

# **INSTRUMENTASI UNTUK PENGUKURAN KINERJA POMPA IRIGASI**

**Agung Prabowo**

Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Serpong.  
P.O. Box 2, Serpong, Tangerang – Banten

## **INTISARI**

*Pompa irigasi yang biasa digunakan oleh petani di Indonesia umumnya jenis sentrifugal dengan poros horisontal. Pompa tersebut digunakan untuk mengairi lahan pertanian untuk tanaman pangan maupun hortikultura. Populasi pompa irigasi di Indonesia meningkat cukup pesat baik yang disuplai dari dalam negeri maupun import. Dalam rangka pengawasan mutu pompa irigasi tersebut, maka Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian (BBP Mektan) mempunyai tugas melakukan pengujian kinerja pompa irigasi yang beredar di Indonesia. Ketepatan dan keakurasian pengukuran dalam pengujian tersebut menjadi hal yang sangat penting, sehingga pengembangan instrumentasi tidak dapat terpisah dalam pelaksanaan pengujian pompa irigasi. BBP Mektan telah mengembangkan instrumentasi untuk pengukuran kinerja pompa irigasi di laboratorium yang meliputi pengukuran daya poros pompa, kecepatan putar poros, debit, tinggi tekan dan tinggi hisap. Pengembangan instrumentasi uji yang telah dilakukan oleh BBP Mektan mampu memberikan identifikasi kinerja pompa irigasi yang tertuang didalam laporan hasil uji. Meskipun demikian, untuk lebih meningkatkan akurasi data perlu dikembangkan lebih lanjut kearah aplikasi akuisisi data.*

*Kata kunci : Instrumentasi, Uji, Pompa Sentrifugal, Debit, Tinggi Total, Efisiensi*

## **ABSTRACT**

*The irrigation pump which commonly use by Indonesian farmer generally centrifugal type with the horizontal axis. The pump which used for irrigate the agriculture farm for the crop of food and also horticulture. Population of irrigation pump in Indonesia increase fast enough both for supply from local and also import. In order to qualified control of irrigation pumps, hence Indonesian Center for Agricultural Engineering Research and Development (ICAERD) having duty to conduct testing of irrigation pump performance that circulating in Indonesia. Accuracy and precise measurement in the test become the very important matter, so that instrumentation development cannot apart in pump testing. ICAERD have developed the instrumentation for the measurement of performance pump irrigation in laboratory covering measurement of pump shaft power, peripheral speed of pump shaft, discharge, pressure head and suction head. Development of test instrumentation which has been conducted by ICAERD able to give to identify the performance of irrigation pumps decanted in the test report. Nevertheless, to improve of data accuration require to be developed furthermore toward application of data aquisition.*

*Key Words : Instrumentation, Test, Centrifugal Pump, Discharge, Total Head, Efficiency*

## 1 PENDAHULUAN

Banyak macam pompa air yang digunakan untuk keperluan irigasi pertanian. Salah satunya adalah pompa sentrifugal. Pompa irigasi ini dipakai untuk memompa air dari sungai maupun sumur-sumur dangkal. Mayoritas pompa irigasi sentrifugal yang digunakan oleh petani adalah berukuran kecil (diameter 50 mm) dan medium (diameter 100 mm). Sekitar 56.8 % petani menggunakan pompa berukuran kecil dan 32.4 % petani menggunakan pompa berukuran sedang [1]. Para petani menggunakan sumber air dari akuifer dangkal untuk irigasi pompa disamping penggunaan sumber air dari sungai-sungai yang ada untuk mensuplai irigasi saat musim kering. Pompa-pompa tersebut mengairi sekitar 120,000 hektar di Jawa.

Salah satu fungsi Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian (BBP Mektan) adalah melaksanakan pengujian dalam rangka standarisasi, sertifikasi dan pengawasan penggunaan alat dan mesin pertanian (alsintan). Adapun kegiatan tersebut meliputi : a). Pengawasan mutu alsintan melalui pelaksanaan pengujian fungsional dan verifikasi semua alsintan baik produksi dalam negeri maupun luar negeri dengan mengacu pada prosedur dan cara uji yang telah ditetapkan secara nasional (SNI) dan regional (Regional Network for Agricultural Machinery), b). Meninjau dan mengajukan standarisasi yang meliputi standard komponen, prosedur dan sandi uji serta persyaratan minimum kinerja alsintan, c). Menerbitkan Laporan Uji dan rekomendasi Teknis yang mengacu pada standard dan prosedur sandi uji serta persyaratan minimum kinerja alsintan.

