe, E. Ozaki, dan Y. Katsuyama, 1984. *Tank Model with Snow Component*. Research Notes of The National Research Center for Disaster Prevention No. 65, NRCDP, Japan.

## Authors' information

**KETUA**

**Fakhreza Abdul, S.T., M.T.**

**ANGGOTA :**

**Sungging Pintowantoro, ST, MT, PhD**

**Ir. Rochman Rochiem, M.Sc.**

**Yuli Setiyorini, S.T., M.Phil**

**Anny Maryani, S.T., M.T.**

**Dyah Santhi Dewi, S.T., M.EngSc., Ph.D**