



**ANALISA PENGARUH SUDUT PENSTOCK TERHADAP DAYA
KELUARAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH)
LEMBAH KEMUNING KAB. MALANG**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan gelar sarjana Strata Satu (S-1) Jurusan
Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Malang*



Disusun Oleh :

AL MUZAMMIL

21701052039

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

2024

ABSTRAK

Salah satu penyebab kurangnya daya atau energi yang dihasilkan dari Pembangkit Listrik Tenaga Mikro hidro (PLTMH) adalah penurunan debit aliran air yang disebabkan oleh adanya perubahan arah, dan perubahan penampang pipa pesat (*penstock*). Penelitian ini berfokus pada Analisa Pengaruh Sudut Penstock Terhadap Daya Keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Mikro hidro (PLTMH) Lembah Kemuning Kab. Malang. Dalam suatu jalur pipa pesat (*penstock*) PLTMH pasti memiliki perbedaan tanah yang tidak rata atau letak geografis yang tidak mendukung hal itu yang akan menyebabkan desain *penstock*, maka dari itu akan menyebabkan perubahan pada tekanan air yang melewatinya. Pada penelitian ini dilakukan suatu perbandingan antara dua desain pipa pesat (*penstock*), desain pertama yang merupakan desain pipa pesat (*penstock*) yang ada pada PLTMH Lembah kemuning kab. Malang, saat ini yang memiliki sudut lurus yang nilai sudutnya meliputi 30° , 70° , dan 50° dan desain pipa pesat (*penstock*) kedua yang memiliki satu sudut lengkungan yang nilai sudutnya yaitu 30° . Tahap penelitian ini dilakukan dengan menetapkan metode penelitian, parameter yang ditentukan pada sudut lengkungan *penstock* PLTMH Lembah Kemuning kab. Malang, yang meliputi debit air, diameter *penstock* dan koefisien *maning*. Tahap selanjutnya melakukan perhitungan *head minor*, *head mayor*, *head total*, *head efektif* dan daya keluaran generator PLTMH. Hasil menunjukkan bahwa daya keluaran generator pada desain pipa pesat (*penstock*) pertama yaitu sebesar 7,43 kW dan pada desain pipa pesat (*penstock*) kedua diperoleh daya generator sebesar 11,9 kW.

Kata Kunci: PLTMH, Pipa Penstock, Sudut Lurus

ABSTRACT

One of the causes of the lack of power or energy generated from Micro hydro Power Plants (PLTMH) is a decrease in the discharge of water flow caused by changes in direction, turns, curves, and changes in the cross section of the pipe rapidly (penstock). This study focuses on Analyzing the Effect of Penstock Arch Angle on the Output Power of the kemuning valley Districk. poor Micro hydro Power Plant (PLTMH). In a rapid pipeline (penstock) PLTMH must have an uneven soil difference or geographical location that does not support it which will cause the penstock design to have an arch, therefore it will cause a change in the pressure of the water passing through it. In this study, a comparison was carried out between two penstock designs, the first design which is a rapid pipe design (penstock) that exists at the current Kemuning Valley District. Poor PLTMH which has 3 arch angles whose angular values include 30° , 70° , and 50° and the second rapid pipe design (penstock) which has one arch angle whose angle value is 30° . This research stage was carried out by establishing the research method, the parameters of which are determined at the angle of the arch of the PLTMH penstock which includes water discharge, penstock diameter and meaning coefficient. The next stage is to calculate the head minor, head major, head total, effective head and output power of the PLTMH generator. The results showed that the generator output power in the first rapid pipe design (penstock) was 7.43 kW and in the second rapid pipe design (penstock) a generator power of 11.9 kW was obtained.

Keywords: *PLTMH, Penstock Pipes, Straight Angle*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam mencukupi kepentingan listrik untuk sebuah daerah, khususnya kepentingan listrik desa mutlak diperlukan demi menjamin kelancaran kehidupan serta aktivitas masyarakat. Listrik merupakan kebutuhan yang sangat berperan penting bagi kehidupan manusia (Ointu, 2020). Ketersediaan listrik yang layak untuk sebuah desa akan memacu kenaikan mutu hidup masyarakat. Dalam upaya tersebut dilakukan hal seperti memberikan kontribusi dalam menciptakan teknologi tepat guna yang dapat dimanfaatkan masyarakat secara langsung dalam memenuhi kebutuhan energi listrik, salah satunya yaitu membangun energi baru terbarukan pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH).

Pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) adalah salah satu sumber energi *alternative* ramah lingkungan yang dapat dijadikan sumber pembangkit listrik dengan memanfaatkan aliran sungai pada ketinggian tertentu. Pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) memiliki beberapa keunggulan dibanding dengan pembangkit listrik lainnya, bersih lingkungan, tidak *konsumtif* terhadap pemakaian air, lebih awet (*tahan lama/long life*), biaya operasinya lebih kecil dan sesuai untuk daerah terpencil (Doda & Mohammad, 2018). Secara ekonomi, biaya operasi dan perawatan *relative* murah, sedangkan biaya investasinya bersaing dengan pembangkit listrik lainnya.

Lembah Kemuning Kab. Malang merupakan salah satu dusun terpencil di Desa tertinggal di Kec.Pakis Kab. Malang. Mayoritas masyarakat di Dusun ini mempunyai mata pencarian sebagai buruh tani di perkebunan, Di Lembah Kemuning Kab. Malang, juga terdapat pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH),Seiring berjalan waktu pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) Lembah Kemuning Kab. Malang sudah berumur 6 tahun (Hutasuhut, 2019). Pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) di Lembah Kemuning Kab. Malang perlu adanya perkembangan lebih lanjut dengan cara menganalisa suatu kemungkinan apabila terjadi sebuah masalah pada pembangkit listrik tenaga

mikro hidro (PLTMH). Sudah banyak penelitian yang sudah mengembangkan pembangkit listrik mikro hidro (PLTMH) Lembah Kemuning Kab. Malang antara lain (Saputro & Harahap, 2021) Penelitian ini melakukan perancangan alat penstabil tegangan menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) TM221ME16R dengan sistem komparasi. (Rimbawati & Yusniati, 2019) Dalam penelitian ini sistem proteksi yang digunakan adalah Modul *Deep Sea* Elektronik 3110 yang berguna untuk memproteksi adanya *under* dan *over voltage* serta memproteksi ketidakstabilan frekuensi, dan masih banyak lagi penelitian yang ada pada pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) Lembah Kemuning Kab. Malang.

Pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan aliran sungai pada ketinggian tertentu semakin besar kapasitas aliran dan ketinggian aliran, maka akan semakin banyak pula energi listrik yang dihasilkan PLTMH. Salah satu penyebab kurangnya daya atau energi yang dihasilkan dari pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) adalah penurunan debit aliran air yang disebabkan oleh adanya perubahan arah, belokan, dan perubahan penampang pipa.

Penstock (Pipa pesat) merupakan saluran penghubung antara bak penenang dengan turbin pada rumah pembangkit listrik (Dhiva Pratama et al., 2021). Dalam suatu jalur penstock PLTMH pasti memiliki perbedaan tanah yang tidak rata itu yang akan menyebabkan desain penstock memiliki sebuah lengkungan maka dari itu akan menyebabkan perubahan pada tekanan air yang melewatinya Menurut (Zainudin et al., 2012) Pemakaian variasi sudut belokan menyebabkan perubahan pada *head losses* dan *pressure drop*. Semakin besar sudut belokan, nilai head losses dan pressure drop yang dihasilkan semakin besar. Berdasarkan pemikiran tersebut, maka dilakukan penelitian dengan judul “Analisa pengaruh sudut daya keluaran pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) Lembah Kemuning Kab. Malang”

Penelitian ini membahas tentang Analisa pengaruh sudut penstock terhadap daya keluaran pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH). Dalam penelitian ini peneliti mengambil parameter antara lain diameter pipa, debit air, sudut pipa

koefisien meaning dengan menghitung head minor, *headmayor*, *head efektif*, dan daya keluaran yang terdapat pada pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) dan akan dibandingkan oleh desain yang dibuat oleh peneliti.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diambil pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara mengetahui pipa pesat (*penstock*) yang lebih efisien pada PLTMH Lembah Kemuning Kab. Malang?
2. Bagaimana cara menghitung *Head efektif* dan *Head minor* akibat sudut pipa pada PLTMH Lembah Kemuning Kab. Malang?
3. Bagaimana cara menghitung daya keluaran pada generator yang dihasilkan pada perhitungan analisa sudut pada PLTMH Lembah Kemuning Kab. Malang?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui hasil perbandingan desain pipa pesat (*penstock*) pada PLTMH Lembah Kemuning Kab. Malang dengan desain perbandingan yang dibuat peneliti.
2. Mengetahui *Head efektif* akibat sudut lengkungan pipa pada PLTMH Lembah Kemuning Kab. Malang.
3. Mengetahui daya keluaran pada generator yang dihasilkan pada perhitungan analisa sudut lengkungan pada PLTMH Lembah Kemuning Kab. Malang.

