

**MEKANIKA : JURNAL TEKNIK MESIN**

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Volume 7 No. 1 (2021)

ISSN: 2460-3384 (p); 2686-3693 (e)

Analisis dan Perencanaan Kebutuhan Pompa Guna Memenuhi Kebutuhan Air Bersih di Desa Karang, Kecamatan Bareng, Kabupaten Jombang**Elisa Sulistyorini¹, Supardi¹, Royyan Firdaus¹**¹ Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, IndonesiaEmail: elisasulistyorini@untag-sby.ac.id**ABSTRAK**

Air merupakan kebutuhan yang penting bagi manusia dalam kehidupan sehari-hari. Semakin tinggi kebudayaan dalam suatu wilayah, maka semakin tinggi kebutuhan air. Bagaimana jika semakin tinggi kebutuhan sedangkan ketersediaan air tidak meningkat? Inilah yang namanya kekeringan. Kekeringan menjadi suatu masalah pelik di Desa Karang. Hal inilah yang menjadi latar belakang perlunya analisa dan perencanaan kebutuhan pompa guna mengoptimalkan system pendistribusian air yang ada di Desa Karang. Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data yang berkaitan dengan jumlah penduduk dan konsumsi air masyarakat dan fasilitas-fasilitas umum. Setelah mengetahui data-data tersebut kemudian dihitung Proyeksi penduduk dan kebutuhan air bersih. Jika sudah memperoleh hasil perhitungan itu maka dapat diketahui kebutuhan pompa untuk mendukung pengoptimalan distribusi air di Desa Karang. Dengan penelitian ini diharapkan distribusi air dari sumber ke perumahan penduduk dan fasilitas-fasilitas dapat optimal sehingga mengurangi tingkat kekeringan di Desa Karang, terutama pada saat musim kemarau.

Kata kunci: *Air, Kekeringan, pompa, distribusi air***PENDAHULUAN**

Air merupakan sumber alam yang mempunyai nilai ekonomi yang sangat tinggi yang ditinjau dari sudut biologis maupun budaya. Setiap aspek kehidupan manusia yang berasal dari tingkat budaya manapun tidak dapat lepas dari keberadaan air. Semakin tinggi kebudayaan manusia, maka ketergantungan terhadap air akan semakin tinggi, berbanding lurus dengan kebutuhan yang semakin meningkat [1]. Ketika semakin lama jumlah penduduk semakin meningkat dan kapasitas air tidak bertambah maka kebutuhan ketersediaan air semakin lama semakin tidak dapat memenuhi kebutuhan sehari-hari. Jika ketersediaan air sangat rendah dan kebutuhan meningkat maka akan menimbulkan suatu kondisi yang dinamakan krisis air.

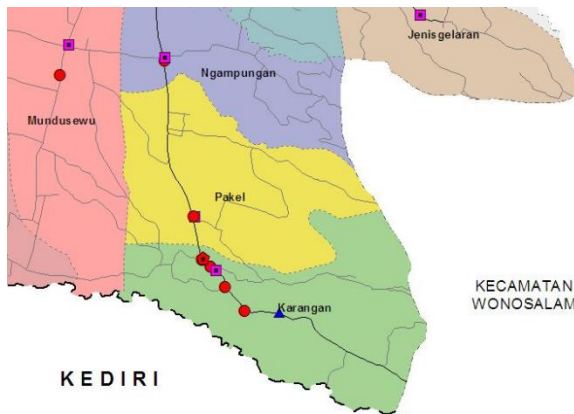
Sebuah ramalan yang dilansir World Water Assesment Programme (WWAP) yang dibentuk United Nation Educational, Scientific, and Cultural Organization (Unesco) menyatakan pada tahun 2025 nanti hampir dua pertiga penduduk dunia akan tinggal di daerah-daerah yang mengalami kekurangan air. Sedangkan dari menurut Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) mencatat Indonesia menduduki peringkat terburuk dalam pelayanan ketersediaan air bersih dan layak konsumsi se-Asia Tenggara [2].

Terkait dengan krisis air di Indonesia, salah satu daerah yang terdampak krisis air yang dikarenakan kekeringan adalah Desa Karang, Kecamatan Bareng, Kabupaten Jombang. Desa Karang adalah salah satu desa yang mengalami krisis air di

kabupaten Jombang [3]. Secara geografis, Desa Karang terletak pada:

Tabel 1 Letak dan batas wilayah desa Karang

No	Batas Desa	Desa/Kelurahan	Kecamatan
1.	Sebelah utara	Pakel	Bareng
2.	Sebelah timur	Galengdowo	Kandangn
3.	Sebelah selatan	Jl. Umbang	Kandangn
4.	Sebelah barat	Kebondalem	Bareng



Gambar 1 Peta Desa Karang

Sumber:

<https://jombangkab.go.id/opd/bareng/pages/peta-wilayah-kecamatan-bareng>

Desa Karang sebenarnya mempunyai sumber air yang berada di Dusun Jeruk. Dikarenakan sumber air ini jaraknya lumayan jauh dari rumah-rumah warga dan kurangnya pemanfaatan embung-embung yang ada di desa menyebabkan warga mengalami krisis air di musim kemarau.

