

## RANCANG BANGUN SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH UNTUK KAWASAN BERBUKIT DAN LEMBAH YANG TERJAL

Firman Firman<sup>1)</sup>, Muh. Anshar<sup>1)</sup>, Yiyin Klistafani<sup>1)</sup>, Tri Susilo Wirawan<sup>1)</sup>, Sabir<sup>2)</sup>, Rustam Efendy<sup>2)</sup>,  
Muh. Hijra Fauzi<sup>3)</sup>, Resky Amaliah<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

<sup>2)</sup> PLP Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

<sup>3)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

### ABSTRACT

This study aims to determine the optimal pipe layout and dimensions for the clean water distribution system piping network in hilly areas and steep valleys, and determine the effect of changes in the storage tank water level on the effectiveness of the clean water distribution system in hilly areas and steep valleys. Optimization of the clean water distribution system in hilly areas and steep valleys can be obtained by using the Genetic Algorithms analysis method. This method uses parameters: pressure (Pa), pipe length and diameter (m), type of pipe, with constraints maximum water velocity (m/s), maximum volume (m<sup>3</sup>), maximum drinking dam water level (m). The results showed an efficiency of 64% while the discharge value continued to increase from 0.00029 m<sup>3</sup>/s to 0.0014 m<sup>3</sup>/s. The optimal layout obtained is to divide the piping network into two parts, namely the piping network from water sources to the reservoir and the network from the reservoir to the location of buildings and housing.

**Keywords:** Water Pump, Water Distribution, Drinking Water

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tata letak dan dimensi pipa yang optimal untuk jaringan perpipaan sistem distribusi air bersih di daerah perbukitan dan lembah terjal, serta mengetahui pengaruh perubahan tinggi muka air bak penampungan terhadap efektifitas sistem distribusi air bersih di daerah perbukitan dan lembah yang curam. Optimasi sistem distribusi air bersih di daerah perbukitan dan lembah terjal dapat diperoleh dengan menggunakan metode analisis Algoritma Genetika. Metode ini menggunakan parameter: tekanan (Pa), panjang dan diameter pipa (m), jenis pipa, dengan batasan kecepatan air maksimum (m/s), volume maksimum (m<sup>3</sup>), tinggi muka air bendungan minum maksimum (m). Hasilnya menunjukkan efisiensi sebesar 64% sedangkan nilai debit terus meningkat dari 0,00029 m<sup>3</sup>/s menjadi 0,0014 m<sup>3</sup>/s. Tata letak optimal yang diperoleh adalah membagi jaringan perpipaan menjadi dua bagian, yaitu jaringan perpipaan dari sumber air ke waduk dan jaringan dari waduk ke lokasi bangunan dan perumahan.

**Kata Kunci:** Pompa Air, Distribusi Air, Air Minum

### 1. PENDAHULUAN

Pondok Pesantren Ummul Qura' Hidayatullah di Desa Tompobulu Kecamatan Tompobulu Kabupaten Maros didirikan pada tahun 2011. Pesantren ini didirikan di atas lahan seluas kurang lebih 21 ha dengan kontur berbukit dan lembah yang terjal. Pada awal berdirinya, pesantren ini hanya membina tujuh orang santri laki-laki. Seiring dengan perkembangan dari tahun ke tahun, hingga saat ini sedang membina santri sebanyak 78 orang.

Sarana dan prasarana yang dimiliki oleh pesantren saat ini yaitu: sebuah masjid berukuran 17 x 17 m persegi, tujuh unit rumah pembina, dua unit asrama masing-masing berkapasitas 50 orang, sarana olah raga, tempat bermain, dan lain-lain. Akses jalan dari kampus ke pesantren cukup baik dengan kondisi jalan sebagian beton dan sebagian beraspal dengan lebar 7 m. Dari Kampus 2 Politeknik Negeri Ujung Pandang ke pondok pesantren dapat ditempuh kurang lebih 45 menit sampai 1 jam menggunakan kendaraan roda dua atau roda empat. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih, pembina dan santri menggunakan aliran anak sungai di pinggir pesantren, sedangkan untuk air minum menggunakan sumber mata air yang terletak di luar pesantren berjarak sekitar 200 m dari pusat kegiatan pesantren.