1.4 Ruang Lingkup

Agar penelitian tugas akhir ini terarah tanpa mengurangi maksud dan tujuan, maka ditetapkan ruang lingkup dalam penelitian sebagai berikut:

1. Membahas tentang cara menghitung head efektif akibat sudut lengkungan pipa pada PLTMH Lembah Kemuning Kab. Malang.
2. Membahas tentang cara menghitung daya keluaran generator melalui Analisis sudut lengkungan pipa pada PLTMH Lembah Kemuning kab.

Malang

3. Membahas tentang bagaimana cara menentukan letak pipa pesat (*penstock*)
4. pada pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH).

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan peneliti adalah Dapat membantu sebagai data apabila terjadi kerusakan pada PLTMH Lembah Kemuning Kab. Malang.

1. Memberikan manfaat terhadap mahasiswa dengan menciptakan inovasi dan mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh dalam perkuliahan Dapat memanfaatkannya sebagai referensi penelitian selanjutnya.
2. Memberikan informasi tentang pengaruh sudut lengkungan penstock terhadap daya keluaran pembangkit listrik tenaga mikro hidro.

1.6 Sistematis Penelitian

Adapun sistematika penelitian tugas akhir ini di uraikan secara singkat sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang pendahuluan, latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian dan sistematika penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang tinjauan pustaka relevan, yang manaberisikan tentang teori-teori penunjang keberhasilan di dalam masalah pembuatan tugas akhir ini. Ada juga teori dasar yang berisikan tentang penjelasan dari dasar teori dan penjelasan komponen utama yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang letak lokasi penelitian, fungsi-fungsi dari alat dan bahan penelitian, tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan, tata cara dalam pengujian, dan struktur dari langkah-langkah pengujian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan tentang analisis hasil dari penelitian, serta penyelesaian masalah yang terdapat di dalam penelitian ini.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dari penelitian dan saran-saran positif untuk pengembangan penelitian ini.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapatkan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di PLTMH Lembah Kemuning Kab. Malang di Desa tertinggal di Kec. Pakis adalah sebagai berikut:

1. Untuk menentukan head total pada penelitian ini yaitu membandingkan antara 2 desain, desain pertama merupakan desain pipa pesat (*penstock*) yang ada pada PLTMH Lembah Kemuning Kab. Malang ini yang memiliki 1 sudut yang nilai sudutnya meliputi 70° . Jadi hasil head minor nya akan dijumlahkan antara 1 sudut tersebut, desain kedua yang hanya memiliki satu sudut lengkungan yang nilai sudutnya yaitu 30° yang akan ditentukan juga head minornya. Pada desain pertama didapatkan nilai *Head efektif* yaitu sebesar 2,5 m. Pada desain kedua didapatkan nilai *Head efektif* yaitu sebesar 4,01 m.
2. Perhitungan yang dilakukan pada penelitian ini dengan hasil *Head efektif* yang diperoleh dari kedua desain yang ada dan nilai efisiensi dapat mengetahui besarnilai daya keluaran generator. Dalam perhitungan daya keluaran generator pada desain pipa pesat (*penstock*) pertama di peroleh nilai daya sebesar 7,43 kW. Pada perhitungan daya keluaran generator desain pipa pesat (*penstock*) kedua di peroleh nilai daya sebesar 11,9 kW.
3. Dari hasil perbandingan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa banyaknya lengkungan yang ada di *penstock* sangat berpengaruh terhadap daya keluaran generator PLTMH.

