

ANALISIS SISTEM JARINGAN PIPA DISTRIBUSI AIR BERSIH KELURAHAN PLAJU DARAT DENGAN METODE HARDY CROSS (Studi Kasus Jalan Talang Petai)

Yunan Hamdani*, Reini Silvia Ilmiaty**

*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tamansiswa Palembang, Jalan Taman Siswa No.261, Kepandean Baru, Kec. Ilir Tim. I, Kota Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia

**Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Jalan Palembang - Prabumulih Raya KM 32, Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia

*Email : yunanhamdani@ymail.com

ABSTRAK

Jalan Talang Petai merupakan daerah atau jalan yang ada di Kelurahan Plaju Darat dengan luasan ± 115 Ha dengan jumlah penduduk ± 4528 jiwa pada tahun 2019. Daerah Jalan Talang Petai merupakan daerah/kawasan yang cukup berkembang, baik berkembang dalam pertumbuhan jumlah penduduk serta sarana dan prasarana yang terus meningkat dari tahun ke tahun, dengan demikian meningkat pula kebutuhan akan air bersih, namun dalam penyediaan air bersih yang ada sekarang masih kurang terlayani dengan baik. Untuk itu diperlukan adanya perencanaan tentang sistem jaringan distribusi air bersih, yang bertujuan mengetahui berapa besar debit air yang harus dialiri pada wilayah tersebut, sehingga kebutuhan air bersihnya terpenuhi secara merata. Dari hasil perhitungan proyeksi jumlah penduduk terlayani di daerah Jalan Talang Petai diperoleh 5.319 jiwa pada tahun 2030. Total debit kebutuhan air bersih tahun 2020 sebesar 7,7499 liter/detik dan total debit pada tahun 2030 sebesar 10,1959 liter/detik. Dengan demikian perlu dilakukan penambahan debit sebesar 2,446 liter/detik untuk mencapai kebutuhan air bersih sampai tahun 2030, serta juga dibutuhkan tekanan air pada jaringan awal pipa yang masuk ke Jalan Talang Petai agar maksimal adalah 1,1 atm sehingga tekanan air di ujung pengaliran terjauh masih diatas standar minimal

Kata Kunci: Jaringan Distribusi Air, Metode Hardy Cross

1. PENDAHULUAN

Jalan Talang Petai merupakan daerah atau jalan yang ada di Kelurahan Plaju Darat yang merupakan salah satu dari tujuh Kelurahan yang ada di Kecamatan Plaju Kota Palembang, yaitu Kelurahan Bagus Kuning, Kelurahan Komperta, Kelurahan Talang Putri, Kelurahan Plaju Ilir, Kelurahan Plaju Ulu, dan Kelurahan Talang Bubuk. Daerah Jalan Talang Petai merupakan kawasan perkampungan yang sudah cukup banyak penduduknya, dengan akses jalan yang sudah memadai dan sudah lengkapnya sarana dan prasarana yang dibutuhkan oleh masyarakat. Untuk daerah Jalan Talang Petai tersebut juga merupakan salah satu daerah pengaliran terjauh, dengan pipa distribusi air bersih yang tidak terlalu besar yang dilayani oleh PDAM Tirta Musi Unit Pelayanan Seberang Ulu II dikarenakan memang sebagian daerah Jalan Talang Petai sudah berbatasan ataupun sudah masuk kawasan Kabupaten Banyuasin. Dari hasil survey dilapangan dengan melihat batas batas area yang masih masuk daerah Jalan Talang Petai dan disinkronkan dengan aplikasi Arcview PDAM Tirta Musi Unit Pelayanan Seberang Ulu II didapat luas daerah Jalan Talang Petai sebesar ± 115 Ha, sedangkan secara keseluruhan Kelurahan Plaju Darat sendiri memiliki luas 337 Ha yang bersumber dari data Bada Pusat Statistik Kota Palembang 2019, artinya daerah jalan Talang Petai memiliki luasan hampir 35% dari daerah Kelurahan Plaju Darat secara keseluruhan, jadi wajar saja jika penduduk di jalan Talang Petai terbilang cukup ramai.

Jumlah penduduk di Jalan Talang Petai berdasarkan survey dilapangan dengan mengetahui jumlah bangunan dan dibandingkan juga dengan data pelangan PDAM Tirta Musi Palembang