Krisis air di Desa Karang ini mendorong penulis untuk melakukan penelitian berupa analisis dan perencanaan pompa guna yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan air warga Desa Karang sehingga dapat memenuhi kebutuhan air yang akan datang.

Pada tahun 2018, Wahyudi dan kawan-kawan melakukan penelitian analisa perancangan pompa guna memenuhi

kebutuhan air bersih PDAM Kota Amuntai. Dari penelitian ini didapatkan head loss pompa sebesar 82 m. Selain itu, perhitungan kapasitas air yang dipompa yaitu sebesar 422 m³/jam atau 0,117 m³/s. Penelitian yang dilakukan Wahyudi dan kawan-kawan ini yang mendasari peneliti melakukan penelitian ini sehingga dapat diketahui headloss dan kriteria pompa yang optimal untuk diterapkan di Desa Karang.

Tahapan penelitian ini adalah pengambilan data berupa data penggunaan air warga, data kependudukan potografi, dan data penunjang lainnya. Setelah data terkumpul, perhitungan kapasitas penggunaan air dan perkiraan jumlah penduduk yang menjadi dasar pemilihan pompa yang tepat.

Proyeksi Penduduk

Menurut Badan Pusat Statistik, ada beberapa cara untuk memproyeksikan jumlah penduduk masa yang akan datang diantaranya menggunakan metode matematik dan metode komponen [5]. Pembahasan kedua metode ini akan dijabarkan sebagai berikut.

a. Metode Matematik

Metode matematik atau sering disebut metode tingkat pertumbuhan penduduk (*Growth Rates*) merupakan estimasi dari total penduduk dengan menggunakan tingkat pertumbuhan penduduk secara matematik, atau untuk tingkat lanjutnya melalui *fitting* kurva yang menyajikan gambaran matematis dari perubahan jumlah penduduk, seperti kurva logistik. Pada metode ini pertumbuhan penduduk diasumsikan konstan guna mengestimasi jumlah penduduk. Metode ini terbagi menjadi tiga metode, yaitu metode aritmatika, geometrik, dan eksponensial.

1) Metode Aritmatik

Pada metode ini diasumsikan jumlah penduduk pada masa depan akan bertambah dalam jumlah yang sama setiap tahunnya. Rumusan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$P_t = P_0(1 + rt) \quad (1)$$

Dimana:

$$r = \frac{1}{t} \left(\frac{P_t}{P_0} - 1 \right) \quad (2)$$

Jika jumlah penduduk mencapai dua kali lipat (*double time*) maka rumus penghitungan waktu penggandaan menggunakan laju pertumbuhan penduduk dihitung:

$$t = \frac{1}{r} \quad (3)$$

Keterangan:

P_t = jumlah penduduk pada tahun t

P_0 = jumlah penduduk pada tahun dasar

r = laju pertumbuhan penduduk

t = periode waktu antara tahun dasar dan tahun t (dalam tahun)

2) Metode Geometrik

Proyeksi penduduk dengan metode geometrik menggunakan asumsi bahwa jumlah penduduk akan bertambah secara geometrik menggunakan dasar perhitungan bunga majemuk [6]. Laju pertumbuhan penduduk (*rate of growth*) juga diasumsikan sama untuk setiap tahun. Rumusan yang digunakan dalam metode ini adalah:

$$P_t = P_0(1 + r)^t \quad (4)$$

Dimana:

$$r = \left(\frac{P_t}{P_0} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \quad (5)$$

Jika jumlah penduduk mencapai dua kali lipat (*double time*) maka rumus penghitungan waktu penggandaan menggunakan laju pertumbuhan penduduk dapat dihitung:

$$t = \frac{\log 2}{\log(1+r)} \quad (1)$$

Keterangan:

P_t = jumlah penduduk pada tahun t

P_0 = jumlah penduduk pada tahun dasar

r = laju pertumbuhan penduduk

t = periode waktu antara tahun dasar dan tahun t (dalam tahun)

3) Metode Exponensial

Metode ini menggambarkan penambahan penduduk yang terjadi secara sedikit-sedikit sepanjang tahun, menurut