Pengukuran kinerja pompa irigasi sentrifugal melalui kegiatan pengujian yang merupakan salah satu tugas pokok BBP Mektan telah dilakukan sejak tahun 1993. Dalam periode tahun 1993 - 2005 prototipe pompa irigasi sentrifugal buatan lokal maupun import yang telah diuji oleh BBP Mektan sebanyak 85 buah. Hasil uji pompa-pompa tersebut, baik yang berukuran kecil maupun sedang mencapai efisiensi 45 % - 59 % pada titik pengoperasian terbaiknya.

Pengujian pompa irigasi meliputi : uji verifikasi, uji kinerja, uji pelayanan dan uji beban berkesinambungan. Dalam tulisan ini hanya membahas instrumentasi untuk menguji kinerja yang bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan pompa sentrifugal untuk

irigasi yang dioperasikan pada kondisi optimal. Pengujian pelayanan dilakukan untuk menilai mudah tidaknya pompa sentrifugal dioperasikan serta hal-hal yang terjadi selama pompa tersebut beroperasi. Sedangkan pengujian beban berkesinambungan bertujuan untuk menilai ketahanan pompa pada kondisi operasi optimal dalam waktu tertentu.

Pengukuran kinerja pompa irigasi tersebut dilakukan dengan mengukur semua aspek teknis yang didukung oleh instrumentasi untuk memperoleh tingkat ketepatan dan keakurasian pengukuran kinerjanya. Hingga saat ini BBP Mektan telah mengembangkan aplikasi instrumen untuk pengukuran kinerja pompa irigasi. Dalam tulisan ini akan disajikan pengembangan instrumentasi untuk pengukuran kinerja pompa irigasi sentrifugal di laboratorium uji pompa Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Serpong.

## 2 DASAR TEORI

## 3 METODE DAN TEKNIK PENGUKURAN

Pengukuran unjuk kerja pompa irigasi dilakukan di laboratorium pompa BBP Mektan, Serpong. Fasilitas uji laboratorium yang digunakan dilengkapi dengan : bak penampung air ukuran 8 m x 4 m x 4 m (panjang, lebar dan kedalaman), pipa hisap diameter dan pipa tekan diameter mulai ukuran 50 mm sampai 200 mm sesuai dengan ukuran pompa yang akan diuji, *pressure gage*, *vacuum gage*, *gate valve*, bak ukur, *dynamic strain amplifier*, *digital multimeter*, *digital tachometer*, motor listrik dan varispeed inverter. Parameter-parameter yang diuji antara lain adalah : debit, tinggi tekan, tinggi hisap, daya poros pompa dan efisiensi. Instrumen uji yang dipakai dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Instrumen untuk pengujian kinerja pompa irigasi.

| No | Nama Alat      | Kegunaan               | Ketelitian              |
|----|----------------|------------------------|-------------------------|
| 1  | Pressure gauge | Mengukur tekanan air   | 0,05 kg/cm <sup>2</sup> |
| 2  | Vacuum gauge   | Mengukur tekanan hisap | 0,05 kg/cm <sup>2</sup> |

|    |  |   |        |
|----|--|---|--------|
| 3  | Digital tachometer                       | Mengukur rpm  | 1 rpm  |
| 4  | Electromagnetic Flowmeter                | Mengukur debit air                                  | -      |
| 5  | Motor listrik 22 kW                      | Memutar poros pompa                                 | -      |
| 6  | Torque meter tipe TP-20KMAB              | Mengukur torsi poros pompa                          | 0,5 Nm |
| 7  | Bak ukur tipe V-Notch                    | Mengukur debit air pompa<br>Ukuran 2 – 4 inch       | 0,5 mm |
| 8  | Bak ukur tipe Rectangular                | Mengukur debit air pompa<br>Ukuran 6 – 10 inch      | 0,5 mm |
| 9  | Varispeed inverter 30 kVa tipe VS-616G5. | Mengubah putaran motor listrik                      | 1 rpm  |
| 10 | Dynamic Strain amplifier tipe DPM-601B   | Menguatkan tegangan                                 | 1 mV   |
| 11 | Digital multi meter YEM-2506A            | Mengukur tegangan listrik<br>slip ring torque meter | 1 mV   |

Pengujian kinerja ini dilakukan dengan menguji pompa irigasi pada berbagai variasi kecepatan putar poros pompa. Dari masing-masing tingkat putaran poros pompa, kemampuan kerja pompa diukur mulai dari debit maksimum pada daya capai minimum hingga debit minimum pada daya capai maksimum.