<sup>1</sup> Korespondensi penulis: Firman, firman@poliupg.ac.id



Gambar 1. Kondisi kawasan yang berbukit dan lembah yang terjal

Masalah yang dihadapi oleh pengelola pesantren ialah belum optimalnya sistem distribusi air bersih di pesantren tersebut. Hal ini disebabkan oleh karena pemasangan pompa dan jaringan pemipaan dilakukan secara konvensional. Guna mengatasi masalah tersebut, penting untuk dilakukan penerapan teknologi yang didasari dengan kaidah-kaidah perancangan dan pemasangan sistem distribusi air bersih. Perencanaan sistem distribusi air bersih dapat dilakukan dengan menghitung parameter berpengaruh yaitu: jumlah penduduk, jenis aktivitas penduduk, pertumbuhan penduduk, dan potensi sumber daya air [1], [2]. Metode ini umumnya diterapkan untuk sistem distribusi air bersih di perkotaan. Akan tetapi, metode tersebut belum menghasilkan desain yang optimal jika diterapkan pada kawasan berbukit dan lembah yang terjal karena tidak mempertimbangkan kontur lahan yang dilayani sistem distribusi air. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu metode yang tepat diterapkan pada kawasan berbukit dan lembah yang terjal.

Desain optimal sistem distribusi air dapat diperoleh dengan mempertimbangkan kontur lahan yang berbukit dan lembah yang terjal [3]. Masalah yang dihadapi oleh pengelola pesantren ialah belum optimalnya sistem distribusi air bersih di pesantren tersebut. Hal ini disebabkan oleh karena pemasangan pompa dan jaringan pemipaan dilakukan secara konvensional. Guna mengatasi masalah tersebut, penting untuk dilakukan penerapan teknologi yang didasari dengan kaidah-kaidah perancangan dan pemasangan sistem distribusi air bersih. Pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat mendorong pula peningkatan pembinaan masyarakat melalui pendidikan di pesantren. Di sisi lain, pembangunan pesantren pada umumnya seperti Pesantren Ummul Qura' Hidayatullah di Kabupaten Maros dibangun di kawasan yang kurang produktif dan kekurangan air bersih. Oleh karena itu, perancangan dan pemasangan sistem distribusi air bersih pada suatu pesantren dapat memberi solusi atas kekurangan air bersih. Berdasarkan uraian tersebut, maka sangatlah penting untuk dilaksanakan penelitian ini karena menunjang pemberdayaan masyarakat khususnya pendidikan remaja dan anak-anak di Pesantren Ummul Qura' Hidayatullah di Kabupaten Maros.

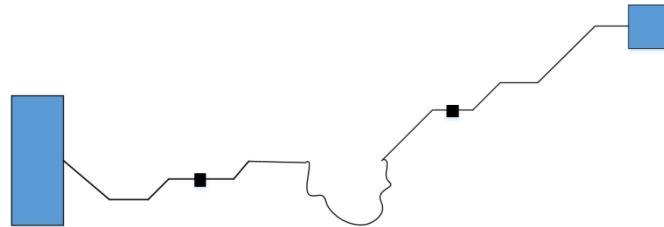
Perencanaan sistem distribusi air bersih dapat dilakukan dengan menghitung parameter berpengaruh yaitu: jumlah penduduk, jenis aktivitas penduduk, pertumbuhan penduduk, dan potensi sumber daya air [1], [2]. Metode ini umumnya diterapkan untuk sistem distribusi air bersih di perkotaan. Akan tetapi, metode tersebut belum menghasilkan desain yang optimal jika diterapkan pada kawasan berbukit dan lembah yang terjal karena tidak mempertimbangkan kontur lahan yang dilayani sistem distribusi air. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu metode yang tepat diterapkan pada kawasan berbukit dan lembah yang terjal. Desain optimal sistem distribusi air dapat diperoleh dengan mempertimbangkan kontur lahan yang berbukit dan lembah yang terjal [3].