Adioetomo dan Samosir [6]. Metode ini berbeda dengan metode geometrik yang mengasumsikan bahwa penambahan penduduk hanya terjadi pada satu saat selama kurun waktu tertentu. Formula yang digunakan pada metode eksponensial adalah:

$$P_t = P_0 e^{rt} \quad (7)$$

Dimana:

$$r = \frac{1}{t} \ln \left(\frac{P_t}{P_0} \right) \quad (8)$$

Jika jumlah penduduk mencapai dua kali lipat (*double time*) maka rumus penghitungan waktu penggandaan menggunakan laju pertumbuhan penduduk dapat dihitung:

$$t = \frac{\ln 2}{r} \quad (9)$$

Keterangan:

P_t = jumlah penduduk pada tahun t

P_0 = jumlah penduduk pada tahun dasar

r = laju pertumbuhan penduduk

t = periode waktu antara tahun dasar dan tahun t (dalam tahun)

e = bilangan pokok dari sistem

logaritma natural (\ln) yang besarnya adalah 2,7182818

b. Metode Komponen

Metode komponen berbasis pada pengertian bahwa perubahan penduduk suatu wilayah pada periode tertentu merupakan akumulasi dari kejadian kelahiran dan kematian (*natural increase*) serta net migrasi. Rumusan yang digunakan pada metode ini adalah:

$$P_t = P_0 + (L - M) + (Mig_{in} - Mig_{out}) \quad (2)$$

Keterangan:

P_t = jumlah penduduk pada tahun t

P_0 = jumlah penduduk pada tahun dasar

L = Jumlah kelahiran

M = Jumlah kematian

Mig_{in} = Jumlah migrasi masuk

Mig_{out} = Jumlah migrasi keluar

c. Metode Least Square

Metode ini umumnya juga digunakan untuk menghitung pertambahan penduduk dengan tingkat pertambahan penduduk yang cukup tinggi. Perhitungan pertambahan jumlah penduduk dengan metode ini didasarkan pada data tahun-tahun sebelumnya dengan menganggap bahwa pertambahan jumlah penduduk suatu daerah disebabkan oleh kematian, kelahiran, dan migrasi. Persamaan untuk metode ini adalah [7] :

$$P_n = a + bx \quad (3)$$

Dimana:

$$a = \frac{(N)(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{(N)(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (4)$$

$$b = \frac{(\sum X^2)(\sum Y) - (\sum X)(\sum XY)}{(N)(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (5)$$

Keterangan:

P_n = Jumlah penduduk tahun ke-n

Perhitungan Kebutuhan Air

Jika ingin merancang suatu sumber air bersih, terlebih dahulu harus ditentukan daerah dan jumlah penduduk. jumlah air yang harus disediakan serta jumlah air baku yang harus disadap dari sumber air yang harus ditentukan. Untuk menghitung jumlah air baku menurut Sularso [8] adalah sebagai berikut:

- 1) Konsumsi harian maksimum per orang
Untuk instalasi baru, harga konsumsi ini harus ditentukan berdasarkan catatan (data) dari kota atau daerah pemukiman lain yang mempunyai karakteristik serta perkembangan yang serupa dengan yang sedang direncanakan. Untuk memperkirakan perlu instalasi dimasa mendatang, perlu didasari catatan dari pengalaman yang baru lalu. Namun sebagai perkiraan pertama dapat dipakai harga standat seperti diberikan pada Tabel 2.
- 2) Konsumsi harian maksimum
Setelah konsumsi harian maksimum per orang ditentukan maka jumlah

konsumsi harian maksimum keseluruhan dapat dihitung sebagai berikut:

$$Q_{md} = \text{jumlah penduduk} \times q \quad (6)$$

dimana:

Q_{md} = kebutuhan air (liter/hari),

q = konsumsi air per orang per hari (liter/orang/hari)

Tabel 2 Jumlah Kebutuhan Air Maksimum per Orang per Hari Menurut Kelompok Jumlah Pelanggan

Jumlah Penduduk (1:10.000)	Kebutuhan Air (l/orang, hari)
Kurang dari 1	150 – 300
1 – 5	200 – 350
5 – 10	250 – 400
10 – 30	300 – 450
30 – 100	350 – 500
Lebih dari 100	Lebih dari 400

(Sumber: Sularso, 2000) [8]

- 3) Konsumsi harian rata-rata
Angka ini akan diperlukan untuk menghitung konsumsi energy listrik serta biaya operasi dan pemeliharaan. Besarnya dapat ditaksir sebagai berikut: (konsumsi harian rata-rata) = (konsumsi harian maksimum) x 0,7 (untuk kota kecil atau sedang), atau 0,8 (untuk kota besar atau kota industri)
- 4) Konsumsi tiap jam maksimum
Konsumsi ini merupakan kebutuhan puncak dalam jangka satu tahun, dimana akan terjadi laju aliran maksimum pada system distribusi air. Jadi angka ini penting untuk menentukan ukuran pipa dan system distribusi yang akan direncanakan. Adapun cara menaksirnya adalah sebagai berikut: (konsumsi per jam maksimum) = (konsumsi harian maksimum per 24 jam) x 1,5 (untuk kota kecil atau sedang), atau 1,3 (untuk kota besar atau kota industri).

