

ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI PENGEMBANGAN JARINGAN AIR BERSIH UNTUK EMPAT KELURAHAN DI KECAMATAN RAKUMPIT KOTA PALANGKA RAYA

I Nyoman Lokajaya

Mahasiswa Pasca Sarjana, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

ABSTRAK

Penelitian ini sebagai wujud pengembangan kapasitas produksi dan pengembangan jaringan pipa PDAM guna memenuhi kebutuhan air bersih di Rakumpit. Tujuan dari penelitian adalah mendapatkan kepastian kelayakan investasi proyek pengembangan jaringan air bersih di Kecamatan Rakumpit Palangkaraya. Kelayakan dikaji dari aspek ekonomi, dan ternyata hasil analisisnya menunjukkan bahwa proyek mempunyai IRR sebesar 11.16% yang lebih besar dari tingkat suku bunga 10%. Nilai proyek sebesar Rp. 1.829.000.000,- Dengan estimasi biaya operasional dan perawatan 30% dari investasi, penyusutan investasi sebesar 12% setiap tahunnya dan asumsi bunga 10% per tahun maka nilai NPV sebesar Rp. 181.252.490,- Sedang waktu pengembalian investasi yang efektif terjadi pada tahun ke 9 lebih 3 bulan, yaitu di tahun 2026. Dengan demikian proyek pengembangan jaringan air bersih ini dinyatakan layak untuk dilaksanakan.

Kata kunci : kelayakan investasi, jaringan air bersih, *NPV*, *IRR*

ABSTRACT

This research is a manifestation of the development of the production capacity and development of pipeline network of PDAMs to meet the needs of clean water in District Rakumpit. The purpose of the research is to get certainty about the feasibility of investing in the development of clean water networks in the District of Rakumpit Palangkaraya. Feasibility is assessed by economic aspects, and it turns out that the results of the analysis indicate that the project has an IRR of 11.16% which is greater than the interest rate of 10%. Project value of Rp. 1,829,000,000, - With an estimated operational and maintenance cost of 30% of investment, an investment depreciation of 12% annually and an assumption of interest of 10% per year, the NPV value is Rp. 181,252,490, - While the effective return on investment occurs in the 9th year over 3 months, namely in 2026. Thus the clean water network development project is declared feasible to be implemented.

Keywords: investment feasibility, net present value, Internal rate of return

PENDAHULUAN

Keberadaan air bersih merupakan salah satu kebutuhan mendasar keseharian bagi setiap manusia. Karenanya berbagai upaya akan dilakukan manusia untuk mendapatkannya. Namun ketika segala upaya yang telah dilakukan tidak memberikan hasil, mulai saat itulah persoalan-persoalan baru akan segera muncul dan sudah sepantasnya pemerintah setempat segera turun tangan untuk membantu masyarakatnya dalam pengadaan air bersih.

Masyarakat di empat Kelurahan pada Kecamatan Rakumpit Kota Palangka Raya, yaitu Kelurahan Petuk Bukit, Kelurahan Petuk Berunai, Kelurahan Panjehang dan Kelurahan Gaung Baru, yang berada di sekitar aliran sungai Rungan mengalami kesulitan untuk mendapatkan air bersih yang sehat. Hal tersebut karena air sungai yang selama ini menjadi andalan untuk mendapatkan air bersih telah tercemari oleh *mercury*, sebagai akibat maraknya penambangan emas lokal. Sementara itu jaringan pipa air bersih yang telah ada sidh tidak cukup lagi kapasitasnya untuk memasok kebutuhan air bersih. Tidak ingin muncul akibat buruk yang berkepanjangan, pemerintah setempat melalui Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) bermaksud untuk memperluas jaringan pipa air bersih hingga menjangkau ke empat kelurahan, yaitu Kelurahan Petuk Bukit, Kelurahan Petuk Berunai, Kelurahan Panjehang dan Kelurahan Gaung Baru.

Penelitian ini dimaksudkan untuk membantu pemerintah setempat dalam rangka pengembangan jaringan pipa air bersih tersebut. Untuk itu tujuan dari penelitian adalah mendapatkan kepastian kelayakan proyek pengembangan jaringan pipa air bersih di Kecamatan Rakumpit-Palangkaraya. Adapun kajian kelayakan proyek hanya didekati dari aspek ekonomi.

MATERI DAN METODA

Standar Mutu Air

Untuk beberapa tahun mutu air bersih direkomendasikan karena tidak mungkin untuk mencapai mutu air minum dalam waktu dekat disebabkan karena kelemahan-kelemahan sistem. Standar mutu sebagaimana yang disetujui Pemerintah yang harus diikuti adalah:

1. Air Baku, PP RI no 20 th 1990, 6 juni 1990
2. Air Minum, PERMENKES RI No.907/MenKes/ SK / VII / 2002

Pengambilan sampel untuk analisa biologi – 1:10,000 populasi per bulan, yang terpencair secara proporsional dalam seluruh sistem distribusi.

Kebutuhan Air Bersih

Besarnya pemakaian air oleh masyarakat pada sistem jaringan distribusi air bersih tidak berlangsung secara konstan tetapi terjadi fluktuasi dari waktu ke waktu. Fluktuasi yang terjadi tergantung pada suatu aktivitas penggunaan air dalam keseharian oleh masyarakat. Adapun tingkat kebutuhan air pada masyarakat dapat digolongkan sebagai berikut:

1. Kebutuhan air rata-rata, yaitu penjumlahan kebutuhan total (domestik dan non domestik) ditambah dengan kehilangan air;
2. Kebutuhan harian maksimum, yaitu kebutuhan air terbesar dan kebutuhan rata-rata harian dalam satu minggu;

3. Kebutuhan air pada jam puncak, yaitu pemakaian air tertinggi pada jam-jam tertentu selama periode satu hari.

Kebutuhan harian maksimum dan jam puncak sangat diperlukan dalam perhitungan besarnya kebutuhan air baku, karena hal ini menyangkut kebutuhan pada hari-hari tertentu dan pada jam puncak pelayanan. Sehingga penting mempertimbangkan suatu nilai koefisien untuk keperluan tersebut Dalam perencanaannya. PDAM Kota Palangka Raya menggunakan pendekatan angka koefisien sebagai berikut.

1. Kebutuhan harian maksimum = 1,15 x kebutuhan air rata-rata
2. Kebutuhan jam puncak= 1,56 x kebutuhan air maksimum

Pemilihan metode pendekatan dengan menggunakan nilai faktor pengali perhitungan variasi kebutuhan air bersih dari Direktorat Jenderal Cipta Karya Direktorat Air Bersih tersebut didasarkan pada hal-hal sebagai berikut (Kota Palangka Raya, 2008):

1. Metode pendekatan berdasarkan penelitian variasi kebutuhan air bersih oleh Direktorat Jenderal Cipta Karya Direktorat Air Bersih ini diasumsikan telah mewakili perubahan kebutuhan air bersih sepanjang waktu di Indonesia.
2. Belum terdapatnya hasil pengamatan yang dilakukan oleh PDAM Kota Palangka Raya mengenai intensitas dan fluktuasi pemakaian air oleh pelanggan di lokasi studi.

Tabel 1. Kebutuhan Air Bersih Untuk Tempat Tinggal (DPU RI, 1986)

Kategori Kota	Tempat Tinggal	Jumlah Penduduk (orang)	Kebutuhan Air Bersih (liter/orang/hari)
I	Kota Metropolitan	Diatas 1 Juta	190
II	Kota Besar	500.000 s.d. 1 Juta	170
III	Kota Sedang	100.000 s.d. 500.000	150
IV	Kota Kecil	20.000 s.d. 100.000	130
V	Desa	10.000 s.d. 20.000	100
VI	Desa Kecil	3.000 s.d. 10.000	60

Tabel 2. Kriteria Pemakaian Air Bersih (DPU RI,1986)

No	Parameter	Kota			
		Metro	Besar	Sedang	Kecil
1	Kebutuhan Domestik (tingkat pemakaian air):				
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sambungan Rumah (liter/orang/hari) ▪ Kran Umum (liter/orang/hari) 	190 30	170 30	150 30	30 30
2	Kebutuhan Non Domestik				
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Industri (liter/detik/hektar) - Berat - Sedang - Ringan 		0,5 – 1,00 0,25 – 0,50 0,15 – 0,25		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Komersial (liter/detik/hektar) - Pasar 		0,10 – 1,00 15		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rumah Makan (liter/unit/hari) ▪ Hotel (liter/kamar/hari) 		400 1.000		
	<ul style="list-style-type: none"> - Lokal - Internasional 				
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sosial dan Institusi - Sekolah (liter/siswa/hari) - Rumah Sakit (m³/unit/hari) 		15 1 – 2		

No	Parameter	Kota			
		Metro	Besar	Sedang	Kecil
	- Puskesmas (liter/hari)	400			
3	Kebutuhan Air Rata-rata	Kebutuhan domestik + non domestik			
4	Kebutuhan Air Maksimum	Kebutuhan rata-rata x 1,15 – 1,2 (faktor kehilangan jam maksimum)			
5	Kehilangan Air : ▪ Kota Metro dan Besar ▪ Kota Sedang dan Kecil	25% x Kebutuhan rata-rata 30% x Kebutuhan rata-rata			
6	Kebutuhan Jam Puncak	Kebutuhan rata-rata x Faktor jam puncak (165% - 200%)			

Kebutuhan Domestik dan Non Domestik

Kebutuhan domestik adalah kebutuhan air bersih yang digunakan untuk keperluan rumah tangga dan sambungan kran umum. Penggunaan air bersih oleh konsumen rumah tangga tidak hanya terbatas untuk memasak dan mandi saja, namun juga untuk hampir setiap aktivitas yang memerlukan air.