Sistem distribusi air bersih merupakan sistem pemipaan yang disiapkan di dalam bangunan maupun di luar bangunan guna mengalirkan air bersih dari sumbernya hingga menuju outlet (keluaran). Sistem distribusi air bersih dibuat guna memenuhi kebutuhan akan air bersih yang layak konsumsi. Dalam sistem penyediaan air bersih terdapat hal penting yang harus diperhatikan yaitu kualitas air yang akan didistribusikan, sistem penyediaan air yang akan digunakan, pencegahan pencemaran air dalam sistem, laju aliran dalam pipa, kecepatan aliran dan tekanan air. Komponen utama dari sistem distribusi air bersih adalah sistem jaringan pipa. Adapun kemungkinan terjadinya permasalahan pada jaringan pipa seperti kebocoran, terjadinya kerusakan pipa atau komponen lainnya, besarnya energi yang hilang dan penurunan tingkat pelayanan penyediaan air bersih untuk konsumen [2], [4]. Pada sistem ini, pipa distribusi dalam gedung disambung langsung dengan pipa utama penyediaan air bersih. Sistem ini dapat diterapkan untuk perumahan dan gedung-gedung kecil dan rendah, karena pada umumnya pada perumahan dan gedung kecil tekanan dalam pipa utama terbatas dan dibatasinya ukuran pipa cabang dari pipa utama [5], [6].

## 2. METODE PENELITIAN

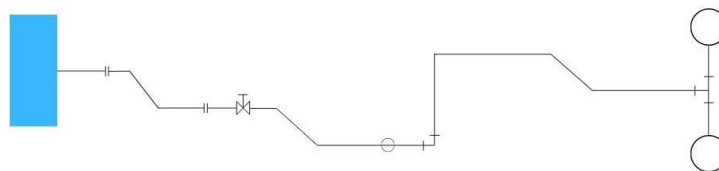
Perancangan dan Penelitian Model dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Program Studi Teknik Pembangkit Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang. Kemudian dilanjutkan dengan aplikasi pemasangan sistem distribusi air bersih di Pesantren Ummul Qura' Hidayatullah Desa Tompobulu Kecamatan Tompobulu Kabupaten Maros.

Jaringan pemipaan sistem distribusi air dibagi atas dua segmen yaitu segmen pertama ialah jaringan pemipaan dari sumber air ke bak penampungan dan segmen kedua ialah jaringan pemipaan dari bak penampungan ke gedung pesantren dan fasilitas lainnya.



Gambar 2. Jaringan pemipaan dari sumber air ke bak penampungan

Air dipompa dari sumber kemudian disalurkan ke bak penampungan menggunakan pipa HDPE berdiameter 1” yang berjarak 165 m dengan ketinggian 35 m.