5) Pompa penyadap dan penyalur

Pompa yang dipakai untuk menyadap air baku dari sumber serta mengalirkannya ke instalasi penjernihan disebut pompa penyadap (intake). Adapun pompa yang diperlukan untuk mengalirkan air bersih dari penjernihan ke tendon distribusi disebut pompa penyalur.

Kapasitas pompa ini dapat ditaksir sebagai berikut:

- Jumlah air yang disadap = (konsumsi harian maksimum) x (1,1 – 1,15)
- Faktor perkalian sebesar 1,1 – 1,15 tersebut diatas diambil untuk mengimbangi kebocoran pipa atau pemakaian air kerja dipusat penjernihan.
- Pompa penyadap dan pompa penyalur biasanya bekerja tanpa fluktuasi aliran yang cukup berarti. Pada umumnya pompa-pompa ini bekerja dengan beban penuh. Adapun jumlah pompa yang diperlukan untuk memenuhi jumlah air yang dipompa dapat ditentukan menurut Tabel 3

6) Pompa distribusi

Tabel 3 Jumlah Pompa Terpasang untuk Menyadap (Intek) dan menyalurkan

Debit yang direncanakan (m ³ / hari)	Jumlah pompa utama	Jumlah pompa cadangan	Jumlah pompa keseluruhan
Sampai 2.800	1	1	2
2.500–10.000	2	1	3
Lebih dari 9.000	Lebih dari 3	Lebih dari 1	Lebih dari 4

(Sumber: Sularso, 2000)[8]

Pompa yang dipakai untuk menyalurkan air bersih dari tendon distribusi ke konsumen disebut pompa distribusi. Untuk menentukan besarnya pompa

yang diperlukan, harus diperhatikan 2 hal sebagai berikut:

- Kapasitas total pompa harus dapat memenuhi kebutuhan maksimum (kebutuhan pada titik puncak) dari konsumen.
- Pompa harus dapat bekerja secara efisien pada kebutuhan yang bertambah dari waktu ke waktu.

Untuk memenuhi ke dua kriteria diatas pada umumnya diperlukan lebih dari 1 pompa. Pada instalasi konvensional yang standar, biasanya dipakai 2 buah pompa, 1 besar dan 1 kecil. Namun dalam banyak hal akan lebih baik jika dipergunakan beberapa pompa dengan kapasitas yang sama (Tabel 4). jika jumlah air yang didistribusikan sangat besar, akan lebih menguntungkan jika dipakai beberapa pompa yang sama kapasitasnya dengan pengatur putaran untuk melayani konsumsi yang berfluktuasi tiap jam.

Tabel 4 Jumlah Pompa Distribusi Terpasang

Debit yang direncanakan (m ³ / jam)	Jumlah pompa utama	Jumlah pompa cadangan	Jumlah pompa keseluruhan
Sampai 125	2	1	3
120 – 450	Besar 1 Kecil 1	1	Besar 2 Kecil 1
Lebih dari 400	Besar 3-5 atau lebih Kecil 1	Besar 1 atau lebih Kecil 1	Besar 4-6 atau lebih Kecil 2

(Sumber: Sularso, 2000)[8]

Perhitungan Pompa

Untuk mengetahui suatu perhitungan yang baik bagi pompa, maka harus diketahui kapasitas pompa, head total pompa, daya pompa.

1) Kapasitas Pompa

- a) Debit efektif dalam jam pengoperasian pompa

$$Q_e = \frac{\text{Debit Air}}{\text{Jam Pengoperasian}} \quad (15)$$

- b) Debit efektif tiap pompa yang akan digunakan

$$Q_{ep} = \frac{\text{Debit Efektif}}{\text{Jumlah Pompa}} \quad (16)$$

- c) Debit teoritis pompa

$$Q_{th} = \frac{Q_{ep}}{\eta_v} \quad (17)$$

Dimana:

Q_{ep} = Debit efektif pompa

η_v = Efisiensi volumetric

2) Head Total Pompa

$$H = h_a + h_l + \frac{V_d^2}{2g} \quad (18)$$

Dimana:

V_d = Kecepatan aliran rata-rata pada pipa (m/s)

h_a = Perbedaan tinggi antara muka air disisi keluar dan disisi hisap (m)

h_l = berbagai kerugian head di pipa (m)

g = percepatan gravitasi

- a) Kecepatan aliran dalam pipa

- ◆ Kecepatan air pada pipa hisap (m/s)

$$V_s = \frac{4Q_{ep}}{\pi D_s^2} \quad (19)$$

Dimana:

Q_{ep} = Kapasitas efektif pompa

D_s = Diameter pipa hisap

- ◆ Kecepatan air pada pipa tekan (m/s)

$$V_d = \frac{4Q_{ep}}{\pi D_d^2} \quad (20)$$

Dimana:

Q_{ep} = Kapasitas efektif pompa

D_d = Diameter pipa tekan

- b) Karakteristik aliran dalam pipa

- ◆ Untuk pipa hisap

$$R_e = \frac{V_s D_s}{\nu} \quad (21)$$

Dimana:

R_e = Bilangan Renold

D_s = Diameter pipa hisap

V_s = Kecepatan aliran pada pipa hisap

ν = viskositas kinematis air

- ◆ Untuk pipa tekan

$$R_e = \frac{V_d D_d}{\nu} \quad (22)$$

Dimana:

R_e = Bilangan renold

D_d = Diameter pipa tekan

V_d = Kecepatan aliran pada pipa tekan

ν = viskositas kinematis air

- c) Kerugian dalam pipa

- ◆ Kerugian dalam pipa hisap

$$h_{fs} = \lambda \frac{L_s V_s^2}{2g D_s} \quad (23)$$

Dimana:

h_{fs} = Kerugian dalam pipa hisap

D_s = Diameter pipa hisap

L_s = Panjang pipa hisap

λ = koefisien kerugian gesek

V_s = kecepatan air pada pipa hisap

g = percepatan gravitasi

- ◆ Kerugian dalam pipa tekan

$$h_{fs} = \lambda \frac{L_d V_d^2}{2g D_d} \quad (24)$$

Dimana:

h_{fd} = Kerugian dalam pipa tekan

D_d = Diameter pipa tekan

L_d = Panjang pipa tekan

λ = koefisien kerugian gesek

V_d = kecepatan air pada pipa tekan

g = percepatan gravitasi

- ◆ Kerugian akibat kontraksi pada pipa hisap

Kerugian yang dialami pipa hisap ketika mengalami kontraksi (bagian yang menyempit).

$$h_{LS} = k_L \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g} \quad (25)$$

Dimana:

h_{LS} = Kerugian akibat kontraksi pada pipa hisap

K_L = Ketetapan akibat kontraksi pada pipa hisap (0,18)

$V_1 = V_2 =$ kecepatan aliran pada pipa hisap
 $g =$ Percepatan grafitasi

◆ Kerugian akibat kontraksi pada pipa tekan

Kerugian yang dialami pipa tekan ketika mengalami ekspansi (bagian yang melebar).

$$h_{Ld} = k_L \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g} \quad (26)$$

Dimana:

$h_{Ld} =$ Kerugian akibat kontraksi pada pipa tekan

$K_L =$ Ketetapan akibat kontraksi pada pipa tekan (1)

$V_1 = V_2 =$ kecepatan aliran pada pipa tekan

$g =$ Percepatan grafitasi

PROSEDUR EKSPERIMEN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian akan dilaksanakan pada bulan Juli hingga Desember 2020 di Desa Karang Kecamatan Bareng, Kabupaten Jombang.

3.2 Metode Pengambilan Data

Metode yang kami lakukan dalam penelitian ini adalah:

A. Penentuan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan langsung di Desa Karang, Kecamatan Bareng, Kabupaten Jombang.

B. Pengumpulan Data

Data-data yang perlu dikumpulkan untuk melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Data kondisi potografi, kependudukan, dan fasilitas yang ada Desa Karang.
- 2) Data kondisi kapasitas kebutuhan air produksi, kapasitas distribusi, sumber air baku sistem distribusi di Desa Karang.
- 3) Wawancara dengan pihak perangkat desa mengenai data-

data yang diperlukan dalam penelitian.

- 4) Pengambilan data statistik untuk menunjang penelitian.

3.3 Metode Analisa

Metode analisa yang pertama digunakan pada penelitian ini adalah metode perkiraan jumlah penduduk berupa metode Aritmetika, Last-square dan Geometri. Setelah itu, hasil dari analisa metode perkiraan jumlah penduduk ini akan dilanjutkan untuk menganalisis perkiraan total debit air dan jugapenggunaan air untuk fasilitas-fasilitas umum yang ada di Desa Karang. Setelah kedua analisa itu lakukan maka tahapan selanjutnya adalah melakukan pemilihann spesifikasi pompa berdasarkan hasil Analisa sebelumnya.