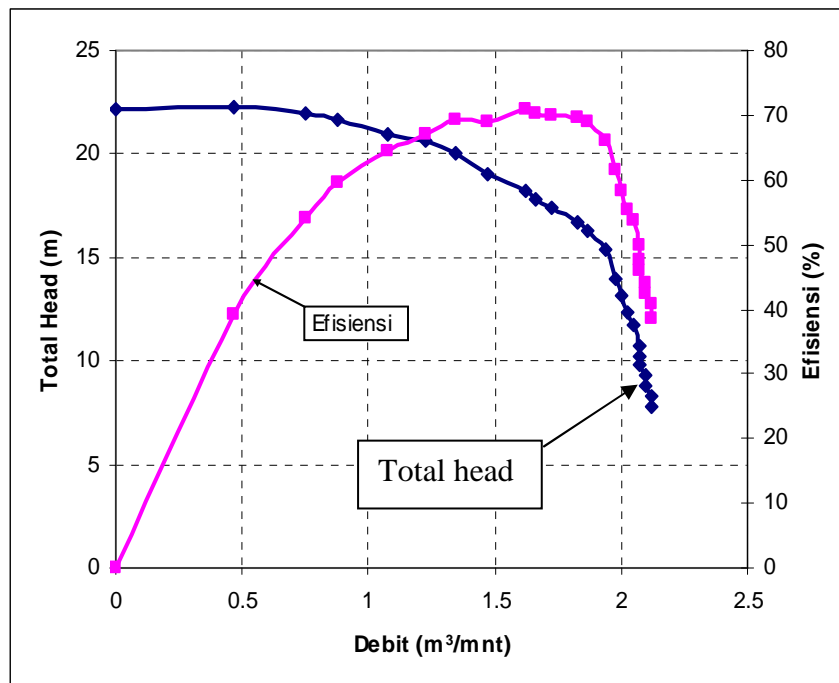
#### 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

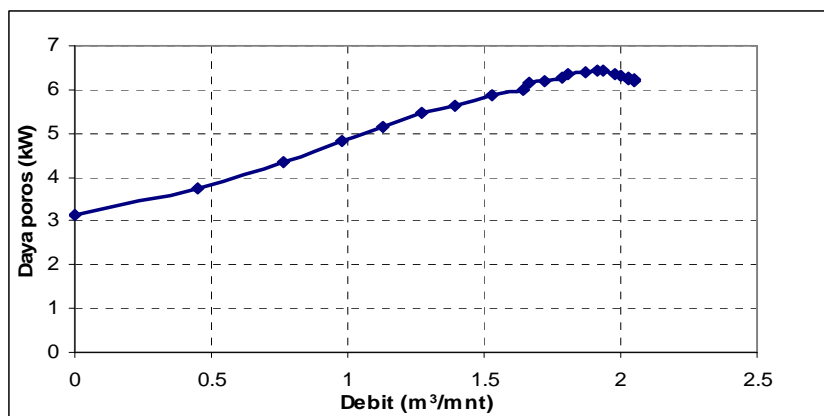
Unjuk kerja pompa irigasi dipengaruhi oleh beberapa parameter, antara lain : debit, tinggi tekan, tinggi hisap dan daya poros. Debit saat pengujian diatur dengan cara mengatur bukaan kran pada pipa tekan secara perlahan-lahan. Semakin besar bukaan kran, maka debit yang dihasilkan semakin besar pula. Instrumen yang digunakan untuk mengukur debit adalah *electromagnetic flowmeter* dan bak ukur (*weir*). Nilai tinggi tekan dan tinggi hisap yang dihasilkan oleh pompa akan mempengaruhi tinggi total pompa (*total head*). Debit dan tinggi total merupakan dua faktor yang mempengaruhi daya air (*water power*), yaitu daya yang dikeluarkan untuk mengangkat air. Pada saat impeller pompa berputar pada kecepatan periperalnya untuk menghisap dan mengangkat air maka torsi poros pompa memiliki angka yang tertentu. Dalam pengujian ini input daya poros pompa merupakan hasil perhitungan dari faktor kecepatan periperal (rpm) dan

torsi poros. Pembacaan torsi dilakukan secara tidak langsung dengan digital multi meter YEM-2506A untuk mengukur tegangan listrik pada slip ring torque-meter. Pembacaan tegangan listrik tersebut akan dikonversi kedalam torsi dengan menggunakan tabel kalibrasi yang telah dibuat sebelum pengujian dilakukan.