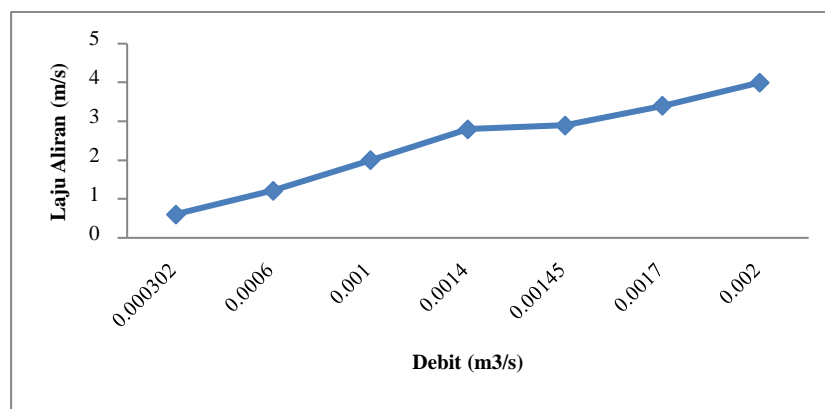


Gambar 3. Jaringan pemipaan dari bak penampungan ke pengguna

Pada gambar 2 dan 3 menunjukkan jaringan pipa HDPE sepanjang 500 m dengan pembagiannya yakni, pada output bak air menggunakan pipa HDPE sepanjang 313 m hingga menuju titik input penampungan air yang ada di dalam area pesantren. Kemudian pada sisi output penampungan air konsumen menggunakan pipa PVC sebagai media penyaluran air yang menuju ke titik–titik pendistribusian dengan jarak yang berbeda. Adapun data yang dianalisis oleh penulis, antara lain : jumlah penghuni rumah tinggal, jumlah orang di dalam gedung, Jumlah pegawai di kantor, rugi–rugi pada pipa HDPE, dan detail kebutuhan air untuk lima tahun ke depan.

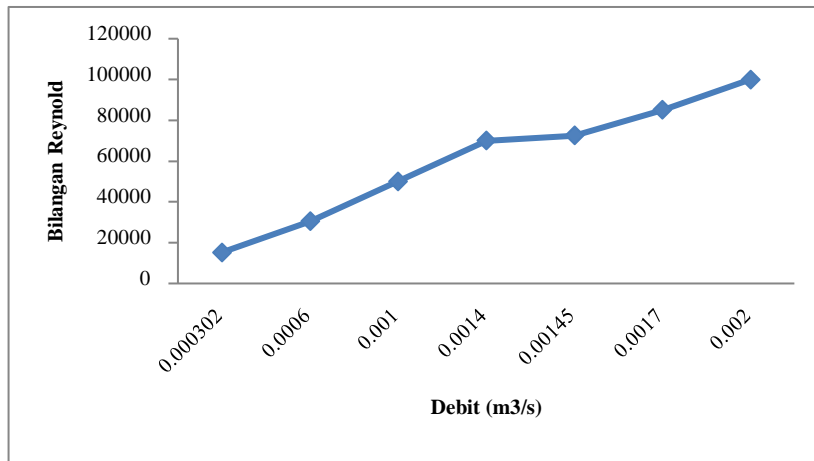
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil rancang bangun system distribusi air bersih pada kawasan diperoleh hasil kecepatan vs debit air seperti yang Nampak pada Gambar 4.



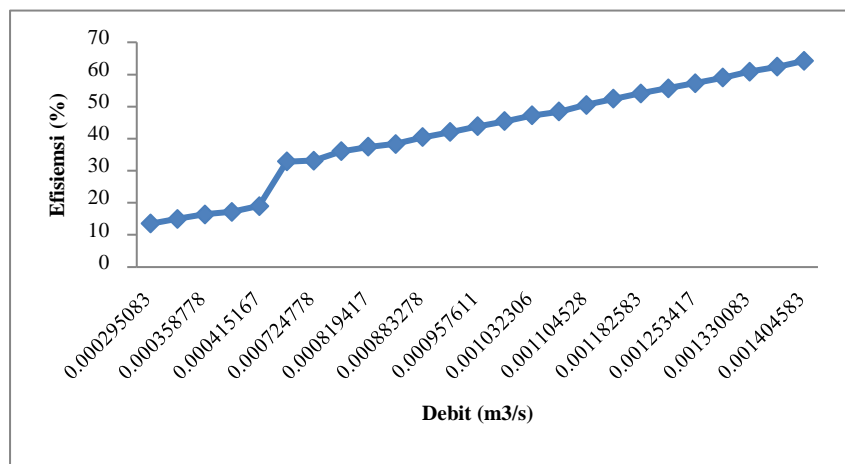
Gambar 4. Kecepatan vs debit

Berdasarkan grafik hubungan antara laju aliran dan debit diatas dapat diketahui bahwa Laju aliran (m/s) berbanding lurus dengan debit (Q) jadi, apabila laju aliran meningkat maka debitnya juga akan meningkat. Dari grafik diatas dapat juga diketahui nilai terendah dari laju aliran adalah 0.61 m/s pada saat debit 0,000302 m<sup>3</sup>/s dan nilai tertinggi laju aliran 4 m/s pada saat debit 0,002 m<sup>3</sup>/s.