5.2 Saran

Dalam penentuan jalur pipa sangat berpengaruh pada lurus pipa dan kondisi tanah juga mempengaruhi penempatannya, jadi pipa yang dipasang sangat efisien dan maksimal dalam penyaluran air ke rumah turbin. Maka dari itu perencanaan pada jalur pipa sangat perlu diperhatikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. T. (2022). Studi Eksperimental Kecepatan Aliran Slurry pada Saluran Tertutup. *Jurnal Penelitian Enjiniring*, 25(1), 48–58.
<https://doi.org/10.25042/jpe.052021.06>
- Bono, B., & Suwarti, S. (2019). Variasi Jumlah Sudu Dan Modifikasi Bentuk Nosel Pada Turbin Turgo Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. *Eksergi*, 15(2), 81. <https://doi.org/10.32497/eksergi.v15i2.1510>
- Dhiva Pratama, A., Hidayah, E., & Utami Agung Wiyono, R. (2021). Penentuan Desain Optimum Penstock untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Sungai Poreng, Jember. *Jurnal Teknik Pengairan*, 12(1), 71–80.
<https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2021.012.01.07>
- Doda, N., & Mohammad, H. (2018). Analisis Potensi Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Di Kabupaten Bone Bolango. *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering*, 1(1), 1.
<https://doi.org/10.32662/gojise.v1i1.134>
- Eka Putra, I., Sulaiman, S., & Galsha, A. (2017). *Analisa Rugi Aliran (Head Losses) pada Belokan Pipa PVC*. 34–39.
<https://doi.org/10.21063/pimimd4.2017.34-39>
- He, I. N. T., Ejawar, R. I. K., & Anyumas, V. I. B. (2019). *Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Pltmh) Di Aliran Sungai Desa Kejawar Banyumas*. 15(1), 11–24.
- Hutasuhut, A. A. (2019). *peningkatan kapasitas daya listrik paa pembangkit listrik tenaga mikro hidro bintang asih guna memenuhi kebutuhan penerangan*. 24(4), 909–917.
- Ikrar Hanggara dan Harvi Irvani. (2017). Potensi PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro) Di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang Jawa Timur. *Jurnal Reka Buana*, 2(2), 149–155.
- Irawan, D. (2014). Prototype Turbin Pelton Sebagai Energi Alternatif Mikrohidro Di

Lampung. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 3(1), 1–6.

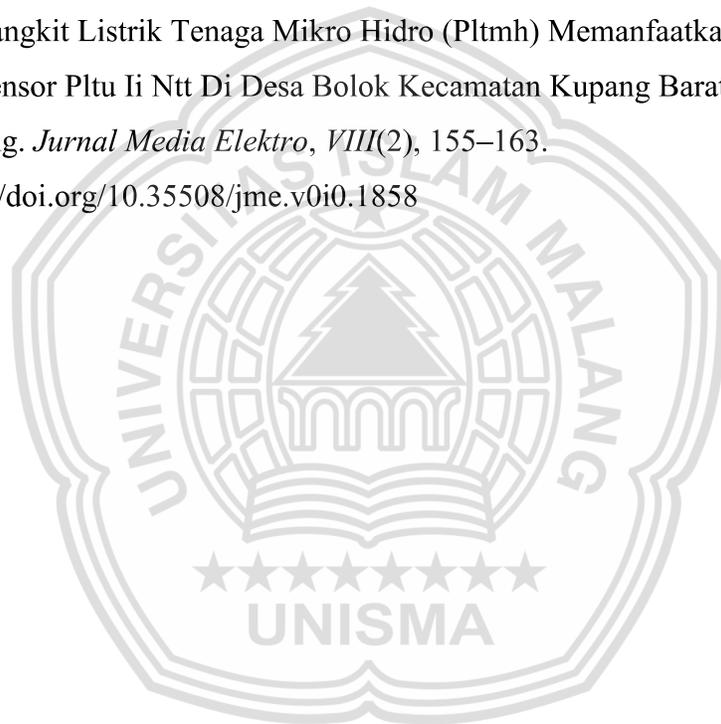
<https://doi.org/10.24127/trb.v3i1.17>

Iwanda, P. S., Syafriyudin, S., & Pambudi, P. E. (2016). Perencanaan Generator Axial Fluks Magnet Permanen Jenis Neodymiums (NdFeB) Tanpa Inti Stator Pada Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). *Jurnal Elektrikal*, 3(2), 23–30.

<https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/elektrikal/article/view/2536>

Likadja, F., Sampeallo, A. S., & Amaral, C. R. D. N. R. (2019). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Pltmh) Memanfaatkan Outlet Kondensor Pltu Ii Ntt Di Desa Bolok Kecamatan Kupang Barat, Kabupaten Kupang. *Jurnal Media Elektro*, VIII(2), 155–163.