Kebutuhan non domestik adalah kebutuhan air bersih selain untuk keperluan rumah tangga dan sambungan kran umum, seperti penyediaan air bersih untuk perkantoran, perdagangan serta fasilitas sosial seperti tempat ibadah, sekolah, hotel, puskesmas, militer serta pelayanan jasa umum lainnya.

Pengembangan Jaringan Pipa Baru

1. Pertumbuhan Jumlah Penduduk

Pertumbuhan penduduk merupakan salah satu faktor penting dalam perencanaan kebutuhan air bersih. Dalam kajian ini, Estimasi jumlah penduduk digunakan sebagai dasar untuk menghitung tingkat kebutuhan air bersih pada masa mendatang. Estimasi jumlah penduduk di suatu daerah dan pada tahun tertentu dapat dilakukan apabila diketahui tingkat pertumbuhan penduduknya. Estimasi jumlah penduduk di masa mendatang dapat dilakukan dengan menggunakan metode Aritmatik. (Dajan, 1978).

Jumlah perkembangan penduduk dengan menggunakan metode ini dirumuskan sebagai berikut:

$$P_n = P_0(1 + r)^n \quad (1)$$

dimana :

P_n = jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n (jiwa)

P_0 = jumlah penduduk pada tahun awal (jiwa)

r = angka pertambahan penduduk per tahun (%)

n = jumlah tahun Estimasi (tahun)

2. Kriteria Desain Sistem Penyediaan Air Minum

Kriteria desain untuk setiap sistem penyediaan air minum, pipa transmisi dan pipa distribusi disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 3. Kriteria Disain Sistem Penyediaan Air Minum (DPU RI,1986)

No	SPAM	Keterangan
1	Penangkap Mata Air (PAM)	- Skala komunal - Asumsi kebutuhan 30 L – 60 L perorang/hari - Waktu pengambilan 8 jam – 12 jam - Pelayanan minimal 20 KK
2	Sumur Gali (SGL)	- Skala komunal - Asumsi kebutuhan 30 L – 60 L perorang/hari - Pelayanan minimal 5 KK
3	Penampungan air hujan	- Skala komunal - Asumsi kebutuhan 30 L – 60 L perorang/hari - Pelayanan 5 KK – 10 KK
4	Sistem Pengolahan Air Sederhana (SIPAS)	- Skala komunal - Waktu operasional 6 jam – 8 jam - Kapasitas optimum 0,25 L/detik - Asumsi kebutuhan 30 L – 60 L perorang/hari - Pelayanan 20 KK - 30 KK
5	Hidran Umum/Kran Umum	- Skala komunal - Cakupan pelayanan 60 % – 100 % penduduk - Asumsi kebutuhan 30 L– 60 L perorang/hari - Jarak minimum penempatan 200 meter - Pelayanan 20 KK – 30 KK
6	Sumur Pompa Tangan	- Skala komunal - Asumsi kebutuhan 30 L – 60 L perorang/hari - Pelayanan minimal 5 KK
7	Bangunan penyadap/intake	- Kecepatan Aliran (v) = 0,3 m/detik – 2 m/detik
8	Bak Pengumpul	- Waktu detensi = 5 menit – 15 menit
9	Saringan Pasir Lambat	- <i>Surface loading/</i> Kecepatan filtrasi = 0,1 – 0,3 m ³ /m ² jam - Tinggi air = 0,7 meter – 1 meter - Tinggi media = 0,7 meter – 1 meter - <i>Effective Size</i> = 0,15 mm – 0,35 mm

Aliran Hidrolika Pada Jaringan Pipa

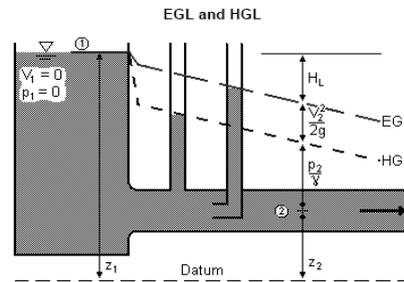
1. Hukum Bernoulli

Air di dalam pipa selalu mengalir dari tempat yang memiliki tinggi energi lebih besar ke tempat yang memiliki tinggi energi lebih kecil. (Simon, 1991). Hal tersebut dikenal dengan prinsip *Bernoulli* yang menyatakan bahwa tinggi energi total pada sebuah penampang pipa adalah jumlah energi ketinggian energi kecepatan dan energi tekanan yang dapat ditulis sebagai berikut :

E_{Tot} = Energi ketinggian + Energi Kecepatan + Energi Tekanan

$$E_{Tot} = Z + \frac{V^2}{2g} + \frac{p}{\gamma_w} \tag{2}$$

Menurut teori Kekekalan Energi dari hukum Bernoulli apabila tidak ada energi yang lolos atau diterima antara dua titik dalam satu sistem tertutup, maka energi totalnya tetap konstan. Hal tersebut dapat dijelaskan pada gambar berikut :



Gambar 1. Diagram Energi dan Garis Tekanan

Hukum kekekalan Bernoulli pada Gambar 1 dapat ditulis sebagai berikut

$$Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma_w} = Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma_w} + H_L \quad (3)$$

dengan :

$\frac{V_1^2}{2g}, \frac{V_2^2}{2g}$ = tinggi energi kecepatan di titik 1 dan 2 (m)

$\frac{p_1}{\gamma_w}, \frac{p_2}{\gamma_w}$ = tinggi tekanan di titik 1 dan 2 (m)

Z_1, Z_2 = tinggi elevasi di titik 1 dan 2 (m)

V_1, V_2 = kecepatan di titik 1 dan 2 (m/det)

p_1, p_2 = tekanan di titik 1 dan 2 (kg/m²)

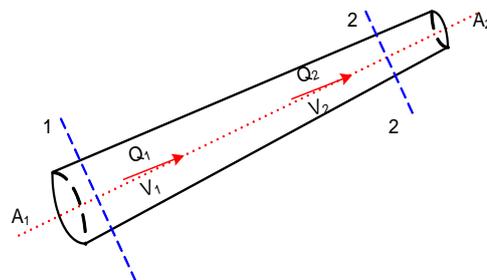
H_L = kehilangan tinggi tekan dalam pipa (m)

γ_w = berat jenis air (kg/m³)

g = percepatan gravitasi (m/det²)

2. Hukum Kontinuitas

Air yang mengalir sepanjang pipa pada Gambar 2 yang mempunyai luas penampang A m² dan kecepatan v m/det selalu memiliki debit yang sama pada setiap penampangnya, hal ini dikenal sebagai hukum kontinuitas



Gambar 2. Aliran dengan Penampang pipa yang berbeda

Sedangkan hukum kontinuitas sebagai berikut (Triatmodjo, 1995) :

$$\begin{aligned} Q_1 &= Q_2 \\ A_1 \cdot V_1 &= A_2 \cdot V_2 \end{aligned} \tag{4}$$

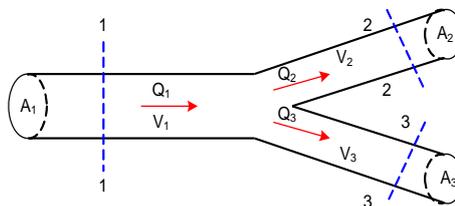
di mana :

Q_1, Q_2 = debit pada potongan 1 dan 2 (m³/det)

V_1, V_2 = kecepatan pada potongan 1 dan 2 (m/det)