3.4 Prosedur Penelitian

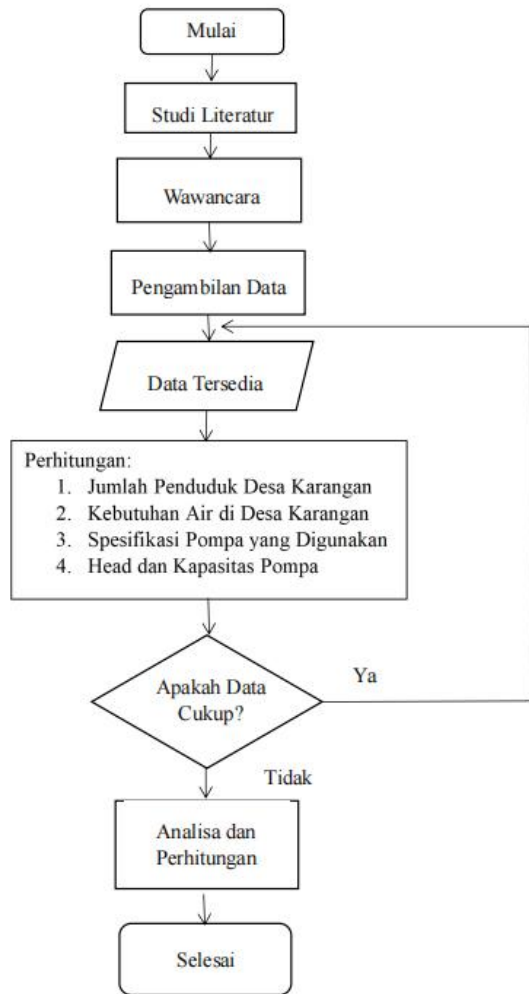
Dalam melakukan penelitian ini, dilakukan beberapa tahapan prosedur, yaitu:

- 1) Menghitung perkiraan jumlah penduduk di Desa Karang dengan menggunakan tiga metode yaitu Aritmatika, Last-square dan Geometri. Dan dari ketiga metode ini diambil nilai yang terbesar.
- 2) Menghitung perkiraan kebutuhan air bersih masyarakat Desa Karang berdasarkan proyeksi dari jumlah penduduk dan fasilitas-fasilitas umum di Desa Karang.
- 3) Penentuan tipe pompa yang akan digunakan untuk pengembangan penyediaan air bersih di Desa Karang.

3.5 Diagram Alir Penelitian

Tahapan-tahapan yang dilalui dalam penelitian ini terangkum pada diagram alir Gambar 3.1. Dari diagram alir tersebut dimulai dengan studi literatur tentang penelitian. Setelah melakukan studi literatur, tahapan penenelitian selanjutnya adalah wawancara dan dilanjutkan dengan pengambilan data. Hasil dari wawancara dan pengambilan data ini, maka dilakukan perhitungan yang kemudian dianalisa. Setelah itu hasil dari analisa dan perhitungan ini

dijadikan acuan dalam pemilihan pompa yang sesuai untuk sistem distribusi air di Desa Karang.



Gambar 2 Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Kuantitatif Dusun Karang Wetan

Data kuantitatif Dusun Karang Wetan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Data Kuantitatif Dusun Karang Wetan

No	Keterangan	Satuan
1	Jumlah penduduk dusun Karang Wetan	1052 jiwa
2	Jumlah Masjid	1 buah
3	Jumlah Musola	3 buah
4	Jumlah Polindes	1 buah
5	Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD)	1 gedung

6	Taman Kanak-Kanak	1 gedung
7	Sekolah Dasar	2 gedung
8	Sekolah Menengah Pertama (SMP)	1 gedung
9	Sekolah Islam	1 gedung
10	Jarak sumber mata air	2 km

4.2 Prediksi Jumlah Penduduk Untuk 10 Tahun Yang Akan Datang

Dalam perencanaan air bersih, peningkatan jumlah penduduk akan mempengaruhi peningkatan kebutuhan fasilitas termasuk peningkatan pelayanan air bersih. Oleh karena itu proyeksi penduduk diperlukan untuk memprediksi jumlah penduduk dimasa yang akan datang berdasarkan data perkembangan penduduk pada tahun yang lalu. Sedangkan metode untuk menentukan proyeksi penduduk adalah sebagai berikut :

$$P_n = P_t(1 + r)^n$$

Dimana :

P_n = Jumlah penduduk pada proyeksi tahun ke-n

P_t = Jumlah penduduk pada awal tahun data

r = Laju pertumbuhan penduduk (%)

n = Jumlah tahun proyeksi

Pertambahan penduduk di kabupaten Jombang 0,75 % pertahun, sehingga prediksi jumlah penduduk di dusun Karang Wetan untuk 10 tahun yang akan datang adalah :

$$\begin{aligned}
 P_n &= P_t(1 + r)^n \\
 P_n &= 1052(1 + 0,0075)^{10} \\
 &= 1134 \text{ jiwa.}
 \end{aligned}$$

4.3 Perhitungan Kebutuhan Air bersih

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih untuk pemenuhan kegiatan sehari-hari atau rumah tangga seperti untuk minum, memasak, mandi, cuci dan lain-lain sehingga kebutuhan air domestik merupakan bagian terbesar dalam perencanaan kebutuhan air. Jumlah kebutuhan air domestik ini dipengaruhi oleh faktor kebiasaan, pola dan tingkat kehidupan

yang didukung perkembangan sosial ekonomi.