Gambar 5. Bilangan Reynold vs debit

Dari Gambar 5 yang menunjukkan hubungan antara bilangan reynold (Re) dan debit (Q) diatas maka dapat diketahui bahwa bilangan reynold berbanding lurus dengan debit, oleh karena itu apabila bilangan reynold kecil maka debitnya juga akan kecil dan begitupun sebaliknya. Dari grafik diatas dapat diketahui nilai tertinggi dari bilangan reynold adalah 100.000 pada saat debit 0,002 m<sup>3</sup>/s dan bilangan reynold terendah adalah 15.250 pada saat debit 0.000302 m<sup>3</sup>/s.



Gambar 6. Grafik hubungan antara Efisiensi (%) dan debit (m<sup>3</sup>/s)

Berdasarkan Gambar 6 yang menunjukkan hubungan antara bilangan efesiensi dan debit (Q) di atas maka dapat diketahui bahwa efisiensi cenderung naik dengan bertambahnya laju aliran. Hal ini ditunjukkan dengan nilai efisiensi sebesar 64% sedangkan nilai debit terus bertambah mulai dari 0,00029 m<sup>3</sup>/s sampai 0,0014 m<sup>3</sup>/s dan sejalan dengan penelitian sebelumnya [3], [6].

Adapun layout yang optimal yang diperoleh ialah dengan membagi jaringan pemipaan menjadi dua bagian yaitu jaringan pemipaan dari sumber air ke bak penampungan dan jaringan dari bak penampungan ke lokasi gedung dan perumahan. Hal ini menunjukkan bahwa perencanaan jaringan pemipaan dan analisis data yang dihasilkan memenuhi kriteria [1], [5].

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa layout yang optimal yang diperoleh ialah dengan membagi jaringan pemipaan menjadi dua bagian yaitu jaringan pemipaan dari sumber air ke bak penampungan dan jaringan dari bak penampungan ke lokasi gedung dan perumahan. Efisiensi sebesar 64% sedangkan nilai debit terus bertambah mulai dari 0,00029 m<sup>3</sup>/s sampai 0,0014 m<sup>3</sup>/s.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pelaksana kegiatan PKM ini mengucapkan terimakasih kepada Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang atas dukungan pendanaan melalui DIPA PNUP sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Program Pengabdian kepada Masyarakat Nomor: B/18/PL10.11/PM01.01/2022, Tanggal 20 Juni 2022.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Coulbeck, B., & Orr, C. H. "Optimized pumping in water supply systems". *IFAC Proceedings Volumes*, 17(2), 3175-3180. 1984.
- [2] Sularso & H. Tahara. "Pompa dan Kompresor". Jakarta: PT Paradnya Paramita. 2000.
- [3] Zeghadnia, L., L. Houichi, L. Djemili. "Efficiency of The Flow in Circular Pipe". *Journal of Environmental Science and Technology* 8 (2): 42-58, 2015.
- [4] Can, I. "Simplified Equations Calculates Head Losses in Commercial Pipes". *The Journal of American Science*, 1(1), 2005.
- [5] Sultana, A. "Design of Water Supply Distribution System: A Case Study". *International Journal of Scientific Research and Review*, Volume 07, Issue 06, June 2019.
- [6] Millogo, V. et al. "Assessment of Water distribution Efficiency Using Solar Powered Drip Irrigation System". *Irrigation & Drainage Systems Engineering*, Volume 10:9, September 2021.