<https://doi.org/10.35508/jme.v0i0.1858>



- Luthfie, A. A. (2017). Analisis Pengaruh Perubahan Sudut Pipa Siphon Terhadap Performasi Turbin Hydrocoil Dengan Menggunakan Metode Computational Fluid Dynamic (Cfd). *Jurnal Teknik Mesin*, 6(1), 41.
<https://doi.org/10.22441/jtm.v6i1.1336>
- Nurnawaty, & Sumardi. (2020). Analisis perubahan tinggi tekanan akibat sudut belokan 90° dan 45° dengan menggunakan fluid friction apparatus. *Jurnal Teknik Hidro*, 13(1), 28–37.
- Ointu, S. (2020). *Studi Perencanaan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Berdasarkan Potensi Air yang Ada di Desa Pinogu.2*, 30–38.
- Pallu, M. S., & Bakri, B. (2020). *Pengaruh Perubahan Debit dan Tinggi Jatuh Terhadap Kehilangan Energi pada Jaringan Perpipaan*. 24(2), 164–174.
<https://doi.org/10.25042/jpe.112020.09>
- Press, A. I., Putra, B. D., Munadi, R., Walidainy, H., Meutia, E. D., Irhamsyah, M., Studi, P., Elektro, T., Teknik, F., Kuala, U. S., Aceh, B., & Artikel, I. (2019). Analisa Pengaruh Sudut Belokan Penstok Terhadap Daya Keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). *Ilmiah Setrum*, 8(1), 134–143.
- Rahayu, P., Putri, D. K., & Indriyani, N. (2021). Pengaruh Diameter Pipa Pada Aliran Fluida Terhadap Nilai Head Loss. *Jurnal Agitasi*, 2(2), 2776–513.
- Rimbawati. (2022). *Pemanfaatan Energi Baru dan Terbarukan: (Mikrohidro di Rumah Sumbul)*.
<https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=RJJAEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=beban+setimbang&ots=OdrurBI6w&sig=2Y9ydMR3gpMgjnPeeY16dLTX9F0>
- Rimbawati, & Yusniati. (2019). Perancangan Sistem Proteksi Menggunakan Modul Deep Sea Elektronik 3110 Pada PLTMH Lembah Kemuning Kab. Malang. *Journal of Electrical Technology*, 4(1), 1–8.

- Sany ardhya, meiki aru putra, islahuddin. (2020). *Rancang bangun prototype turbin pembangkit listrik tenaga mini hidro (pltmh) di nagari koto gaek guguk, solok*. 3(1).
- Saputro, E., & Harahap, P. (2021). Perancangan Sistem Kontrol Penstabil Tegangan Menggunakan PLC M221 Pada PLTMH Lembah Kemuning Kab. Malang. *Jurnal Teknik Elektro*, 3(2), 62–70. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>
- Siregar, I., Tranggono, A., & Salim, A. (2021). *Analisa Perbandingan Kerugian Aliran (Losses) pada Pipa Jenis HDPE dan Galvanis (Studi Eksperimen)*. 6(2), 1–4.
- Subagyo, R., Wardana, I. N. G., S.W, A., & Siswanto, E. (2016). Pengaruh Diameter Gelembung Hidrogen Terhadap Penurunan Tekanan (Pressure Drop) Pada Saluran Tertutup Segi-Empat. *Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri (Seniati)*, 1, 1–7.
- Subandono, A. (2013). Pembangkit listrik tenaga mikrohidro (pltmh). *ADITYA - Pendidikan Bahasa Dan Sastra Jawa*, 10(4), 1–13.
- Sudibyoy, H. (2018). *PROSIDING SNIPS 2018 Perhitungan Head Losses Pada Pipa Penstock Turbin Propeller*.
- Susilo, E. J., Dharma, U. S., & Irawan, D. (2021). Pengaruh viskositas bahan bakar terhadap karakteristik aliran fluida pada pompa sentrifugal. *ARMATUR : Artikel Teknik Mesin & Manufaktur*, 2(1), 27–32. <https://doi.org/10.24127/armatur.v2i1.740>
- Syahputra, D., Mesin, J. T., & Industri, F. T. (2017). *Analisa distribusi kapasitas aliran fluida di daerah percabangan pada sistem perpipaannya*. 3, 7–11.
- Wasposito, W. (2017). Analisa Head Loss Sistem Jaringan Pipa Pada Sambungan Pipa Kombinasi Diameter Berbeda. *Suara Teknik: Jurnal Ilmiah*, 8(1), 1–12. <https://doi.org/doi.org/10.29406>
- Wicaksono, F. A., Subekti, S., & Indriyanto, K. (2021). *Analisis pengaruh*



penyumbatan aliran fluida pada pipa dengan. 6(April), 77–83.

Zainudin, Z., Adi Sayoga, I. M., & Nuarsa, M. (2012). Analisa Pengaruh Variasi Sudut Sambungan Belokan Terhadap Head Losses Aliran Pipa. *Dinamika Teknik Mesin*, 2(2), 75–83. <https://doi.org/10.29303/d.v2i2.97>