Unit Pelayanan Seberang Ulu II berkisar ± 4528 jiwa pada tahun 2019. Dengan jumlah penduduk yang cukup besar tersebut serta dengan potensi pertumbuhan penduduk yang cukup banyak dikarenakan Jalan Talang Petai merupakan kawasan yang cukup berkembang, dan juga berada pada salah satu daerah ujung pengaliran PDAM Tirta Musi Unit Pelayanan Seberang Ulu II, dengan kondisi sekarangpun pelayanan distribusi air bersih ke Jalan Talang Petai sudah tidak bisa maksimal, pengaliran maksimal hanya 12 jam pada jam-jam tertentu yang telah ditentukan. Maka dari itu sangat perlu di lakukan analisa ulang kebutuhan air bersih untuk daerah Jalan Talang Petai beserta pembagian aliran debit yang lebih efektif disetiap jaringan pipa distribusinya untuk masyarakat sekarang hingga 10 tahun kedepan. Berdasarkan pada latar belakang di atas, diambil suatu rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapakah debit air bersih yang dibutuhkan untuk dapat mengalir di daerah Jalan Talang Petai pada tahun 2030 setelah diketahui proyeksi jumlah penduduk dan sarana prasarannya sehingga mencukupi kebutuhan mereka selama 24 jam setiap harinya?
2. Berapakah volume reservoir yang dibutuhkan khusus untuk daerah tinjauan pengaliran Jalan Talang Petai agar ketika pemakaian pada jam puncakpun air masih bisa didistribusikan dengan maksimal?
3. Berapakah besaran debit yang sesuai/efektif dan nilai hilang tinggi tekanan (Hgs) beserta arah laju aliran air pada tiap ruas pipa yang ada di Jalan Talang Petai setelah dilakukan analisa jaringan pipa dengan metode *Hardy Cross*?
4. Berapakah tekanan air (m) yang dibutuhkan pada jaringan awal pipa yang masuk ke Jalan Talang Petai agar mampu mengalir air sampai dengan titik terjauh setelah diketahui pembagian besaran debit, nilai hilang tinggi tekan, dan arah laju aliran pipanya?

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui kebutuhan air pada tahun 2030 di wilayah pengaliran daerah Talang Petai.
2. Mengetahui proyeksi pertumbuhan pelanggan dan kebutuhan air bersih yang berada di wilayah pengaliran daerah Talang Petai dalam jangka waktu 10 tahun ke depan.
3. Mengetahui hasil simulasi debit aliran pipa dan tekanan ujung jaringan pipa distribusi air bersih dengan menggunakan program *Hardy Cross*

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian dilakukan beberapa tahap, dimulai dengan melakukan studi literatur mencari referensi teori yang relevan dengan pembahasan penelitian, pengumpulan data baik data primer maupun data sekunder, lalu mengolah data awal yang sudah didapat, dan terakhir menghitung kebutuhan air bersih yang dibutuhkan untuk 10 tahun kedepan serta menentukan debit pada masing-masing pipa dengan metode Hardy Cross.

Tahapan pengolahan data dalam menghitung kebutuhan air bersih dan menganalisa sistem jaringan pipa distribusi air bersih di daerah Jalan Talang Petai adalah sebagai berikut:

1. Menghitung proyeksi jumlah penduduk,
2. Menghitung kebutuhan air domestik,
3. Menghitung kebutuhan air non domestik,
4. Menghitung kebutuhan air total,
5. Menghitung beban tiap blok,
6. Analisa jaringan pipa distribusi dengan metode hardy cross.

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1. Gambaran Umum Studi Lapangan

Jumlah penduduk dalam suatu wilayah sangat dipengaruhi oleh jumlah kelahiran, kematian dan perpindahan penduduk. Dari data yang diperoleh pada kantor Badan Pusat Statistik Kota

Palembang serta data pelanggan dan calon pelanggan PDAM Tirta Musi Unit Pelayanan Seberang Ulu II, didapatkan jumlah penduduk untuk 10 tahun terakhir. Untuk lebih rinci lagi jumlah penduduk di Kelurahan Plaju Darat dan pada daerah tinjauan yaitu Jalan Talang Petai dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1
Jumlah Penduduk di Daerah Jalan Talang Petai Kelurahan Plaju Darat

| No. | Tahun | Jumlah Penduduk (Jiwa) | |
|-----|-------|------------------------|--------------------|
| | | Kelurahan Plaju Darat | Jalan Talang Petai |
| 1 | 2010 | 12.920 | 3.772 |
| 2 | 2011 | 13.031 | 3.832 |
| 3 | 2012 | 13.142 | 3.896 |
| 4 | 2013 | 13.254 | 3.976 |
| 5 | 2014 | 13.277 | 4.060 |
| 6 | 2015 | 14.032 | 4.140 |
| 7 | 2016 | 13.558 | 4.224 |
| 8 | 2017 | 14.417 | 4.320 |
| 9 | 2018 | 14.642 | 4.420 |
| 10 | 2019 | 14.945 | 4.528 |

(Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Palembang Dan PDAM Tirta Musi Palembang, 2019)

Jumlah penduduk yang cukup padat dan aktivitas penduduk Kelurahan Plaju Darat yang cukup tinggi, didukung juga oleh sarana dan prasarana seperti pendidikan, kesehatan, peribadatan, perkantoran, rumah makan, minimarket, pasar dan sarana serta prasarana umum lainnya yang cukup memadai. Dari data yang diperoleh dapat diuraikan pada Tabel 2.