A_1, A_2 = luas penampang pada potongan 1 dan 2 (m²)

Pada aliran percabangan pipa juga berlaku hukum kontinuitas dimana debit yang masuk pada suatu pipa sama dengan debit yang keluar pipa. Hal tersebut diilustrasikan sebagai berikut :



Gambar 3. Aliran Bercabang

Sedangkan hukum kontinuitas pada pipa bercabang dapat diuraikan sebagai berikut (Triatmodjo, 1995)

$$\begin{aligned} Q_1 &= Q_2 + Q_3 \\ A_1 \cdot V_1 &= (A_2 \cdot V_2) + (A_3 \cdot V_3) \end{aligned} \tag{5}$$

di mana :

Q_1, Q_2, Q_3 = debit pada potongan 1 dan 2 (m³/det)

V_1, V_2, V_3 = kecepatan pada potongan 1 dan 2 (m/det)

A_1, A_2, A_3 = luas penampang pada potongan 1 dan 2 (m²)

3. Kecepatan Aliran Rata-rata Dalam Pipa

Untuk mengetahui kecepatan aliran rata-rata dipergunakan rumus yang biasa dipergunakan, yaitu:

$$V = 0,35464 \times C \times D^{0,63} \times I^{0,54} \tag{6}$$

di mana:

C = Koefisien Kecepatan Aliran (m/det)

Juga dapat diketahui nilai-nilai Debit aliran (m³/det), diameter pipa (m) dan gradien hidrolis (m/m), dengan rumus:

$$Q = 0,27853 \times C \times D^{2,63} \times I^{0,54} \tag{7}$$

$$D = 1,6258 \times C^{-0,38} \times Q^{0,38} \times I^{-0,205} \tag{8}$$

$$I = 10,666 \times C^{-1,85} \times D^{-14,37} \times Q^{1,85} \tag{9}$$

Kehilangan Tinggi Tekan (*Head Loss*)

Dalam merencanakan sistem jaringan distribusi air bersih, aliran dalam pipa harus berada pada kondisi aliran turbulen. Untuk mengetahui kondisi aliran dalam pipa turbulen atau tidak, dapat dihitung dengan identifikasi bilangan *Reynold* menggunakan persamaan berikut :

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} \quad (10)$$

dimana :

Re= bilangan *Reynold*

V = kecepatan aliran dalam pipa (m/det)

D = diameter pipa (m)

ν = kekentalan kinematik air pada suhu tertentu (m^2/det)

Dari perhitungan bilangan *Reynold*, maka sifat aliran di dalam pipa dapat diketahui dengan kriteria sebagai berikut (Triatmodjo, 1995) :

1. $Re < 2000$ maka aliran bersifat laminar
2. $Re = 2000 - 4000$ maka aliran bersifat transisi
3. $Re > 4000$ maka aliran bersifat turbulen

Tabel 4 Kekentalan Kinematik Air (Triatmojo, 1995)

Suhu (°C)	Kekentalan kinematik ($m^2 \cdot dt^{-1}$)	Suhu (°C)	Kekentalan Kinematik ($m^2 \cdot dt^{-1}$)
0	$1,785 \cdot 10^{-6}$	40	$1,658 \cdot 10^{-6}$
5	$1,519 \cdot 10^{-6}$	50	$1,553 \cdot 10^{-6}$
10	$1,306 \cdot 10^{-6}$	60	$1,474 \cdot 10^{-6}$
15	$1,139 \cdot 10^{-6}$	70	$1,413 \cdot 10^{-6}$
20	$1,003 \cdot 10^{-6}$	80	$1,364 \cdot 10^{-6}$
25	$1,893 \cdot 10^{-6}$	90	$1,326 \cdot 10^{-6}$
30	$1,800 \cdot 10^{-6}$	100	$1,294 \cdot 10^{-6}$

1. Kehilangan Tinggi Tekan Mayor (*Major Losses*)

Fluida yang mengalir di dalam pipa akan mengalami tegangan geser dan gradien kecepatan pada seluruh medan karena adanya kekentalan kinematik. Tegangan geser tersebut akan menyebabkan terjadinya kehilangan tenaga selama pengaliran (Triatmodjo, 1995). Tegangan geser yang terjadi pada dinding pipa merupakan penyebab utama menurunnya garis energi pada suatu aliran (*major losses*) selain bergantung juga pada jenis pipa.

Dalam kajian ini digunakan persamaan *Hazen-Williams* untuk memperhitungkan besarnya kehilangan tinggi tekan mayor, yaitu (Triatmodjo, 1995) :

$$Q_i = 0,85 \cdot C_{hw} \cdot A_i \cdot R_i^{0,63} \cdot S_f^{0,54} \quad (11)$$

$$V_i = 0,85 \cdot C_{hw} \cdot R_i^{0,63} \cdot S_f^{0,54} \quad (12)$$

di mana :

Q_i = debit aliran pada pipa i (m^3/det)

V_i = kecepatan aliran dalam pipa i (m/det)

C_{hw} = koefisien kekasaran *Hazen-Williams*

- A_i = luas penampang pada pipa i (m^2)
- R_i = jari-jari hidrolis pada pipa i (m)
- $R = \frac{1}{4} = \frac{1/4\pi \cdot D^2}{\pi D} = \frac{D}{4}$
- S_f = kemiringan garis hidrolis (EGL)
- $S_f = H_f/L$

Persamaan kehilangan tinggi tekan mayor menurut *Hazen-Williams* yaitu (Simon, 1991):

$$H_f = k \cdot Q^{1.85} \tag{13}$$

$$k = \frac{10,675 \cdot L}{C_{hw}^{1.85} \cdot D^{4.87}} \tag{14}$$

di mana :

- H_f = kehilangan tinggi tekan mayor (m)
- k = koefisien karakteristik pipa
- Q = debit aliran pada pipa (m^3/det)
- D = diameter pipa (m)
- L = panjang pipa (m)
- C_{hw} = koefisien kekasaran *Hazen-Williams*

Tabel 5. Koefisien Karakteristik Pipa Menurut *Hazen-Williams* (Triatmodjo, 1995)

No	Bahan Pipa	Nilai Koefisien <i>Hazen-Williams</i> (C_{hw})
1	<i>Asbestos Cemen</i>	140
2	<i>Brass</i>	130 – 140
3	<i>Brick sewer</i>	100
4	<i>Cast iron :</i>	
	- <i>New unlined</i>	130
	- <i>10 years old</i>	107 – 113
	- <i>20 years old</i>	98 – 100
	- <i>30 years old</i>	75 – 90
	- <i>40 years old</i>	64 – 83
5	<i>Concrete or Concrete lined</i>	
	- <i>Steel forms</i>	140
	- <i>Wooden forms</i>	120
	- <i>Sentrifugally spun</i>	135
6	<i>Copper</i>	130 – 140
7	<i>Galvanized iron</i>	120
8	<i>Glass</i>	140
9	<i>Lead</i>	130 – 140
10	<i>Plastic</i>	140 – 150
11	<i>PVC</i>	130 – 140
12	<i>Steel</i>	
	- <i>Coal-tarenamel lined</i>	145 – 150
	- <i>New unlined</i>	140 – 150
	- <i>Riveted</i>	110

No	Bahan Pipa	Nilai Koefisien <i>Hazen-Williams</i> (C_{hw})
13	<i>Tin</i>	130
14	<i>Vitrified clay (Good condition)</i>	110 – 140
15	<i>Wood stave (Average condition)</i>	120

2. Kehilangan Tinggi Tekan Minor (*Minor Losses*)

Faktor lain yang juga ikut menambah besarnya kehilangan tinggi tekan pada suatu aliran adalah kehilangan tinggi tekan minor. Adapun persamaan umum untuk menghitung besarnya kehilangan tinggi tekan minor ini dapat ditulis sebagai berikut (Triatmodjo, 1995) :

$$h_{Lm} = k \cdot \frac{V^2}{g} \quad (15)$$

di mana :

h_{Lm} = kehilangan tinggi tekan minor (m)

k = koefisien kehilangan tinggi tekan minor

v = kecepatan rata-rata dalam pipa (m/det)

g = percepatan gravitasi (m/det²)

Tabel 6. Koefisien Kehilangan Tinggi Tekan Minor Menurut Jenis Perubahan Bentuk Pipa (Triatmodjo, 1995)