Efisiensi pompa merupakan perbandingan antara daya output terhadap daya input. Daya output pompa adalah daya yang digunakan untuk mengangkat air (*water power*). Sedangkan input daya merupakan daya poros pompa. Efisiensi maksimum merupakan titik pengoperasian optimum pompa dilapang yang harus dipakai sebagai acuan oleh pengguna pompa.

Dengan menggunakan program komputer sederhana, kurva unjuk kerja pompa irigasi pada berbagai putaran poros dapat tersaji seperti pada Gambar 1 yang menggambarkan hubungan antara debit terhadap daya poros, tinggi total dan efisiensi.





Gambar 1. Kurva unjuk kerja pompa AP-S100 pada kecepatan 2000 rpm.

Kurva tersebut menunjukkan daya poros pompa akan meningkat secara bertahap bila debit air yang dikeluarkan bertambah dan sebaliknya tinggi total akan menurun secara bertahap. Tinggi total (*total head*) yang tercermin pada kurva diatas merupakan gambaran jumlah dari tinggi aktual dan friksi pada pipa hisap dan tekan. Instrumen yang digunakan untuk mengukur tinggi hisap dan tekan adalah *vacuum gage* dan *pressure gage*. Hubungan antara pembacaan di *pressure* atau *vacuum gage* terhadap tinggi tekan dan tinggi hisap pompa adalah seperti pada persamaan dibawah ini :

$$H = \frac{10xP}{\rho} \dots\dots\dots \text{pers. 1}$$

Dimana :

- H : Tinggi hisap atau tinggi tekan pompa (m)
- P : Pembacaan pada *pressure gage* atau *vacuum gage* (kg/cm<sup>2</sup>)
- r : Berat per unit volume air (kg/l)

Motor listrik diperlukan dalam uji ini untuk mengoperasikan pompa. Daya yang diberikan ke pompa untuk beroperasi dikenal sebagai daya poros. Pada kurva unjuk kerja diatas, daya poros digambarkan pada sumbu vertikal dan debit pada sumbu horisontal. Daya poros akan meningkat seiring dengan meningkatnya debit yang dihasilkan pompa. Instrumen uji yang digunakan untuk merekam torsi poros adalah Torque Meter tipe TP-20KMAB. Sinyal dari torsi meter tersebut dikuatkan oleh Dynamic Strain amplifier tipe DPM-601B sehingga terbaca tegangannya pada Digital multi meter YEM-2506A. Nilai

tegangan yang terbaca akan dikonversi menjadi kilogram-meter dengan bantuan grafik kalibrasi yang dilakukan sebelum pengujian berlangsung. Hubungan antara torsi dan rpm dapat digambarkan melalui persamaan sebagai berikut :

$$L = \frac{N \times T}{716} \times 0.735 \dots\dots\dots \text{pers. 2}$$

Dimana :

- L : daya poros (kW)
- N : kecepatan putar poros (rpm)
- T : torsi poros (kg-m)

Efisiensi pompa merupakan perbandingan antara output daya air terhadap input daya poros dan digambarkan sebagai persentase (%).

$$L_w = 0.163 \times Q \times H \dots\dots\dots \text{pers. 3}$$

Dimana :

- L<sub>w</sub> : Daya air (kW)
- Q : Debit (m<sup>3</sup>/mnt)
- H : Tinggi total (m)

$$h = \left( \frac{L_w}{L} \right) \times 100\% \dots\dots\dots \text{pers. 4}$$

Dimana :

- h : Efisiensi pompa (%)

Efisiensi pompa akan meningkat bila penggunaan daya poros meningkat, sampai pada batas tertentu akan menurun setelah mencapai nilai maksimum tercapai. Persyaratan minimum unjuk kerja pompa sentrifugal telah ditetapkan berdasarkan SNI 05-0141.2-1998 seperti terlihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Persyaratan unjuk kerja minimum pompa irigasi sentrifugal.