Tabel 2
Jumlah Sarana dan Prasarana di Kelurahan Plaju Darat

| No. | Sarana | Wilayah | |
|-----|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | | Kel. Plaju Darat Jumlah (unit) | Jl. Talang Petai Jumlah (unit) |
| 1 | Pendidikan | | |
| | TK | 1 | - |
| | SD | 6 | 1 |
| | SMP | 4 | 1 |
| | SMA | 1 | - |
| | SMK | 2 | - |
| | Perguruan Tinggi | - | - |
| | Total Sarana Pendidikan | 14 | 2 |
| 2 | Peribadatan | | |
| | Masjid | 13 | 2 |
| | Mushollah | 8 | 2 |
| | Gereja | - | - |
| | Vihara | - | - |
| | Pura | - | - |
| | Total Sarana Peribadatan | 21 | 4 |
| 3 | Kesehatan | | |
| | Puskesmas | - | - |
| | Puskesmas Pembantu | 1 | - |
| | Poliklinik | - | - |
| | Total Sarana Kesehatan | 1 | 0 |
| 4 | Olahraga & Kesenian | | |
| | Lapangan Sepak Bola | 2 | 1 |
| | Lapangan Badminton | 4 | 1 |

| No. | Sarana | Wilayah | |
|-----|--|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | | Kel. Plaju Darat Jumlah (unit) | Jl. Talang Petai Jumlah (unit) |
| | Lapangan Bola Voly | 2 | 1 |
| | Gedung Serbaguna | 1 | - |
| | Total Sarana Olahraga dan Kesenian | 9 | 3 |
| 5 | Perkantoran | | |
| | Kantor Camat | - | - |
| | Kantor Lurah | 1 | - |
| | Bank | - | - |
| | Pegadaian | - | - |
| | Total Sarana Perkantoran | 1 | 0 |
| 6 | Koperasi | - | - |
| 7 | Rumah Makan | 6 | 2 |
| 8 | Pasar | - | - |
| 9 | Minimarket | 3 | 1 |
| 10 | Ruko | 36 | 3 |
| 11 | Salon dan Pangkas Rambut | | |
| | a. Salon | 5 | 2 |
| | b. Pangkas Rambut | 5 | 2 |
| | Total Sarana Salon Dan Pangkas Rambut | 10 | 4 |

(Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Palembang, 2019)

3.2. Jumlah Penduduk Terlayani

Untuk perhitungan jumlah penduduk terlayani di daerah Jalan Talang Petai secara keseluruhan adalah Jumlah penduduk terlayani = Jumlah penduduk keseluruhan x % penduduk terlayani = $4.528 \times 85\% = 3.849$ jiwa (Tabel 3).

Tabel 3

Jumlah Penduduk Terlayani di Daerah Jalan Talang Petai

| No. | Tahun | % Penduduk Terlayani | Jumlah Penduduk Jalan Talang Petai | |
|-----|-------|----------------------|---------------------------------------|-----------|
| | | | Keseluruhan | Terlayani |
| 1 | 2019 | 85 | 4.528 | 3.849 |
| 2 | 2022 | 87 | 4.700 | 4.089 |
| 3 | 2024 | 89 | 4.855 | 4.321 |
| 4 | 2026 | 91 | 5.009 | 4.559 |
| 5 | 2028 | 93 | 5.164 | 4.803 |
| 6 | 2030 | 95 | 5.319 | 5.053 |

(Sumber: Hasil Perhitungan Penulis, 2020)

4.4. Perhitungan Kebutuhan Air

Perhitungan kebutuhan air adalah total dari kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non domestik, setelah dilakukan perhitungan didapatkan total kebutuhan air seperti pada Tabel 4.

Tabel 4

Total Kebutuhan Air di Daerah Jalan Talang Petai

| Kebutuhan Air | Tahun | | | | | |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 2019 | 2022 | 2024 | 2026 | 2028 | 2030 |
| Sambungan Rumah | 5,3456 | 5,6795 | 6,0013 | 6,3317 | 6,6707 | 7,0183 |
| Hidran Umum | 0,2673 | 0,2840 | 0,3001 | 0,3166 | 0,3335 | 0,3509 |
| Sarana Pendidikan | 0,0787 | 0,0860 | 0,0912 | 0,0968 | 0,1027 | 0,1089 |
| Sarana Peribadatan | 0,1157 | 0,1265 | 0,1342 | 0,1423 | 0,1510 | 0,1602 |
| Sarana Olahraga dan Kesenian | 0,1424 | 0,1511 | 0,1572 | 0,1635 | 0,1701 | 0,1770 |