Jenis Perubahan Bentuk Pipa	k	Jenis Perubahan Bentuk Pipa	k
Awal masuk pipa		Belokan halus 90°	
<i>Bell mouth</i>	0,03 - 0,05	Radius belokan/D = 4	0,16 – 0,18
<i>Rounded</i>	0,12 - 0,25	Radius belokan/D = 2	0,19 – 0,25
<i>Shard edge</i>	0,5	Radius belokan/D = 1	0,35 – 0,40
<i>Projecting</i>	0,8		
Pengecilan mendadak		Belokan tiba-tiba (<i>mitered</i>)	
$D_2/D_1 = 0,80$	0,18	$\theta = 15^\circ$	0,05
$D_2/D_1 = 0,50$	0,37	$\theta = 30^\circ$	0,10
$D_2/D_1 = 0,20$	0,49	$\theta = 45^\circ$	0,20
		$\theta = 60^\circ$	0,35
		$\theta = 90^\circ$	0,80
Pengecilan mengerucut		T(<i>Tee</i>)	
$D_2/D_1 = 0,80$	0,05	Aliran searah	0,30 – 0,40
$D_2/D_1 = 0,50$	0,07	Aliran bercabang	0,75 – 1,80
$D_2/D_1 = 0,20$	0,08		
Pembesaran mendadak		Persilangan	
$D_2/D_1 = 0,80$	0,16	Aliran searah	0,50
$D_2/D_1 = 0,50$	0,57	Aliran bercabang	0,75
$D_2/D_1 = 0,20$	0,92		
Pembesaran mengerucut		45° <i>Wye</i>	
$D_2/D_1 = 0,80$	0,03	Aliran searah	0,30
$D_2/D_1 = 0,50$	0,08	Aliran bercabang	0,50
$D_2/D_1 = 0,20$	0,13		

Analisis Kelayakan Proyek

Analisis kelayakan yang perlu dibahas antara lain menyangkut investasi, perkiraan biaya operasi pemeliharaan, kebutuhan modal kerja, sumber pembiayaan, perkiraan pendapatan, perhitungan kriteria investasi. (Suwarno, 2000).

1. Net Present Value (NPV)

NPV merupakan suatu kriteria yang digunakan untuk mengukur apakah suatu investor layak atau tidak yang berasal dari perhitungan *Net Benefit* yang telah didiskon. Secara singkat, formula untuk perhitungan *Net Present Value* adalah sebagai berikut

$$NPV = \sum_{i=1}^n B_i - C_i \quad (16)$$

di mana :

C_i = biaya investasi + biaya operasi

B_i = keuntungan yang telah didiskon

i = *discount factor*

N = tahun (waktu)

Kriteria yang paling sederhana dari kriteria yang lain, yaitu menghitung selisih antara nilai sekarang arus manfaat dengan nilai sekarang arus biaya selama umur proyek, dengan tingkat bunga tertentu. $NPV = PV \text{ Benefit} - PV \text{ Cost}$

Keputusan dapat diambil apabila $NPV > 0$ maka proyek dapat menguntungkan, sedangkan apabila $NPV < 0$ maka proyek tidak menguntungkan (Halim, 2005)

2. Internal Rate of Return (IRR)

Internal Rate of Return atau IRR adalah suatu tingkat *discount rate* yang menghasilkan NPV sama dengan 0. Bila IRR lebih besar dari *tingkat hasil yang diharapkan* maka dapat dikatakan suatu investasi *feasible*, bila semua sama dengan *tingkat hasil yang diharapkan* maka dapat dikatakan investasi hanya kembali modal.

Apabila kurang dari *SOCC* maka suatu investasi dapat dikatakan tidak *feasible*. IRR dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{(NPV_1 - NPV_2)} (i_1 - i_2) \quad (17)$$

di mana :

i_1 = tingkat *discount rate* yang menghasilkan NPV_1

i_2 = tingkat *discount rate* yang menghasilkan NPV_2

Cara perhitungan IRR pada suatu investasi adalah dengan cara membawa semua konsekuensi yang terjadi ke dalam bentuk *cash flow* kemudian mencari IRR (tingkat suku bunga/ i) yang menyamakan $PV \text{ cost}$ dan $PV \text{ benefit}$. Setelah itu dibandingkan dengan MARR (i^*).

Apabila $IRR(i) > MARR (i^*)$, maka investasi dikatakan layak untuk dilakukan.

3. Break Even Point (BEP)

Break even point adalah suatu keadaan dimana dalam suatu operasi perusahaan tidak mendapat untung maupun rugi/impas (penghasilan = total biaya) (Pujawan, 1995).

. *Break even point* dapat digunakan untuk membantu menetapkan sasaran tujuan perusahaan, kegunaan bagi manajemen antara lain :

- a. Sebagai dasar atau landasan merencanakan kegiatan operasional dalam usaha mencapai laba tertentu
- b. Sebagai dasar atau landasan untuk mengendalikan kegiatan operasi yang sedang berjalan yaitu alat untuk pencocokan antara realisasi dengan angka-angka dalam perhitungan *Break Even* atau dalam gambar *Break Even* .
- c. Sebagai bahan pertimbangan dalam penentuan harga jual yaitu setelah diketahui hasil perhitungan menurut hasil analisa *Break Even* dan laba yang ditargetkan.
- d. Sebagai dasar pertimbangan dalam pengambilan keputusan yang harus dilakukan seorang manager suatu perusahaan.

Komponen yang berperan yaitu biaya, dimana biaya yang dimaksud adalah biaya variabel dan biaya tetap. Biaya tetap adalah biaya yang harus dikeluarkan untuk produksi ataupun tidak, sedangkan biaya variabel adalah biaya yang dikeluarkan untuk menghasilkan satu unit produksi jadi kalau tidak produksi maka tidak ada biaya ini. Besarnya dihitung dengan rumus BEP seperti pada persamaan (18)

$$BEP_{\text{unit}} = \frac{FC}{P - VC} \quad (18)$$

dimana :

FC = biaya tetap

VC = biaya variabel

P = Penjualan

Metoda

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah PDAM Kota Palangka Raya meliputi 9 Kelurahan terdiri dari Kelurahan Palangka, Kelurahan Langkai, Kelurahan Panarung, Kelurahan Bukit Tunggal, Kelurahan Menteng, Kelurahan Pahandut, Kelurahan Pahandut Seberang, Kelurahan Kereng Bengkirai, Kelurahan Sebaru dan untuk wilayah PDAM Unit Tangkiling khusus melayani Kelurahan Tangkiling Kecamatan Bukit Batu.

Sampel yang digunakan pengembangan tersebut dilakukan pada PDAM Unit Tangkiling yang dikembangkan, selain melayani Kelurahan Tangkiling Kecamatan Bukit Batu juga melayani untuk empat Kelurahan pada Kecamatan Rakumpit, yaitu Kelurahan Petuk Bukit, Kelurahan Petuk Berunai, Kelurahan Panjehang dan Kelurahan Gaung Baru, yang berada di sekitar aliran sungai Rungan.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian adalah PDAM Unit Tangkiling dan waktu penelitian kurang lebih 2 bulan.

Instrumen Penelitian

Instrumen pengumpulan data yang dalam penelitian ini adalah dokumentasi data sekunder dan wawancara. Instrumen penelitian adalah *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Break Even Point* (BEP) proyek pengembangan kapasitas produksi dan jaringan di PDAM Unit Tangkiling.

Prosedur Pengumpulan Data

Prosedur pengambilan dan pengumpulan data dalam penelitian ini adalah data sekunder yang meliputi data jumlah penduduk di empat Kelurahan pada Kecamatan

Rakumpit, yaitu Kelurahan Petuk Bukit, Kelurahan Petuk Berunai, Kelurahan Panjehang dan Kelurahan Gaung Baru, yang berada di sekitar aliran sungai Rungan, data kebutuhan air bersih yang sesuai dengan jumlah penduduk, data jarak antar kelurahan, data skematik, dan peta lokasi pengembangan jaringan.

Definisi Operasional dan Variabel Penelitian

Definisi operasional yang digunakan terdiri dari beberapa tahap, yaitu :

1. Perhitungan Estimasi Jumlah Penduduk dan Kebutuhan Air Bersih
2. Skematik Pengembangan Produksi dan Jaringan Pipa Baru PDAM Dengan Sistem Gravitasi
3. Perencanaan Sistem Jaringan Pipa Baru PDAM
4. Rencana Anggaran Biaya Proyek
5. Estimasi Biaya Operasional dan Perawatan
6. Estimasi Penyusutan (Depresiasi)
7. Analisis *Cash Flow*
8. Analisis Kelayakan Proyek, meliputi : *Net Present Value* (NPV), *Break Even Point* (BEP), *Internal Rate of Return* (IRR)

Cara Analisis Data

Analisis kelayakan proyek pengembangan jaringan, dengan fokus pada aspek Keuangan. Bila $NPV > 0$, $DPP < 10$, $IRR(i) > MARR (i^*)$ (*Minimum Attractive Rate of Return*) atau bunga terendah, maka investasi dikatakan layak untuk dilanjutkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Estimasi Jumlah Penduduk

Estimasi jumlah penduduk pada waktu yang akan datang pada umumnya dilakukan dengan melihat faktor pertumbuhan pada tahun-tahun yang sebelumnya. Dengan rumus (1) didapatkan Estimasi jumlah penduduk sebagaimana tampak dalam Tabel 7.