| No. | Parameter**)                      | Persyaratan SNI 05-0141.2-1998 |      |      |      |      |
|-----|-----------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|
|     |                                   | Klasifikasi Pompa              |      |      |      |      |
|     |                                   | Diameter tekan (mm)            |      |      |      |      |
|     |                                   | 50                             | 75   | 100  | 150  | 200  |
| 1   | Debit pompa (m <sup>3</sup> /min) | >0.4                           | >0.6 | >0.9 | >2.1 | >3.6 |
| 2   | Efisiensi pompa (%)               | >47                            | >52  | >55  | >60  | >63  |
| 3   | Tinggi total (m)                  | >8                             | >8   | >8   | >8   | >8   |

\*\*\*)Pada efisiensi pompa maksimum.

Berdasarkan hasil uji pompa AP-S100 pada empat variasi putaran poros, diketahui bahwa efisiensi maksimum pompa adalah 71.42 %, terletak saat beroperasi pada putaran 2250 rpm (Tabel 2). Pada efisiensi maksimum tersebut diperoleh hasil debit sebesar 1.849 m<sup>3</sup>/mnt, tinggi total 20.1 m dan daya poros 8.49 kW. Hal ini memberikan rekomendasi bahwa titik pengoperasian terbaik pompa AP-S100 adalah bila dioperasikan pada kecepatan 2250 rpm.

Tabel 2. Unjuk kerja pompa AP-S100 pada berbagai putaran poros dititik pengoperasian terbaik (pada efisiensi maksimum)

| Putaran poros (rpm) | Debit (m <sup>3</sup> /mnt) | Tinggi total (m) | Daya poros (kW) | Efisiensi (%) |
|---------------------|-----------------------------|------------------|-----------------|---------------|
| 2000                | 1.642                       | 15.7             | 6.01            | 70.01         |
| 2100                | 1.622                       | 18.2             | 6.78            | 71.01         |
| 2250                | 1.849                       | 20.1             | 8.49            | 71.42         |
| 2300                | 1.682                       | 22.4             | 8.63            | 71.22         |

Pada uji unjuk kerja pompa tersebut belum mampu melakukan pengukuran mengenai losses yang terjadi, baik itu losses yang disebabkan oleh friksi pada pipa hisap maupun pipa tekan, losses yang terjadi pada impeller, losses yang disebabkan oleh ketidak rataan permukaan dalam casing, dan lain-lain sehingga masih perlu pengembangan lebih lanjut untuk instrumentasi laboratorium uji pompa ini.

Sistem akuisisi data yang terpadu dengan komputer juga belum dikembangkan pada laboratorium uji pompa ini, sehingga masih terbuka peluang untuk melakukan



kerjasama pengembangan sistem akuisisi data untuk lebih meningkatkan ketepatan dan keakurasian pengukuran.