| Kebutuhan Air | Tahun | | | | | |
|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| | 2019 | 2022 | 2024 | 2026 | 2028 | 2030 |
| Sarana Rumah Makan / Restoran | 0,3472 | 0,3794 | 0,4025 | 0,4270 | 0,4530 | 0,4806 |
| Sarana Minimarket | 0,0868 | 0,0921 | 0,0958 | 0,0997 | 0,1037 | 0,1079 |
| Sarana Ruko | 0,0052 | 0,0055 | 0,0058 | 0,0060 | 0,0062 | 0,0065 |
| Sarana Salon dan Pangkas Rambut | 0,0694 | 0,0737 | 0,0767 | 0,0798 | 0,0830 | 0,0863 |
| Sarana Kesehatan | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sarana Perkantoran | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sarana Koperasi | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sarana Pasar | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sub Total | 6,4582 | 6,8041 | 7,2648 | 7,6634 | 8,0739 | 8,4966 |
| Kebakaran (0%) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kebocoran (0%) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kebocoran (20%) | 1,2916 | 1,3608 | 1,4530 | 1,5327 | 1,6148 | 1,6993 |
| Total Debit (Liter/Detik) | 7,7499 | 8,1649 | 8,7177 | 9,1961 | 9,6887 | 10,1959 |

(Sumber: Hasil Perhitungan Penulis, 2020)

4.5. Fluktuasi Pemakaian Air

Pada umumnya, masyarakat Indonesia melakukan aktivitas penggunaan air pada pagi dan sore hari dengan konsumsi air yang lebih banyak daripada waktu lainnya. Dalam distribusi air bersih, tolak ukur yang digunakan dalam perencanaan maupun evaluasinya adalah kebutuhan hari maksimum dan kebutuhan jam maksimum. Menurut standar dari PU berdasarkan jumlah penduduk faktor fluktuasi untuk daerah Jalan Talang Petai adalah (f_{hari}) = 1,1 sedangkan faktor jam maksimum untuk daerah Jalan Talang Petai (f_{jam}) = 1,5.

Tabel 5

Kebutuhan Air pada Hari Maksimum untuk Daerah Jalan Talang Petai

| Tahun | Kebutuhan Air (Liter/Detik) | f_{hari} Maks | Kebutuhan Air Pada Hari Maksimum (Liter/Detik) |
|-------|-----------------------------|-----------------|--|
| 2019 | 7,7499 | 1,1 | 8,5249 |
| 2022 | 8,1649 | 1,1 | 8,9814 |
| 2024 | 8,7177 | 1,1 | 9,5895 |
| 2026 | 9,1961 | 1,1 | 10,1157 |
| 2028 | 9,6887 | 1,1 | 10,6576 |
| 2030 | 10,1959 | 1,1 | 11,2155 |

(Sumber: Hasil Perhitungan Penulis, 2020)

Tabel 6

Kebutuhan Air pada Jam Maksimum untuk Daerah Jalan Talang Petai

| Tahun | Kebutuhan Air (Liter/Detik) | f_{jam} Maks | Kebutuhan Air Pada Jam Maksimum (Liter/Detik) |
|-------|-----------------------------|----------------|---|
| 2019 | 7,7499 | 1,5 | 11,6248 |
| 2022 | 8,1649 | 1,5 | 12,2473 |
| 2024 | 8,7177 | 1,5 | 13,0766 |
| 2026 | 9,1961 | 1,5 | 13,7941 |
| 2028 | 9,6887 | 1,5 | 14,5331 |
| 2030 | 10,1959 | 1,5 | 15,2939 |

(Sumber: Hasil Perhitungan Penulis, 2020)

4.6. Perhitungan Volume Reservoir

Dalam penentuan volume reservoir penulis menggunakan cara analisa dengan menghitung persen tiap jam pemakaian berdasarkan tabel fluktuasi pemakaian air pelanggan PDAM Tirta Musi Unit Pelayanan UPSU II(mewakili daerah Jalan Talang Petai).

Data:

Jumlah penggunaan air 100 % harus dapat dialiri selama 24 jam

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata pemakaian} &= \frac{100 \%}{24 \text{ jam}} \\ &= 4,1666667 \% \end{aligned}$$

Perhitungan reservoir tahun 2030:

Debit f_{hari} maks = 11,2155 liter/detik

$$= \frac{11,2155 \text{ liter/detik}}{1000} \times 86400 = 969,0192 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Rata-rata per jam = Debit aliran air / 24 jam

$$= 969,0192 \text{ m}^3 / 24 \text{ jam} = 40,3758 \text{ m}^3 / \text{jam}$$

4.7. Perhitungan Pemakaian Tiap Blok

Beban tiap blok pelayanan adalah jumlah air yang didistribusikan pada pelanggan atau konsumen dimana jumlah tersebut harus dipenuhi dan tersedia setiap saat, sehingga para pelanggan dapat menggunakan air sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan.