Tabel 7. Jumlah Penduduk Empat Kelurahan di Kecamatan Rakumpit (BPS, 217)

Kelurahan	Luas (km ²)	Laju pertumbuhan penduduk	Jumlah penduduk Tahun 2016 (Jiwa)	Jumlah penduduk Tahun 2032 (Jiwa)
Petuk Bukit	299,91	2,21 %	968	1.373
Petuk Berunai	155,70	2,15 %	712	1.001
Panjehang	39,44	2,26 %	271	387
Gaung Baru	53,77	2,10 %	243	339
Jumlah	548,82		2.194	3.100

Secara rinci Estimasi jumlah penduduk dapat digambarkan sebagaimana terlihat pada Tabel 8. Dilihat dari tabel 8 jumlah penduduk Empat Kelurahan di Kecamatan Rakumpit pada tahun 2032 sebesar 3.100 jiwa, diasumsikan 1 (satu) sambungan rumah (SR) untuk 5 jiwa, maka diperlukan $3.100/5 = 620$ SR. Untuk kapasitas produksi, diasumsikan 1 liter/detik untuk 80 SR, maka diperlukan pengembangan kapasitas produksi dan jaringan pipa baru PDAM $(620/80) \times 1$ liter/detik = 7,5 liter/detik. Secara teknis saat ini PDAM Kota Palangka Raya masih *idle capacity*, mempunyai kapasitas terpasang 255 liter/detik baru digunakan sebesar 179,5 liter/detik dengan jumlah sambungan rumah sebanyak 17.262 SR atau cakupan pelayanan teknis 51,05%

dari total penduduk 232.950 jiwa. Sumber air baku PDAM berasal sungai Kahayan dan Unit Tangkiling dari sungai Rungan (Lolon, 2017). Jadi pengembangan kapasitas produksi dan jaringan pipa baru PDAM untuk 4 kelurahan dengan kapasitas 7,5 liter/detik, bisa ditambahkan ke jaringan lama yang masih digunakan sebesar 179,5 liter/detik. Sehingga kapasitas produksi dan jaringan pipa PDAM menjadi 179,5 liter/detik+7,5 liter/detik=187,0 liter/detik. Jumlah SR menjadi 17.262+620=17.882 SR.

Tabel 8. Estimasi Jumlah Penduduk Empat Kelurahan di Kecamatan Rakumpit

Tahun ke	Tahun	Estimasi Jumlah Penduduk di Kelurahan				Jumlah
		Petuk Bukit	Petuk Berunai	Panjehang	Gaung Baru	
0	2016	968	712	271	243	2.194
1	2017	989	727	277	248	2.242
2	2018	1.011	743	283	253	2.291
3	2019	1.034	759	290	259	2.341
4	2020	1.056	775	296	264	2.392
5	2021	1.080	792	303	270	2.444
6	2022	1.104	809	310	275	2.498
7	2023	1.128	826	317	281	2.552
8	2024	1.153	844	324	287	2.608
9	2025	1.178	862	331	293	2.665
10	2026	1.205	881	339	299	2.723
11	2027	1.231	900	347	305	2.783
12	2028	1.258	919	354	312	2.844
13	2029	1.286	939	362	318	2.906
14	2030	1.315	959	371	325	2.969
15	2031	1.344	980	379	332	3.034
	2032	1.373	1.001	387	339	3.100

Estimasi Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Kriteria tingkat kebutuhan air pada masyarakat dapat digolongkan sebagai berikut:

1. Kebutuhan air rata-rata, yaitu penjumlahan kebutuhan total (domestik dan non domestik) ditambah dengan kehilangan air;
2. Kebutuhan harian maksimum, yaitu kebutuhan air terbesar dan kebutuhan rata-rata harian dalam satu minggu;
3. Kebutuhan air pada jam puncak, yaitu pemakaian air tertinggi pada jam-jam tertentu selama periode satu hari.

Kebutuhan domestik air bersih adalah kebutuhan air bersih yang digunakan untuk keperluan rumah tangga dan sambungan kran umum. Penggunaan air bersih oleh konsumen rumah tangga tidak hanya terbatas untuk memasak dan mandi saja, namun juga untuk hampir setiap aktivitas yang memerlukan air. Karena jumlah penduduk di dua kecamatan tersebut berjumlah 3.100 jiwa, maka berdasarkan tabel 1 masuk dalam kategori Desa, dengan kebutuhan air bersih 100 liter/orang/hari.

Dengan demikian berdasarkan tabel 1 dan tabel 8 dapat dihitung kebutuhan air tahun 2017 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air domestik} &= 2.242 \times 100 \text{ liter/orang/hari} = 224.200 \text{ liter/hari} \\ &= 224.200 / (3.600 \times 24) = 2,59 \text{ liter/detik} \\ \text{Kebutuhan air non domestik} &= 0,15 \times 2,59 \text{ liter/detik} = 0,39 \text{ liter/detik} \\ \text{Kebutuhan air rata-rata} &= 2,59 + 0,39 \text{ liter/detik} = 2,98 \text{ liter/detik} \\ &= (2,98/1000) \times (3600 \times 24) = 257,83 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Kehilangan air} &= 0,30 \times (2,59 + 0,39) \text{ liter/detik} = 0,90 \text{ liter/detik} \\ &= (0,90/1.000) \times (3.600 \times 24) = 77,35 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air rata-rata} + \text{Kehilangan air} &= (2,98 + 0,90) \text{ liter/detik} = 3,88 \text{ liter/detik} \\ &= (257,83 + 77,35) \text{ m}^3/\text{hari} = 335,18 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\text{Kebutuhan air harian maksimum} = 1,15 \times 100 \text{ liter/orang/hari} = 115 \text{ liter/orang/hari}$$

$$\text{Kebutuhan air pada jam puncak} = 1,65 \times 115 \text{ liter/orang/hari} = 113,85 \text{ liter/orang/hari}$$

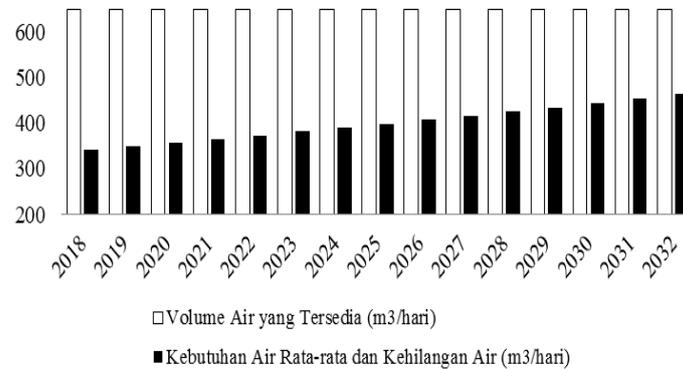
Pada saat ini Sumber air baku PDAM berasal sungai Kahayan dan Unit Tangkiling dari sungai Rungan yang masih digunakan sebesar 179,5 liter/detik. Potensi kapasitas produksi yang bisa digunakan adalah 255 liter/detik - 179,5 liter/detik = 75 liter/detik. Dengan demikian kebutuhan air bersih tahun 2017 kapasitas produksi dan jaringan pipa baru PDAM untuk 4 kelurahan dengan kapasitas 7,5 liter/detik adalah $(7,5 \text{ liter/detik}/1000) \times (3600 \times 24) = 648,00 \text{ m}^3/\text{hari}$ (lebih besar dari 201,10m³/hari)