## 5 KESIMPULAN

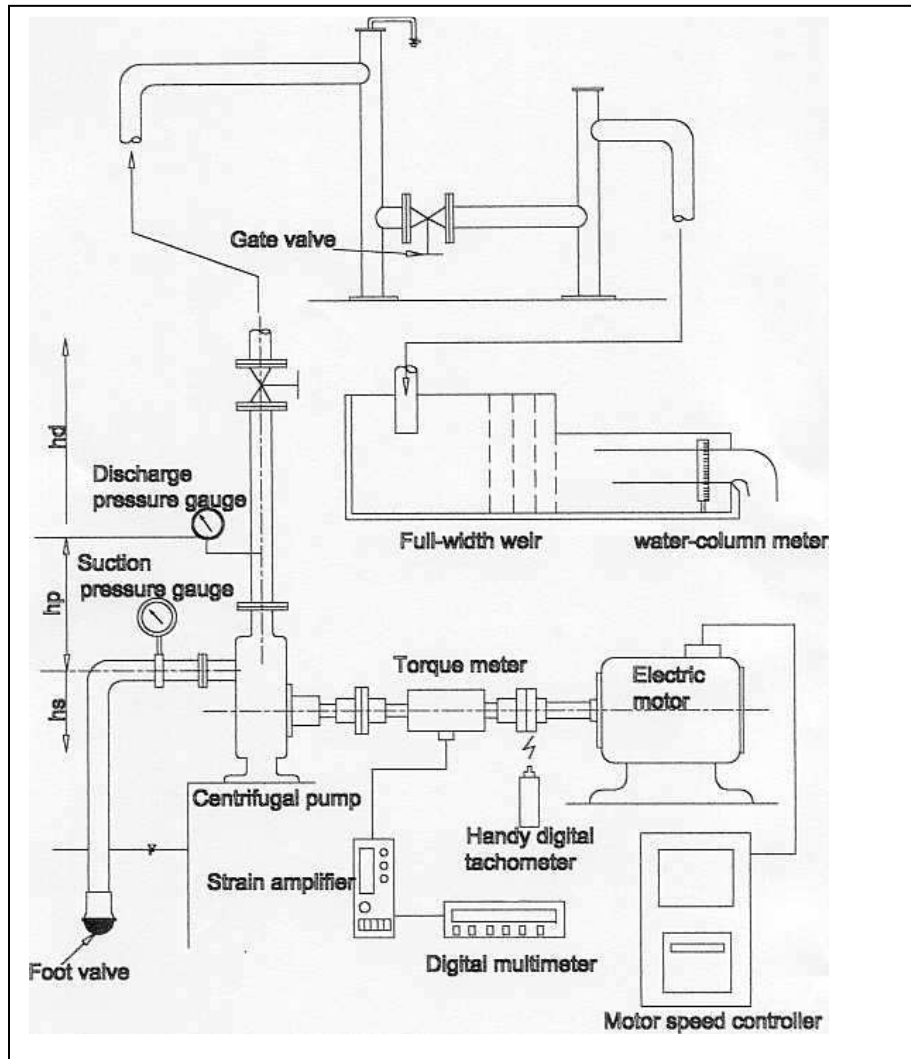
1. Instrumentasi pada laboratorium pompa irigasi di BBP Mektan telah mampu mengukur dan menampilkan kurva unjuk kerja pompa sentrifugal pada berbagai variasi putaran poros pompa.
2. Pengembangan instrumentasi uji pompa masih sangat perlu untuk meningkatkan keakurasian dan ketepatan pengukuran.
3. Untuk menghadapi kebutuhan data uji yang cepat, akurat dan tepat maka pengembangan instrumentasi kearah sistem akuisisi data sangat perlu mendapat perhatian serius dan perlu didukung oleh sumber daya manusia yang memadai.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agung Prabowo, Agung Hendriadi, MJ. Tjaturetna B, dan Novi Sulistyosari, 2003. *Perbaikan Disain dan Pengembangan Pompa irigasi Sentrifugal Buatan Lokal Untuk Meningkatkan Unjuk Kerjanya*. Laporan Akhir Kegiatan Penelitian dan Perekayasaan Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian (*Unpublished*). Serpong.
- [2] Agung Prabowo, Agung Hendriadi, Novi Sulistyosari, Hari Gunardi dan Affifudin, 2003. *Metode Perbaikan Disain Pompa Sentrifugal Diterapkan Untuk Pompa Buatan Lokal*. Temu Ilmiah Pengembangan Mekanisasi Pertanian. Bogor, 16 Desember 2003.
- [3] BSN ,1998. *Prosedur dan Cara Uji Pompa Air Sentrifugal Untuk Irigasi*. Standar Nasional Indonesia. Badan Standardisasi Nasional-BSN. Jakarta
- [4] BSN, 1998. *Unjuk Kerja Pompa Air Sentrifugal Untuk Irigasi*. Standar Nasional Indonesia. Badan Standardisasi Nasional-BSN. Jakarta

- [5] Ludwig, G., Meschkat, S. and Stoffel, B. 2000. *Design Factors Affecting Pump Efficiency*. Darmstadt University of Technology. Magdalenenstrabe 4, D-64289 Darmstadt, Germany.

Lampiran 1. Skema fasilitas uji pompa di BBP Mektan, Serpong.



Lampiran 2. Instalasi pengujian pompa di BBP Mektan, Serpong



lampiran 3. Instrumentasi untuk mengukur tekanan, hisapan, rpm dan torsi poros pompa.



Lampiran 4. Instrumen untuk mengatur putaran poros pompa.



Lampiran 5. *Slip ring torque-meter* untuk mengukur torsi pada poros pompa.



Lampiran 6. Kalibrasi internal untuk mengetahui memperoleh kurva konversi tegangan (mV) menjadi torsi (kg.m).



Lampiran 7. Bak ukur (weir) digunakan untuk mengukur debit pompa.