$$\begin{aligned} Q_d &= (\text{kebutuhan sambungan rumah} \times 80\%) + (\text{kebutuhan sambungan hidran umum} \times 20\%) \\ &= (150 \text{ liter/orang/hari} \times 80\%) + (30 \text{ liter/orang/hari} \times 20\%) \\ &= 126 \text{ liter/orang/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pemukiman} &= Q_d \times \text{jumlah penduduk tiap blok tahun 2030} \\ &= 126 \text{ liter/orang/hari} \times 76 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{9.576 \text{ liter/hari}}{86400} \\ &= 0,1108 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

Sarana pendidikan = Keb. air x jumlah murid & guru

$$= 10 \text{ liter/orang/hari} \times 277 \text{ orang}$$

$$= \frac{2.770 \text{ liter/hari}}{86400}$$

$$= 0,0320 \text{ liter/detik}$$

4.8. Analisa Hidrolika dengan Metode Hardy Cross

Dalam analisa hidrolika, dihitung debit tiap loop dengan menggunakan *loop method* yang dikembangkan oleh Prof. Hardy Cross. Metode ini diterapkan pada jaringan tertutup dengan didasarkan perkiraan debit pada tiap ruas secara sembarang.

Tabel 7

Rekapitulasi Pembebanan Tiap Blok Pelayanan Tahun 2030

| No. | Tapping | Kebutuhan Air (liter/detik) |
|-----|---------|-----------------------------|
| 1 | Q1 | 0,1408 |
| 2 | Q2 | 0,2596 |
| 3 | Q3 | 0,4072 |
| 4 | Q4 | 0,2940 |

| No. | Tapping | Kebutuhan Air (liter/detik) |
|--------------|---------|-----------------------------|
| 5 | Q5 | 0,3220 |
| 6 | Q6 | 0,1747 |
| 7 | Q7 | 0,1680 |
| 8 | Q8 | 0,1888 |
| 9 | Q9 | 0,2310 |
| 10 | Q10 | 0,3925 |
| 11 | Q11 | 0,6115 |
| 12 | Q12 | 0,2100 |
| 13 | Q13 | 0,4338 |
| 14 | Q14 | 0,2322 |
| 15 | Q15 | 0,4668 |
| 16 | Q16 | 0,3990 |
| 17 | Q17 | 0,2236 |
| 18 | Q18 | 0,2450 |
| 19 | Q19 | 0,3430 |
| 20 | Q20 | 0,3570 |
| 21 | Q21 | 0,1190 |
| 22 | Q22 | 0,1682 |
| 23 | Q23 | 0,3077 |
| 24 | Q24 | 0,2448 |
| 25 | Q25 | 0,4874 |
| 26 | Q26 | 0,1190 |
| 27 | Q27 | 0,1330 |
| 28 | Q28 | 0,2310 |
| 29 | Q29 | 0,2170 |
| 30 | Q30 | 0,3517 |
| 31 | Q31 | 0,1820 |
| 32 | Q32 | 0,2614 |
| 33 | Q33 | 0,1890 |
| 34 | Q34 | 0,3080 |
| 35 | Q35 | 0,2862 |
| 36 | Q36 | 0,1820 |
| 37 | Q37 | 0,1960 |
| 38 | Q38 | 0,1120 |
| TOTAL | | 10,1959 |

(Sumber: Hasil Perhitungan Penulis, 2020)

Perhitungan:

1. Data

- a. Koefisien gesek pipa HDPE (n) = 0,010
- b. Perhitungan ruas pipa 1 – Q3
- c. $L = 81,51$ m, $D = 0,160$ m
- d. $Q_0 = 3,7459$ liter/detik = $0,003746$ m³/detik

2. Perhitungan

- a.
$$K_{st} = 1/n$$

$$= 1/0,010$$

$$= 100$$
- b.
$$K = \frac{101,6 \times L}{3,14^2 \times K_{st}^2 \times D^{(16/3)}}$$

$$= \frac{101,6 \times 81,51}{3,14^2 \times 100^2 \times 0,160^{(16/3)}}$$

$$= 1.472,81685$$
- c.
$$H_{gs} = K \times Q_0^2$$

$$= 1.475,498 \times 0,003746^2$$

$$= 0,02067 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } \Delta Q &= -\frac{\sum H_{gs}}{2 \times (\sum K \times Q_0)} \\ &= -\frac{-0,15002}{2 \times (94,80529)} \\ &= 0,00079 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. } Q_1 &= Q_0 + \Delta Q \\ &= 0,003746 \text{ m}^3/\text{detik} + 0,00079 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 0,00454 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Dalam perhitungan Hardy Cross, dilakukan percobaan perhitungan (koreksi) sampai nilai $\sum H_{gs} = 0$ dan nilai $\Delta Q = 0$. Perhitungan percobaan Hardy Cross selanjutnya untuk koreksi 1 dan koreksi terakhir yaitu koreksi 22 dapat dilihat pada tabel dibawah ini. Dari hasil perhitungan koreksi ke 22 sudah didapat nilai $\sum H_{gs} = 0$ dan nilai $\Delta Q = 0$.