Tabel 9. Kebutuhan Air Bersih Empat Kelurahan di Kecamatan Rakumpit Tahun 2017

No	Uraian	Satuan	Nilai
1	Jumlah penduduk total	Jiwa	2.242
2	Jumlah jiwa untuk/Rumah	Jiwa	5
3	Jumlah rumah	Unit Rumah	448
4	Perkiraan persentase jumlah SR	%	100
5	Jumlah SR	Unit Rumah	224.200
6	Kebutuhan air untuk 1 orang setiap hari untuk kota sedang	lt/org/hr	2,59
7	Kebutuhan air domestik	lt/hr	0,39
8	Kebutuhan air non domestik (20% keb. Air domestik)	lt/dt	77,35
9	Kehilangan air	m ³ /hr	2,98
10	Kebutuhan air bersih rata-rata	m ³ /hr	3,88
11	Kebutuhan air rata-rata + Kehilangan air	lt/dt	0,12
		m ³ /hr	115,00
12	Kebutuhan air harian maksimum = 1,15 x keb. air domestik	lt/org/hr	7,5
13	Kebutuhan air pada jam puncak = 1,56 x keb. harian maks.	lt/org/hr	24
14	Debit air dari sumber Seklayar	lt/dt	648,00
15	Debit air dari IPA Sawahan	lt/dt	2.242
16	Total debit	lt/dt	5
17	Lama jam operasi	jam/hr	448
18	Volume air	m ³ /hr	10,368.00

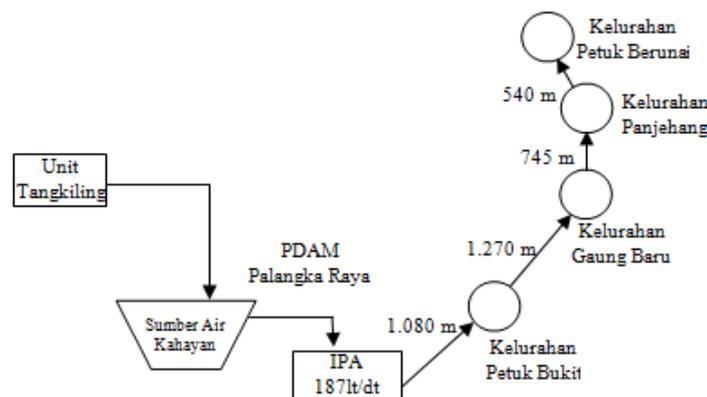
Tabel 9 menunjukkan bahwa volume air yang tersedia yaitu 648 m³/hari masih dapat memenuhi kebutuhan air rata-rata dan kehilangan air tahun 2017, yaitu 335,18 m³/hari. Setelah dilakukan estimasi kebutuhan air tahun 2017, selanjutnya dilakukan perhitungan kebutuhan air untuk 15 tahun ke depan, sebagai Gambar 4.

**Grafik Volume Air yang Tersedia
dan Kebutuhan Air Rata-rata dan Kehilangan Air
di Empat Kelurahan di Kecamatan Rakumpit Kota
Palangka Raya**



Gambar 4. Grafik Volume Air yang Tersedia dan Kebutuhan Air Rata-rata

Tabel 9 dan Gambar 4 menunjukkan bahwa volume air yang tersedia yaitu 648 m³ per hari masih dapat memenuhi kebutuhan air rata-rata dan kehilangan air hingga tahun 2032, yaitu 463,45 m³ per hari.



Gambar 5. Skematik Pengembangan Kapasitas dan Jaringan Pipa PDAM

Skema Pengembangan Kapasitas Produksi dan Jaringan Pipa Baru PDAM

Secara garis besar, pengembangan kapasitas dan jaringan baru PDAM adalah sebagai ditunjukkan pada Gambar 5. Dengan memperhatikan sistem jaringan pipa PDAM Palangka Raya dilakukan analisis hidrolika menggunakan bantuan aplikasi Software Epanet diperoleh hasil sebagaimana pada Tabel 11. Untuk mengetahui kebutuhan pipa transmisi adalah ditunjukkan pada Tabel 12. Tabel 12 menunjukkan jumlah kebutuhan pipa PVC dengan diameter 500 mm, 300 mm, dan 200 mm dengan total panjang pipa 3.635 m. Biaya kebutuhan pipa sebesar Rp 1.241.961.075 dan Biaya pemasangan pipa sebesar Rp 421.660.000. Maka total biaya kebutuhan pipa transmisi adalah sebesar Rp 1.663.621.075.

Tabel 10. Estimasi Kebutuhan Air Bersih Untuk 15 Tahun ke Depan

Uraian	Satuan	Tahun														
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Jumlah penduduk	jiwa	2.291	2.341	2.392	2.444	2.498	2.552	2.608	2.665	2.723	2.783	2.844	2.906	2.969	3.034	3.100
Jumlah jiwa setiap Rumah	jiwa	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Jumlah SR	Unit Rumah	458	468	478	489	500	510	522	533	545	557	569	581	594	607	620
Kebutuhan air untuk 1 orang/hari untuk kota kecil	lt/org/hr	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kebutuhan air domestik	lt/hr	229.100	234.100	239.200	244.400	249.800	255.200	260.800	266.500	272.300	278.300	284.400	290.600	296.900	303.400	310.000
	lt/dt	2,65	2,71	2,77	2,83	2,89	2,95	3,02	3,08	3,15	3,22	3,29	3,36	3,44	3,51	3,59
Kebutuhan air non domestik (15% keb. Air domestik)	lt/dt	0,40	0,41	0,42	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50	0,52	0,53	0,54
Kehilangan air	lt/dt	0,91	0,93	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06	1,09	1,11	1,14	1,16	1,19	1,21	1,24
	m3/hr	79,04	80,76	82,52	84,32	86,18	88,04	89,98	91,94	93,94	96,01	98,12	100,26	102,43	104,67	106,95
	juta m3/thn	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Kebutuhan air bersih rata2	lt/dt	3,05	3,12	3,18	3,25	3,32	3,40	3,47	3,55	3,62	3,70	3,79	3,87	3,95	4,04	4,13
	m3/hr	263,47	269,22	275,08	281,06	287,27	293,48	299,92	306,48	313,15	320,05	327,06	334,19	341,44	348,91	356,50
	juta m3/thn	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13
Kebutuhan air rata2 + Kehilangan air	lt/dt	3,96	4,05	4,14	4,23	4,32	4,42	4,51	4,61	4,71	4,82	4,92	5,03	5,14	5,25	5,36
	m3/hr	342,50	349,98	357,60	365,38	373,45	381,52	389,90	398,42	407,09	416,06	425,18	434,45	443,87	453,58	463,45
	juta m3/thn	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,17
Kebutuhan air harian maksimum = 1,15 x keb. air domestik	lt/org/hr	115,00	115,00	115,00	115,00	115,00	115,00	115,00	115,00	115,00	115,00	115,00	115,00	115,00	115,00	115,00
Kebutuhan air pada jam puncak = 1,65 x keb. harian maks.	lt/org/hr	189,75	189,75	189,75	189,75	189,75	189,75	189,75	189,75	189,75	189,75	189,75	189,75	189,75	189,75	189,75
Sumber air baku PDAM berasal sungai Kahayan dan Unit Tangkiling dari sungai Rungan	lt/dt	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Lama jam operasi	jam/hr	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Volume air	m3/hr	648,00														

Tabel 11. Hasil Analisis Hidrolika Pengembangan Jaringan Pipa Menggunakan Software Epanet

Label	Daerah Hulu	Daerah Hilir	Diameter Pipa (mm)	Bahan Pipa	Debit Air (ltr/s)	Kecepatan Aliran Air (m/s)	Panjang Pipa (m)	Label	Ketinggian (m)	
									Hulu	Hilir
P-1	Reservoir	Petuk Bukit	500	PVC	7,50	0,04	1.080	R-1 – J-1	150	120
P-2	Petuk Bukit	Gaumg Baru	300	PVC	4,18	0,06	1.270	J-1 – J-2	120	115
P-3	Gaumg Baru	Panjehang	200	PVC	3,36	0,11	745	J-2 – J-3	115	100
P-4	Panjehang	Petuk Berunai	200	PVC	2,42	0,08	540	J-3 – J-4	100	90
						Jumlah	3.635			

Tabel 12. Kebutuhan Pipa Transmisi

Daerah Hulu	Daerah Hilir	Diameter Pipa (mm)	Panjang Pipa (m)	Kebutuhan Pipa (batang)	Harga per Batang (Rp)	Biaya Kebutuhan Pipa (Rp)	Biaya Pasang per meter (Rp)	Biaya Pasang (Rp)
Reservoir	Petuk Bukit	500	1.080	180	3.099.220	557.859.600	116.000	125.280.000
Petuk Bukit	Gaumg Baru	300	1.270	212	1.955.930	414.005.183	116.000	147.320.000
Gaumg Baru	Panjehang	200	745	124	1.261.150	270.096.292	116.000	149.060.000
Panjehang	Petuk Berunai	200	540	90				
Jumlah Panjang Pipa			3.635					
Jumlah Total Biaya Pipa						1.241.961.075		421.660.000

Rencana Anggaran Biaya Proyek

Berdasarkan perencanaan sesuai kebutuhan kondisi lapangan untuk kapasitas produksi dan jaringan pipa baru PDAM untuk 4 kelurahan dengan kapasitas 7,5 liter/detik adalah

adalah sebagai berikut :

1. Biaya kebutuhan pipa transmisi
2. Biaya pemasangan pipa transmisi

Rencana Anggaran Biaya Proyek pada pekerjaan ini adalah sebagaimana tertera dalam Tabel 13.