Gambar 3 : Jaringan pipa

Tabel 4 Kebutuhan Air Domestik

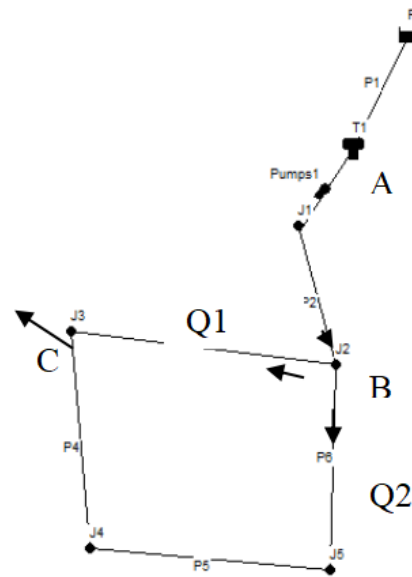
Jumlah Penduduk (1:10.000)	Kebutuhan Air (l/orang, hari)
Kurang dari 1	150 – 300
1 – 5	200 – 350
5 – 10	250 – 400
10 – 30	300 – 450
30 – 100	350 – 500
Lebih dari 100	Lebih dari 400

Dari tabel diatas , kebutuhan air bersih untuk 1134 jiwa adalah 165 lt/org/hari (interpolasi). Dengan asumsi penggunaan air efektif dalam 1 hari selama 8 jam ,maka air yang diperlukan adalah $23388 \text{ lt/jam} = 23,4 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} = 0,006 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.4. Analisis Jaringan Pipa

Analisis jaringan pipa menggunakan metode sistem pipa paralel yang dibatasi hal hal sebagai berikut :

- Kehilangan energi yang diperhitungkan hanya kerugian major.
- Diameter pipa PVC adalah 3 in.
- Debit masuk $Q_{masuk} = 0,006 \text{ m}^3/\text{s}$
- Faktor gesekan pipa $f = 0,016$.



Gambar 4 : Jaringan pipa

Tabel 6 Ukuran pipa

Pipa	Panjang pipa (m)	Diameter pipa (in)
P2	150	3 (0,08 m)
P3	200	3 (0,08 m)
P4	600	3 (0,08 m)
P5	150	3 (0,08 m)
P6	600	3 (0,08 m)

Head loss pada pipa AB (P2) :

$$h_L = f \frac{LV^2}{D2g}$$

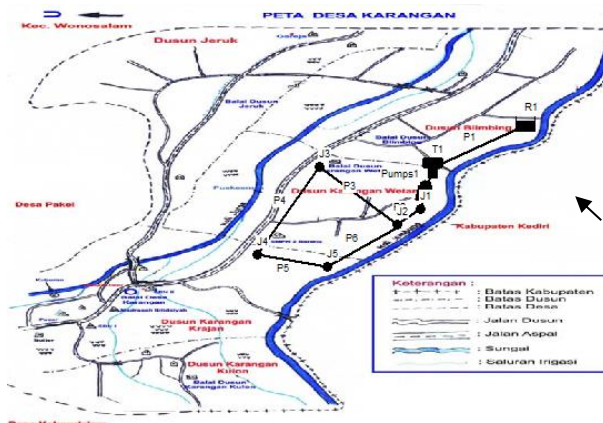
Kecepatan aliran :

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,006 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{\frac{\pi}{4} (8 \text{ m})^2}$$

$$V = 1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Angka Reynold :

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} = \frac{V D}{\nu} = \frac{1,2 \times 0,08}{0,89 \times 10^{-6}} = 0,1 \times 10^6 \text{ (turbulen)}$$



Dari Moody Diagram diperoleh faktor gesekan pipa halus $f = 0,016$.

$$\text{Sehingga } h_{L1} = 0,016 \times \frac{150}{0,08} \times \frac{1,2^2}{2 \times 9,81} = 2,2 \text{ m}$$

Head loss antara nodal B dan C :

$$h_{L1} = h_{L2}$$

$$f_1 \frac{L_1 V_1^2}{D_1 2g} = f_2 \frac{L_2 V_2^2}{D_2 2g}$$

$$\left[\frac{V_1}{V_2} \right]^2 = \frac{f_2 L_2 D_1}{f_1 L_1 D_2}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \left[\frac{f_2 L_2 D_1}{f_1 L_1 D_2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{V_1 A_1}{V_2 A_2} = \left[\frac{f_2 L_2 D_1}{f_1 L_1 D_2} \right]^{\frac{1}{2}} \frac{A_1}{A_2}$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \left[\frac{f_2 L_2 D_1}{f_1 L_1 D_2} \right]^{\frac{1}{2}} \frac{D_1}{D_2}$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \left[\frac{f_2 L_2}{f_1 L_1} \right]^{\frac{1}{2}} \left[\frac{D_1}{D_2} \right]^{\frac{5}{2}}$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \left[\frac{0,016 \times 200}{0,016 \times 1350} \right]^{\frac{1}{2}} \left[\frac{0,08}{0,08} \right]^{\frac{5}{2}} = 0,38$$

Karena $Q = Q_1 + Q_2$

Sehingga:

$$0,006 = 0,38Q_2 + Q_2$$

$$Q_2 = 0,004 \text{ m}^3/\text{s} \text{ dan } Q_1 = 0,002 \text{ m}^3/\text{s}$$

Head loss antara nodal BC adalah :

$$h_{L1} = h_{L2} = f_1 \frac{L_1 V_1^2}{D_1 2g} = f_1 \frac{L_1 Q_1^2}{D_1 2g A_1^2}$$

$$h_{L1} = h_{L2} = 0,016 \frac{200}{0,08} \frac{(0,002)^2}{2 \times 9,81 \left(\frac{\pi}{4} 0,08^2 \right)^2}$$

$$h_{L1} = h_{L2} = 0,32 \text{ m}$$

Head Pompa :

$$H = \frac{P_C - P_A}{\gamma} + \frac{V_C^2 - V_A^2}{2g} + (Z_C - Z_A) + h_{It}$$

Asumsi :

a. $P_C = P_A = P_{atm}$

b. $V_A = V_C = 0$

c. $Z_C - Z_A = 20 \text{ m}$

Sehingga head pompa adalah:

$$H = 0 + 0 + 20 + 2,2 + 0,32$$

$$H = 22,52 \text{ m} \sim 23 \text{ m}$$

4.4 Pemilihan pompa

Data yang diperlukan dalam pemilihan pompa adalah debit pompa dan head pompa.

Dari analisis diatas diperoleh debit pompa

$Q = 0,006 \text{ m}^3/\text{s}$ dan head pompa $H = 23 \text{ m}$.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kebutuhan air bersih di desa karangan khususnya dusun karangan wetan sangat diperlukan, mengingat dusun tersebut tingkat kekeringannya cukup tinggi
2. Sumber mata air yang ada cukup jauh kurang lebih berjarak 2 km dari dusun karangan wetan
3. Dari sumber mata air tersebut kemudian dirancang sistem distribusi air bersih dan diperoleh kebutuhan air dan head pompa masing masing adalah $Q = 0,006 \text{ m}^3/\text{s}$ dan head pompa $H = 23 \text{ m}$.

REFERENSI

- [1] T. Susana, "Air sebagai Sumber Kehidupan," *Oseana*, pp. 17-25, 2003.
- [2] S. Utami and S. K. Handayani, "Ketersediaan Air Bersih Untuk Kesehatan: Kasus Dalam Pencegahan Diare Pada Anak," in *Optimalisasi Peran Sains & Teknologi Untuk Mewujudkan Smart City*, Pamulang, Tangerang Selatan, Universitas Terbuka, 2017, pp. 211-235.
- [3] E. E. Budiarto, "Krisis Air Bersih, Warga Jombang Terpaksa Manfaatkan Air Sendang," 7 Oktober 2019. [Online]. Available: <https://news.detik.com/berita->

jawa-timur/d-4736741/krisis-air-bersih-warga-jombang-terpaksa-manfaatkan-air-sendang/2.

- [4] W., Ihsan, S., & Sidiq, A. (2018). Analisis Perancangan Pompa Guna Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Pdam Kota Amuntai. *Al-Jazari Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 3(1), 89–93. <https://doi.org/10.31602/al-jazari.v3i1.1399>
- [5] Wendy Hartanto, Pedoman menghitung Proyeksi Penduduk dan Angkatan Kerja, Jakarta: Badan Pusat Statistik, 2010.
- [6] S. Adioetomo and O. Samosir, Dasar-Dasar Demografi, Jakarta: Salemba Empat, 2010.
- [7] H. Usman and P. . S. Akbar, Metodologi Penelitian Sosial, Jakarta: Bumi Aksara, 2000.
- [8] T. Haruo and S., Pompa dan Kompresor, Jakarta: Pradnya Paramita, 2000.