Pada koreksi 10 nilai ΔQ hampir rata-rata sudah 0 (nol), namun untuk nilai $\sum H_{gs}$ belum 0 (nol). Barulah pada koreksi 22 nilai $\sum H_{gs}$ dan ΔQ 0 (nol), maka itulah nilai akhir atau nilai baru terhadap debit, Hgs, dan arah aliran yang benar/efektif pada jaringan pipa di daerah Jalan Talang Petai, untuk hasilnya dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8
Debit Pada Tiap Ruas Pipa dan Hgs Setelah Koreksi Akhir Hardy Cross

| Loop | Ruas | Q (ltr/dtk) | Q m ³ /dtk | Hgs (m) |
|-----------|---------------|----------------|--------------------------|------------|
| 1 | 1 - Q3 | 5,0900 | 0,0050900 | 0,03816 |
| | Q3 - Q4 | 4,6828 | 0,0046828 | 0,02503 |
| | Q4 - Q5 | 4,3888 | 0,0043888 | 0,01163 |
| | Q5 - (Q6+Q7) | 4,0668 | 0,0040668 | 0,02689 |
| | (Q6+Q7) - 4 | 3,7241 | 0,0037241 | 0,02255 |
| | 4 - Q9 | 0,5981 | 0,0005981 | 0,01025 |
| | Q9 - 3 | 0,3671 | 0,0003671 | 0,00374 |
| | 3 - 2 | 2,9740 | 0,0029740 | 0,01910 |
| | 2 - Q2 | 4,7055 | 0,0047055 | 0,06455 |
| | Q2 - Q1 | 4,9651 | 0,0049651 | 0,03400 |
| | Q1 - 1 | 5,1059 | 0,0051059 | 0,02060 |
| 2 | 2 - 3 | 2,9740 | 0,0029740 | 0,01910 |
| | 3 - Q13 | 3,3411 | 0,0033411 | 0,01666 |
| | Q13 - Q14 | 2,9073 | 0,0029073 | 0,00834 |
| | Q14 - Q15 | 2,6751 | 0,0026751 | 0,00861 |
| | Q15 - Q16 | 2,2083 | 0,0022083 | 0,00634 |
| | Q16 - Q17 | 1,8093 | 0,0018093 | 0,00222 |
| | Q17 - 6 | 1,5857 | 0,0015857 | 0,00070 |
| | 6 - (7/Q18) | 1,8482 | 0,0018482 | 0,00500 |
| | (7/Q18) - Q19 | 0,2309 | 0,0002309 | 0,00486 |
| | Q19 - (8/Q20) | 0,1121 | 0,0001121 | 0,00044 |
| | (8/Q20) - Q12 | 0,5175 | 0,0005175 | 0,00915 |
| Q12 - Q11 | 0,7275 | 0,0007275 | 0,01368 | |
| Q11 - Q10 | 1,3390 | 0,0013390 | 0,01803 | |
| Q10 - 2 | 1,7315 | 0,0017315 | 0,03053 | |
| 3 | 4 - Q8 | 3,1260 | 0,0031260 | 0,00421 |
| | Q8 - Q27 | 2,9372 | 0,0029372 | 0,01766 |

| Loop | Ruas | Q (ltr/dtk) | Q m ³ /dtk | Hgs (m) |
|------|---------------------|----------------|--------------------------|------------|
| | Q27 - (Q28+Q29) | 2,8042 | 0,0028042 | 0,00444 |
| | (Q28+Q29) - Q30 | 2,3562 | 0,0023562 | 0,01335 |
| | Q30 - Q31 | 2,0045 | 0,0020045 | 0,00353 |
| | Q31 - 5 | 1,8225 | 0,0018225 | 0,00671 |
| | 5 - 6 | 0,2625 | 0,0002625 | 0,00696 |
| | 6 - Q17 | 1,5857 | 0,0015857 | 0,00070 |
| | Q17 - Q16 | 1,8093 | 0,0018093 | 0,00222 |
| | Q16 - Q15 | 2,2083 | 0,0022083 | 0,00634 |
| | Q15 - Q14 | 2,6751 | 0,0026751 | 0,00861 |
| | Q14 - Q13 | 2,9073 | 0,0029073 | 0,00834 |
| | Q13 - 3 | 3,3411 | 0,0033411 | 0,01666 |
| | 3 - Q9 | 0,3671 | 0,0003671 | 0,00374 |
| | Q9 - 4 | 0,5981 | 0,0005981 | 0,01025 |
| 4 | (7/Q18) - (Q23+Q24) | 1,3723 | 0,0013723 | 0,00262 |
| | (Q23+Q24) - 10 | 0,8198 | 0,0008198 | 0,00121 |
| | 10 - Q22 | 0,2388 | 0,0002388 | 0,00136 |
| | Q22 - (9/Q21) | 0,0706 | 0,0000706 | 0,00019 |
| | (9/Q21) - (8/Q20) | 0,0484 | 0,0000484 | 0,00007 |
| | (8/Q20) - Q19 | 0,1121 | 0,0001121 | 0,00044 |
| | Q19 - (7/Q18) | 0,2309 | 0,0002309 | 0,00486 |
| 5 | 6 - 5 | 0,2625 | 0,0002625 | 0,00696 |
| | 5 - 13 | 1,5600 | 0,0015600 | 0,00618 |
| | 13 - 12 | 0,2531 | 0,0002531 | 0,00990 |
| | 12 - (11/Q26) | 0,0254 | 0,0000254 | 0,00003 |
| | (11/Q26) - Q25 | 0,0936 | 0,0000936 | 0,00001 |
| | Q25 - 10 | 0,5810 | 0,0005810 | 0,00033 |
| | 10 - (Q23+Q24) | 0,8198 | 0,0008198 | 0,00121 |
| | (Q23+Q24) - (7/Q18) | 1,3723 | 0,0013723 | 0,00262 |
| | (7/Q18) - 6 | 1,8482 | 0,0018482 | 0,00500 |
| 6 | 13 - Q32 | 1,3069 | 0,0013069 | 0,00174 |
| | Q32 - Q33 | 1,0455 | 0,0010455 | 0,00088 |
| | Q33 - (14/Q34) | 0,8565 | 0,0008565 | 0,00236 |
| | (14/Q34) - Q35 | 0,5485 | 0,0005485 | 0,00409 |
| | Q35 - Q36 | 0,2623 | 0,0002623 | 0,00169 |
| | Q36 - Q37 | 0,0803 | 0,0000803 | 0,00006 |
| | Q37 - (15/Q38) | 0,1157 | 0,0001157 | 0,00008 |
| | (15/Q38) - 12 | 0,2277 | 0,0002277 | 0,00101 |
| | 12 - 13 | 0,2531 | 0,0002531 | 0,00990 |

4.9. Perhitungan Sisa Tekanan

Sisa tekanan ini dihitung untuk mengetahui apakah tekanan yang diberikan dari sumber pengaliran air bersih, yaitu *booster* atau IPA (Instalasi Pengolahan Air) mampu untuk mengaliri air sampai dengan titik terjauh dengan sisa tekanan minimum sebesar 10 meter (Standar Departemen Pekerjaan Umum). Perhitungan sisa tekanan ini tujuannya adalah untuk memastikan kebutuhan air bersih bagi konsumen di daerah pelayanan terpenuhi dengan baik. Berikut adalah cara menghitung sisa tekanan dengan mengetahui data tekanan yang diberikan dari sumber pengaliran.

Keterangan Tabel 9:

1. Nilai D (diameter) dan L (panjang pipa) diperoleh dari data,
2. Nilai Q dan Hgs adalah dihitung dari perhitungan koreksi debit pengaliran dengan menggunakan metode Hardy Cross,

3. Nilai Hgs awal yaitu sebesar 5 m diperoleh dari data tekanan yang diberikan oleh pusat pendistribusian air, dalam hal ini data yang didapat penulis adalah data tekanan manometer air yang berada di pipa diameter 0,200m pada jaringan awal pipa yang masuk ke Jalan Talang Petai.
4. Perhitungan sisa tekanan dari titik awal sampai titik terjauh :

Tabel 9

Perhitungan Sisa Tekanan Dari Titik Awal Sampai Titik Terjauh 1

| Titik | Ruas | Q (l/dt) | D (m) | L (m) | Hgs (m) | Sisa Tekanan (m) |
|---------|---------------|-------------|----------|----------|------------|---------------------|
| | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 |
| Q3 | 1-Q3 | 5,0900 | 0,160 | 81,51 | 0,03816 | 4,9618 |
| Q4 | Q3-Q4 | 4,6828 | 0,160 | 63,18 | 0,02503 | 4,9368 |
| Q5 | Q4-Q5 | 4,3888 | 0,160 | 33,42 | 0,01163 | 4,9252 |
| Q6/Q7 | Q5-(Q6/Q7) | 4,0668 | 0,160 | 89,97 | 0,02689 | 4,8983 |
| 4 | (Q6/Q7)-4 | 3,7241 | 0,160 | 89,97 | 0,02255 | 4,8757 |
| Q8 | 4-Q8 | 3,1260 | 0,160 | 23,85 | 0,00421 | 4,8715 |
| Q27 | Q8-Q27 | 2,9372 | 0,160 | 113,26 | 0,01766 | 4,8539 |
| Q28/Q29 | Q27-(Q28/Q29) | 2,8042 | 0,160 | 31,24 | 0,00444 | 4,8494 |
| Q30 | (Q28/Q29)-Q30 | 2,3562 | 0,160 | 133,07 | 0,01335 | 4,8361 |
| Q31 | Q30-Q31 | 2,0045 | 0,160 | 48,69 | 0,00353 | 4,8326 |
| 5 | Q31-5 | 1,8225 | 0,160 | 111,85 | 0,00671 | 4,8258 |
| 13 | 5-13 | 1,5600 | 0,160 | 140,59 | 0,00618 | 4,8197 |
| Q32 | 13-Q32 | 1,3069 | 0,160 | 56,40 | 0,00174 | 4,8179 |
| Q33 | Q32-Q33 | 1,0455 | 0,160 | 44,40 | 0,00088 | 4,8170 |
| 14/Q34 | Q33-(14/Q34) | 0,8565 | 0,160 | 178,23 | 0,00236 | 4,8147 |
| Q35 | (14/Q34)-Q35 | 0,5485 | 0,110 | 102,10 | 0,00409 | 4,8106 |
| Q36 | Q35-Q36 | 0,2623 | 0,110 | 184,63 | 0,00169 | 4,8089 |
| Q37 | Q36-Q37 | 0,0803 | 0,110 | 71,58 | 0,00006 | 4,8088 |

(Sumber: Hasil Perhitungan Penulis, 2020)

5. KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Debit air yang dibutuhkan untuk melayani kebutuhan air bersih masyarakat di daerah Jalan Talang Petai pada tahun 2030 adalah sebesar 10,1959 liter/detik atau sebesar 0,0101959 m³/detik.
2. Untuk dapat melayani kebutuhan air masyarakat di daerah Jalan Talang Petai selama 24 jam dengan penggunaan air yang berfluktuasi setiap harinya, maka diperlukan kapasitas reservoir dengan volume 188 m³ agar suplai air ke masyarakat tidak pernah berhenti (stop distribusi).
3. Setelah dilakukan analisa jaringan pipa dengan metode hardy cross, didapatkan nilai debit yang sesuai/efektif di masing-masing ruas pipanya, contohnya debit awal (sembarang) pada ruas pipa 1-Q1 sebesar 6,4500 lt/dt dan 1-Q3 sebesar 3,7459 lt/dt, setelah dianalisa sampai koreksi 22 kali didapatkan debit baru yang sesuai/efektif yaitu pada ruas pipa 1-Q1 sebesar 5,1059 lt/dt dan 1-Q3 sebesar 5,0900 lt/dt, begitupun dengan ruas-ruas pipa lainnya mengalami perubahan. Tekanan air yang dibutuhkan pada jaringan awal pipa yang masuk ke Jalan Talang Petai agar maksimal adalah 11 m atau 1,1 atm, karena menurut Standar Departemen Pekerjaan Umum minimal tekanan di ujung pipa pengaliran terjauh adalah 5 – 10 m. Jika dengan tekanan 11 m atau 1,1 atm, maka sisa tekanan pada jaringan pipa di Jalan Talang Petai pada titik terjauh adalah 10,8088 m, dan itu sudah diatas standar tekanan minimal diujung pipa

DAFTAR PUSTAKA

- Adioetomo, S.M., dan Samosir Omas Bulan. 2010. *Dasar-Dasar Demografi*. Edisi 2. Salemba Empat. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik Kota Palembang. 2019. *Kecamatan Plaju dalam Angka*. Badan Pusat Statistik. Palembang.
- Departemen Pekerjaan Umum RI. 2000. *Petunjuk Teknis Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Minum Perkotaan*. Ditjen Cipta Karya. Jakarta.
- Dharmasetiawan, M. 2004. *Sistem Perpipaan Distribusi Air Minum*. Ekamitra Engineering. Jakarta.
- Joko, T. 2010. *Unit Air Baku dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Kodoatie, R.J., 2001. *HIDROLIKA TERAPAN Aliran pada Saluran Terbuka dan Pipa*. CV. Andi Offset. Yogyakarta.
- Linsley K.Ray, Sasongko Djoko., 1991. *Teknik Sumber Daya Air*. Jilid 2. Erlangga. Jakarta.
- Murtiyono. 1995. *Petunjuk Kerja Pipa*. Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik. Bandung
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492/MENKES/PER/IV/2010 *Persyaratan Kualitas Air Minum*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.121 tahun 2015 *Pengusahaan Sumber Daya Air*. Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5802. Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.122 tahun 2015 *Sistem Penyediaan Air Minum*. Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5801. Jakarta.
- Sutrisno, C.T., Eny Suciastuti. 2010. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Triatmodjo, B. 2010. *Hidraulika II*. Beta Offset.