Estimasi Biaya Operasional dan Perawatan

Estimasi biaya operasional untuk mulai tahun 2018 adalah 30% dari investasi, yaitu sebesar $30\% \times \text{Rp } 1.829.900.000 = \text{Rp } 548.970.000$

Estimasi Penyusutan (Depresiasi)

Penyusutan investasi pengembangan kapasitas produksi dan jaringan PDAM diestimasikan sebesar 12% setiap tahunnya. Perhitungan penyusutan menggunakan metode garis lurus, yaitu :

$\text{Penyusutan} = (\text{Rp } 1.829.900.000 - (12\% \times \text{Rp } 1.829.900.000)) / 15 = \text{Rp } 107.354.133$ ditabelkan dalam Tabel 14. Pada tabel 14 tampak bahwa pada tahun ke 15, yaitu tahun 2032 nilai sisa sebesar Rp 219.588.000

Tabel 13. Rekapitulasi Anggaran Biaya

No	Uraian	Anggaran (Rp)
1	Biaya kebutuhan pipa transmisi	1.241.961.075
2	Biaya pemasangan pipa transmisi	421.660.000
3	Jumlah	1.663.621.075
4	PPN 10%	166.362.108
5	Total Jumlah	1.829.983.183
6	Dibulatkan	1.829.900.000

Tabel 14. Penyusutan

Tahun	Investasi a	Penyusutan b	Akumulasi Penyusutan c	Nilai Sisa d = a - c
2017	1.829.900.000			
2018		107.354.133	107.354.133	1.722.545.867
2019		107.354.133	214.708.267	1.615.191.733
2020		107.354.133	322.062.400	1.507.837.600
2021		107.354.133	429.416.533	1.400.483.467
2022		107.354.133	536.770.667	1.293.129.333
2023		107.354.133	644.124.800	1.185.775.200
2024		107.354.133	751.478.933	1.078.421.067
2025		107.354.133	858.833.067	971.066.933

Tahun	Investasi a	Penyusutan b	Akumulasi Penyusutan c	Nilai Sisa d = a - c
2026		107.354.133	966.187.200	863.712.800
2027		107.354.133	1.073.541.333	756.358.667
2028		107.354.133	1.180.895.467	649.004.533
2029		107.354.133	1.288.249.600	541.650.400
2030		107.354.133	1.395.603.733	434.296.267
2031		107.354.133	1.502.957.867	326.942.133
2032		107.354.133	1.610.312.000	219.588.000

Analisis Cash Flow

Cash Flow dari proyek pengembangan kapasitas produksi dan jaringan PDAM berasal dari pendapatan penjualan air. *Net Cash Flow* diperoleh dari pendapatan penjualan air dikurangi dengan biaya operasional dan perawatan. Setiap tahunnya *Cash Flow* ini mengalami kenaikan dari selisih kenaikan pendapatan penjualan air dengan biaya operasional dan perawatan, sebagaimana dalam Tabel 16.

Analisis Kelayakan Proyek

Net Present Value (NPV)

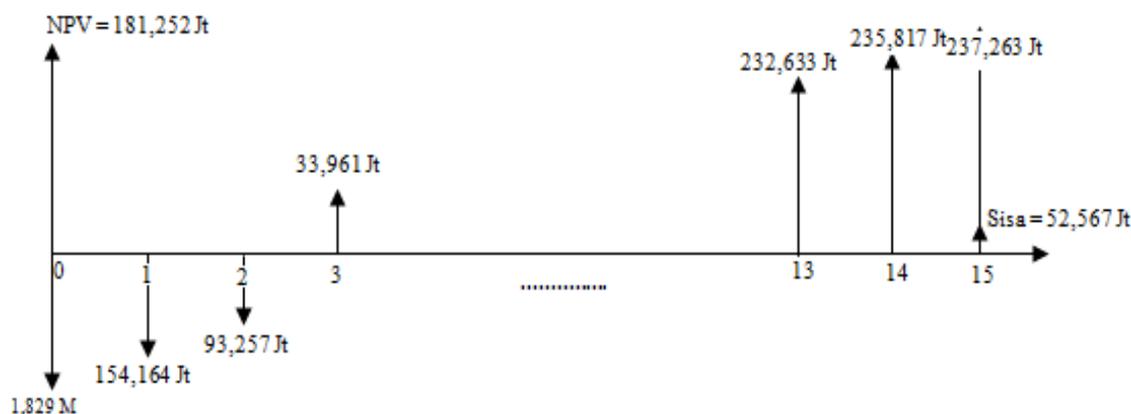
Dengan menggunakan tingkat bunga sebesar 10% dan memperhitungkan nilai sisa pada akhir tahun horison, maka perhitungan analisa NPV ditabelkan sebagaimana dalam Tabel 17.

Tabel 4.16. *Net Cash Flow*

Tahun	Tarif Air (Rp/m ³) a	Volume Penjualan (Juta m ³) b	Pendapatan Penjualan Air (Rp) c = a x b x 10 ⁶	Biaya Operasional (Rp) d	<i>Net Cash Flow</i> (Rp) e = c - d
2017					-1.829.900.000
2018	4.000	0,0948	379.389.600	548.970.000	-169.580.400
2019	4.500	0,0969	436.128.300	548.970.000	-112.841.700
2020	6.000	0,0990	594.172.800	548.970.000	45.202.800
2021	6.500	0,1012	657.680.400	548.970.000	108.710.400
2022	7.000	0,1034	723.920.400	548.970.000	174.950.400
2023	7.500	0,1057	792.396.000	548.970.000	243.426.000
2024	8.000	0,1080	863.769.600	548.970.000	314.799.600
2025	8.500	0,1103	937.813.500	548.970.000	388.843.500
2026	9.000	0,1127	1.014.589.800	548.970.000	465.619.800
2027	9.500	0,1152	1.094.553.900	548.970.000	545.583.900
2028	10.000	0,1177	1.177.416.000	548.970.000	628.446.000
2029	10.500	0,1203	1.263.238.200	548.970.000	714.268.200
2030	11.000	0,1229	1.352.082.600	548.970.000	803.112.600
2031	11.500	0,1256	1.444.487.400	548.970.000	895.517.400
2032	12.000	0,1283	1.540.080.000	548.970.000	991.110.000
				Nilai sisa	219.588.000
				Total	4.426.856.500

Tabel 17. *Net Present Value*

Tahun	Net Cash Flow a	P/F;10%;n b	PV (Rp) c = a * b
2017	-1.829.900.000	1,0000	-1.829.900.000
2018	-169.580.400	0,9091	-154.164.000
2019	-112.841.700	0,8264	-93.257.603
2020	45.202.800	0,7513	33.961.533
2021	108.710.400	0,6830	74.250.666
2022	174.950.400	0,6209	108.630.434
2023	243.426.000	0,5645	137.407.631
2024	314.799.600	0,5132	161.541.970
2025	388.843.500	0,4665	181.398.362
2026	465.619.800	0,4241	197.468.248
2027	545.583.900	0,3855	210.346.211
2028	628.446.000	0,3505	220.266.489
2029	714.268.200	0,3186	227.587.861
2030	803.112.600	0,2897	232.633.113
2031	895.517.400	0,2633	235.817.720
2032	991.110.000	0,2394	237.263.854
Nilai Sisa	219.588.000	0,2394	52.567.621
		NPV	181.252.490



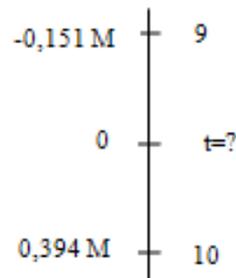
Dari hasil perhitungan NPV proyek pengembangan jaringan pipa diperoleh nilai NPV sebesar Rp181.252.490 ($NPV > 0$). Jadi investasi pengembangan kapasitas produksi dan jaringan air bersih untuk empat kelurahan di kecamatan rakumpit kota Palangka Raya layak untuk diteruskan.

Break Even Point (BEP)

Untuk melakukan perhitungan BEP maka diperlukan beberapa variabel yaitu biaya tetap (*fixed cost*), biaya variabel (*variable cost*), dan pendapatan. Biaya tetapnya adalah biaya penyusutan, sedangkan biaya variabelnya adalah biaya operasional dan perawatan adalah sebagaimana dalam Tabel 18.

Tabel 18. *Break Even Point*

Tahun ke	Tahun	Akumulasi Pendapatan Penjualan Air a	Jumlah Biaya Penyusutan b	Akumulasi Biaya Operasional dan Perawatan c	Akumulasi Keuntungan/ Laba d = a-b-c
1	2017	379.389.600	1.610.312.000	548.970.000	-1.779.892.400
2	2018	815.517.900	1.610.312.000	1.097.940.000	-1.892.734.100
3	2019	1.409.690.700	1.610.312.000	1.646.910.000	-1.847.531.300
4	2020	2.067.371.100	1.610.312.000	2.195.880.000	-1.738.820.900
5	2021	2.791.291.500	1.610.312.000	2.744.850.000	-1.563.870.500
6	2022	3.583.687.500	1.610.312.000	3.293.820.000	-1.320.444.500
7	2023	4.447.457.100	1.610.312.000	3.842.790.000	-1.005.644.900
8	2024	5.385.270.600	1.610.312.000	4.391.760.000	-616.801.400
9	2025	6.399.860.400	1.610.312.000	4.940.730.000	-151.181.600
10	2026	7.494.414.300	1.610.312.000	5.489.700.000	394.402.300
11	2027	8.671.830.300	1.610.312.000	6.038.670.000	1.022.848.300
12	2028	9.935.068.500	1.610.312.000	6.587.640.000	1.737.116.500
13	2029	11.287.151.100	1.610.312.000	7.136.610.000	2.540.229.100
14	2030	12.731.638.500	1.610.312.000	7.685.580.000	3.435.746.500
15	2031	14.271.718.500	1.610.312.000	8.234.550.000	4.426.856.500



$$\frac{9-t}{9-10} = \frac{-0,151-0}{-0,151-0,394}$$

$$9-t = \frac{0,151}{-0,545}$$

$$9-t = -0,277$$

$$t = 9,277 \text{ tahun} \approx 9 \text{ tahun } 3 \text{ bulan}$$

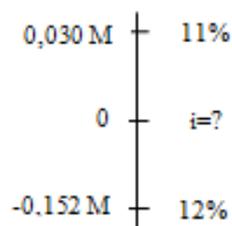
Hal itu menjelaskan bahwa investasi pengembangan kapasitas produksi dan jaringan air bersih untuk empat kelurahan di kecamatan rakumpit kota Palangka Raya ini layak untuk dijalankan, karena adanya pengembalian investasi yang dibuktikan dari nilai BEP selama 9 tahun 3 bulan.

Internal Rate of Return (IRR)

Perhitungan IRR adalah menghitung besarnya suku bunga pada kondisi NPV = 0. Suatu proyek layak apabila nilai IRR > tingkat hasil. Perhitungan dilakukan dengan cara *trial* dan *error*, perhitungannya adalah dengan menggunakan metode interpolasi, dimana tingkat hasil dinaikkan sampai 12% hingga NPV < 0, yang hasilnya adalah sebagaimana dalam Tabel 19.

Tabel 19. *Internal Rate of Return*

Tahun	Cash Flow (Rp) a	P/F;11%;n b	PV Rp c = a*b	P/F;12%;n d	PV Rp e = a*d
2017	-1.829.900.000	1,0000	-1.829.900.000	1,0000	-1.829.900.000
2018	-169.580.400	0,9009	-152.775.135	0,8929	-151.411.071
2019	-112.841.700	0,8116	-91.584.855	0,7972	-89.956.712
2020	45.202.800	0,7312	33.051.898	0,7118	32.174.460
2021	108.710.400	0,6587	71.610.908	0,6355	69.087.425
2022	174.950.400	0,5935	103.824.547	0,5674	99.271.555
2023	243.426.000	0,5346	130.145.480	0,5066	123.327.187
2024	314.799.600	0,4817	151.625.875	0,4523	142.399.352
2025	388.843.500	0,4339	168.729.498	0,4039	157.047.368
2026	465.619.800	0,3909	182.022.314	0,3606	167.907.168
2027	545.583.900	0,3522	192.146.181	0,3220	175.663.414
2028	628.446.000	0,3173	199.395.430	0,2875	180.663.208
2029	714.268.200	0,2858	204.167.011	0,2567	183.334.857
2030	803.112.600	0,2575	206.812.943	0,2292	184.052.680
2031	895.517.400	0,2320	207.755.402	0,2046	183.240.603
2032	991.110.000	0,2090	207.146.298	0,1827	181.072.092
Nilai Sisa	219.588.000	0,2090	45.894.846	0,1827	40.117.907
		NPV 1	30.068.641	NPV 2	-151.908.510



$$\frac{11\% - i}{1\% - 12\%} = \frac{0,030 - 0}{0,030 - (-0,152)}$$

$$11\% - i = 0,1648 \times (11\% - 12\%)$$

$$11\% - i = -0,1648\%$$

$$i = 11,1648\%$$

Nilai IRR adalah 11,16% > tingkat bunga minimal yang diharapkan, yaitu 10%, maka investasi pengembangan kapasitas produksi dan jaringan air bersih PDAM untuk empat kelurahan di kecamatan rakumpit kota Palangka Raya ini layak untuk dijalankan.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Sesuai dengan tujuan penelitian serta hasil dari dan pembahasan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

Proyek pengembangan jaringan pipa PDAM untuk empat kelurahan di Kecamatan Rakumpit Palangkaraya layak untuk dilaksanakan karena proyek mempunyai IRR

sebesar 11.16% yang lebih besar dari tingkat suku bunga yang berlaku yaitu 10%. Proyek tersebut memerlukan dana investasi sebesar Rp1.829.900.000. Dengan waktu pengembalian investasi yang paling efektif dan menguntungkan pengembangan kapasitas produksi dan jaringan pipa air bersih PDAM untuk empat kelurahan terjadi pada tahun ke 9 lebih 3 bulan, tepatnya pada tahun 2026.

Saran

Dengan adanya pengembangan kapasitas produksi dan jaringan pipa baru PDAM di empat kecamatan tersebut disarankan :

1. Untuk mengantisipasi pertumbuhan penduduk yang makin pesat, pengembangan kapasitas produksi dan jaringan pipa air bersih PDAM di empat kelurahan tersebut disarankan segera dioptimalkan untuk pelayanan dan pemasangan sambungan rumah.
2. Pengembangan kapasitas produksi dan jaringan pipa air bersih PDAM ini menggunakan sistem gravitasi, disarankan menggunakan pengoperasian pompa hanya digunakan untuk pemenuhan kebutuhan di jam puncak. Sehingga dapat menghemat biaya pemakaian listrik.
3. Dengan adanya investasi yang besar ini disarankan PDAM melakukan efisiensi biaya operasional dan perawatan, serta berupaya menekan tingkat kehilangan air yang selama ini sebesar 30%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonym, 1990, PP RI no 20 th 1990, Tentang Air Baku,
- Anonym, 2002, PERMENKES RI No.907/MenKes/ SK / VII / 2002 Tentang Air Minum.
- BPS, Kota Palangka Raya, 2017, *Kecamatan Rangkupit Dalam Angka*.
- Dajan, A., 1978, *Pengantar Metoda Statistik I*. LP3ES, Jakarta.
- Dinas Pekerjaan Umum RI, 1986, *Standard Perencanaan Irigasi dan Kriteria Perencanaan Saluran*, CV Galang, Bandung.
- Direktorat Jendral Cipta Karya, 2002, *Pedoman/ Petunjuk Teknik Dan Manual Bagian 6: Air Minum Perkotaan*, Kimpraswil,
- Halim, Abdul, 2005, *Analisis Investasi*, Salemba Empat, Jakarta.
- Lolon, Antonius, 2017, Kajian Penilaian Kinerja PDAM Kota Palangka Raya, *Jurnal Pembangunan dan Wilayah Kota*, Biro Penerbit Planologi Undip Volume 13(3):269 -285, September 2017.
- Pujawan, I N., 1995, *Ekonomi Teknik*. PT. Guna Widya, Surabaya.
- Simon, A. L., 1991, *Practical Hydraulics*, 2ed., John Willey & Sons, New York.
- Suwarno, Suad, 2000, *Studi Kelayakan Proyek, Edisi Keempat*, UPP AMP YKPN, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B., 1995. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta