

ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI PADA PROYEK AIR BERSIH DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN RUANG KABUPATEN MINAHASA SELATAN

Hence Rudolf Tumbelaka¹⁾, Cindy J. Supit²⁾, R. J. M. Mandagi²⁾

¹⁾ Mahasiswa Prodi Teknik Sipil Pascasarjana Unsrat Manado

²⁾ Staf Pengajar Prodi Teknik Sipil Pascasarjana Unsrat Manado
email: hencetumbelaka76@gmail.com

ABSTRACT

The supply of clean water is one of the basic human needs and the social-economic rights to be required for the regional and central government to fulfill. In order to facilitate the development of SPAM at South Minahasa Regency, the local government is necessarily expected to have long-term planning to fulfill the demand for clean water. For this is a basic human needs in every activities, therefore an establishment of clean water system that can give optimal benefits and reach the expected planning age are needed, such attempt needs professional management that is sustainable and continually. The purpose of this research is to obtain the potential capacity of clean water supply system in four villages within the capital of Tareran sub-district using PVC typed pipes which before were GIP typed pipes that have exceeded its planning age, resulting change in dimension due to deposition and thickening on wall inside of the pipe and determine economic feasibility from the replacement of Galvanized Iron Pipe (GIP) distribution pipe to Polyvinyl Chloride Pipe (PVC) in 4 (four) villages within the capital of Tareran sub-district.

The results obtained from this research and analysis are; (1) 4 inches (100 mm) and 6 inch (150 mm) Polyvinyl Chloride Pipes (PVC) after being technically analyzed are feasible to replace Galvanized Iron Pipes (GIP) that have exceeded planning age with the result for technical analysis of Tareran sub-district's capital clean water supply production capacity to meet an increase from 230,36 m³/day to 240,84 m³/day. (2) The supply of clean water covers these four villages; RumooongAtas, RumooongAtasDua, LansotTimurdanLansot, which economically speaking for the capital of Tareran sub-district are feasible to invest after being examined with several investment measures which are Net Present Value (NPV) for Rp8.810.252.490 (NPV > 0), Break Even Point (BEP) with investment value return to occur in 2nd year of the 1st month (2 years 1 month) exactly in 2019 or under the operational planning age and assuming 12% level of interests still produces positive value where IRR value > 12% or still above the level of expected minimum interests of 10%.

Keywords: Clean Water, Feasibility, Galvanized Iron Pipe, PolynivylCholoride Pipe, Based on Net Present Value, Break-even Point, Internal Rate of Return

PENDAHULUAN

LatarBelakang

Penyediaan air minum merupakan salah satu kebutuhan dasar dan hak sosial ekonomi masyarakat yang harus dipenuhi oleh Pemerintah, baik itu Pemerintah Daerah maupun Pemerintah Pusat. Ketersediaan air minum merupakan salah satu penentu peningkatan kesejahteraan masyarakat, Oleh karena itu, penyediaan sarana dan prasarana air minum menjadi salah satu kunci dalam pengembangan ekonomi wilayah.

Saat ini masalah penyediaan air bersih

menjadi perhatian khusus bagi negara-negara maju maupun negara-negara yang sedang berkembang. Indonesia sebagai halnya pula negara berkembang lainnya, tidak luput dari permasalahan penyediaan air bersih bagi masyarakatnya. Salah satu masalah pokok yang dihadapi adalah kurang tersedianya sumber air yang bersih, belum meratanya pelayanan penyediaan air bersih terutama pada daerah pedesaan, dan sumber air bersih yang ada belum dapat dimanfaatkan secara maksimal. Bahkan pada beberapa tempat di kota-kota besar, sumber air bersih yang telah dimanfaatkan oleh PDAM telah tercemari oleh

limbah industri dan limbah domestik, sehingga beban dalam segi pengelolaan air bersihnya semakin meningkat.

Kabupaten Minahasa Selatan adalah salah satu kabupaten di Provinsi Sulawesi Utara dan merupakan pemekaran dari wilayah Kabupaten Minahasa. Kabupaten Minahasa Selatan didirikan secara resmi melalui Undang-undang RI Nomor 10 Tahun 2003 tentang Pembentukan Kabupaten Minahasa Selatan dan Kota Tomohon. Dalam memfasilitasi pengembangan SPAM di Kabupaten Minahasa Selatan, maka pada tahun anggaran 2018 melalui pendanaan rupiah murni, Pemerintah Kabupaten Minahasa Selatan dipandang perlu memiliki perencanaan jangka panjang dalam rangka pemenuhan kebutuhan air minum. Tujuan perencanaan jangka panjang ini adalah untuk meningkatkan persentase pelayanan air minum di Kabupaten Minahasa Selatan yang hanya 10,92% pada tahun 2013.

Perumusan Masalah

Dalam penulisan ini rumusan masalah yang dibahas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merencanakan penggantian jaringan pipa distribusi tipe *Galvanized Iron Pipe* (GIP) yang telah melebihi umur rencana dengan tipe pipa *Polyvinyl Chloride* (PVC) ?
2. Bagaimana kelayakan investasi penggantian pipa tipe *Galvanized Iron Pipe* (GIP) dengan tipe pipa *Polyvinyl Chloride* (PVC)?

Pembatasan Masalah

Untuk memperjelas lingkup permasalahan dan mempermudah dalam mengevaluasi, maka dibuat batasan-batasan yang meliputi:

1. Studi dilakukan pada proyek Air Bersih 4 (empat) desa yang terletak di Ibukota Kecamatan Tareran.
2. Subyek Penggantian ditekankan pada komponen pipa dan komponen asesoris, sedangkan komponen galian dan timbunan tidak diperhitungkan.
3. Kelayakan proyek hanya dilihat dari sisi ekonomi dan keuangan.
4. Biaya-biaya yang diteliti adalah operasional dan perawatan.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan potensial kapasitas dalam sistem penyediaan air bersih pada empat

desa di IKK Tareran yang menggunakan pipa PVC yang sebelumnya menggunakan pipa GIP yang sudah melampaui usia rencana, sehingga mengalami perubahan dimensi akibat pengendapan dan penebalan bagian dalam dinding pada pipa. Mengetahui kelayakan ekonomi penggantian pipa jaringan distribusi *Galvanized Iron Pipe* (GIP) dengan *Pipa Polyvinyl Chloride* (PVC) pada 4 (empat) desa di Ibukota Kecamatan Tareran.

2. Mengetahui kelayakan ekonomi penggantian pipa jaringan distribusi *Galvanized Iron Pipe* (GIP) dengan *Pipa Polyvinyl Chloride* (PVC) pada 4 (empat) desa di Ibukota Kecamatan Tareran.

Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini menghasilkan kajian ekonomi teknik yang akan dapat menjadi pedoman penyelenggaraan pengembangan SPAM di wilayah studi perencanaan di Kabupaten Minahasa Selatan Ibukota Kecamatan Tareran hingga 15 tahun ke depan (2032) yang nantinya akan menjadi informasi bagi Kabupaten Minahasa Selatan dan Memberikan masukan bagi pemerintah pusat dan provinsi dalam upaya mengembangkan prasarana dan sarana air minum di Kabupaten Minahasa Selatan melalui program yang berkelanjutan serta terpadu dengan prasarana dan sarana sanitasi lingkungan.

TINJAUAN PUSTAKA

Persyaratan dalam Penyediaan Air Bersih

1. Persyaratan Kualitatif
Persyaratan kualitatif menggambarkan mutu atau kualitas dari air baku air bersih. Persyaratan ini meliputi persyaratan fisik, kimia, biologis, dan radiologis.
2. Persyaratan Kuantitatif
Persyaratan kuantitatif dalam penyediaan air bersih adalah ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia.
3. Persyaratan Kontinuitas
Persyaratan kontinuitas untuk penyediaan air bersih sangat erat hubungannya dengan kuantitas air yang tersedia yaitu air baku yang ada di alam.

Sistem Individual dan Komunal

Untuk menentukan sistem penyediaan air bersih pada masyarakat, maka perlu dilakukan

klasifikasi sistem pelayanan air bersih yang meliputi sistem individual dan sistem komunal. Sistem individual dan sistem komunal dalam penyediaan air bersih masih dapat dijumpai pada masyarakat pedesaan (*rural urban*) maupun masyarakat perkotaan (*urban*).

Sistem individual dititik beratkan pada pengusahaan pemenuhan kebutuhan air bersih secara individu atau perorangan sedangkan sistem komunal, pemenuhannya dilakukan secara terorganisasi melalui sistem pipanisasi.

Beberapa sarana penyediaan air bersih secara individual adalah Sumur (sumur gali, sumur pompa tangan dalam, sumur bor dan sumur pompa tangan dangkal) dan Bak penampungan air hujan. Penyediaan air bersih secara komunal terdapat beberapa system yaitu Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), Himpunan Petani Pemakai Air (HIPAM), Pembangunan Hidran Umum, Kran Umum dan Terminal Air serta Perlindungan Mata Air (PMA)

Kebutuhan Air Bersih

1. Macam Kebutuhan Air Bersih

- a. Kebutuhan Domestik, untuk pemenuhan kegiatan sehari-hari/ rumah tangga
- b. Kebutuhan Non-domestik, digunakan untuk institusional, komersil industri dan fasilitas umum.

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 menggunakan pendekatan angka koefisien sebagai berikut:

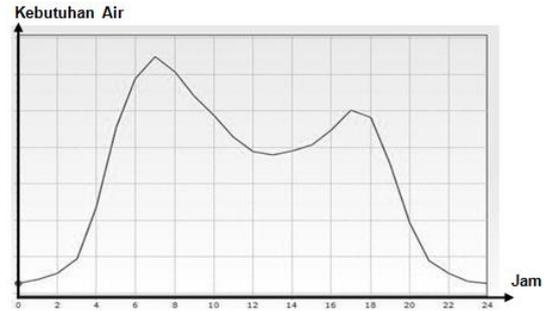
- a. Kebutuhan harian maksimum = 1,15 x kebutuhan air rata-rata
- b. Kebutuhan jam puncak = 1,56 x kebutuhan air maksimum

2. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Perhitungan kebutuhan air bersih adalah didasarkan pada jumlah penduduk yang akan dilayani dan rata-rata kebutuhan air bersih pada setiap orang.

Debit (kapasitas) pengolahan bisa berbentuk:

- a. $Q_{\text{harian maksimum}}$, untuk perencanaan distribusi.
- b. $Q_{\text{rata-rata}}$, untuk perencanaan distribusi.
- c. $Q_{\text{jam puncak}}$, untuk perencanaan distribusi.



Gambar 1. Fluktuasi Kebutuhan Air dalam 1 Hari

Sistem Distribusi Air Bersih

Sistem distribusi air bersih adalah pendistribusian atau pembagian air melalui perpipaan dari bangunan pengolahan (reservoir) ke daerah pelayanan (konsumen). Daerah layanan dan jumlah penduduk, kebutuhan air, letak topografi dan jenis sambungan system merupakan factor-faktor yang harus diperhatikan dalam perencanaan system distribusi.

Perpipaan

Untuk dapat memenuhi pipa dengan tepat, maka sebelum merencanakan jaringan perpipaan sangat penting bagi perencanaan untuk mengetahui sifat-sifat dan kekuatan pipa yang akan dipakai. Pipa yang dipakai harus memenuhi syarat-syarat utama yaitu antara lain:

1. Harus mampu mengalirkan debit yang diperlukan
2. Dapat menahan gaya-gaya dalam dan luar
3. Cukup tahan lama

Desain Studi Kelayakan

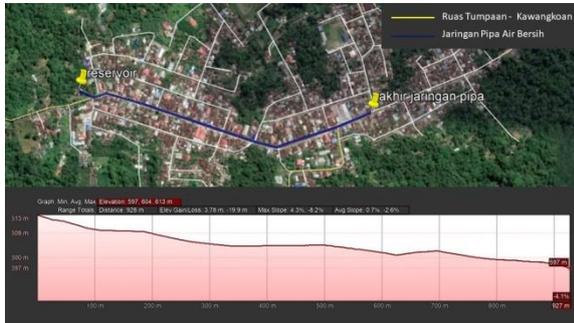
Dalam studi kelayakan ini, langkah pertama yang perlu ditentukan adalah sejauh mana aspek-aspek yang mempengaruhi proyek bisnis diteliti. Kemudian untuk masing-masing aspek tersebut perlu dianalisa sehingga kita bisa mempunyai gambaran kelayakan masing-masing aspek. Dengan demikian, alat dan kerangka analisa perlu disiapkan. Setelah itu perlu ditentukan data dan sumber data untuk analisa tersebut.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Kabupaten Minahasa Selatan, Provinsi Sulawesi Utara yang tepatnya di Kecamatan Tareran dengan pertimbangan bahwa jaringan pipa air bersih daerah tersebut telah melewati usia pakai yaitu terjadi penebalan pada dinding dalam pipa

Galvanized Iron Pipe (GIP), sehingga perlu dilakukan pergantian guna mengoptimalkan pelayanan air bersih daerah tersebut.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Adapun waktu penelitian dimulai pada Februari sampai Juni 2018

Objek Penelitian

Objek penelitian adalah sesuatu yang menjadi pemusatan pada kegiatan penelitian, sehingga objek dalam penelitian ini adalah kinerja jaringan air bersih Ibukota Kecamatan (IKK) Tareran yang mencakup 4 (empat) desa, yaitu desa Rumoong Atas, desa Rumoong Atas Dua, desa Lansot, dan desa Lansot Timur.

Subjek penelitian adalah sumber utama data penelitian, yaitu yang mewakili data mengenai variable-variable deskriptif, subjek dalam penelitian ini adalah lingkup pada Pemerintah Kabupaten Minahasa Selatan.

Data Penelitian

Data yang digunakan dalam analisis dan untuk dapat menarik suatu kesimpulan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumbernya, diamati dan dicatat untuk pertama kalinya. Data sekunder adalah data yang diusahakan sendiri pengumpulannya oleh peneliti. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah data dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang, Badan Pusat Statistik, Perusahaan Daerah Air Minum di Kabupaten Minahasa Selatan, berupa Harga Satuan Daerah, Data Teknis, Data Kebutuhan Air beserta Besaran Harga, dan Data Statistik Penduduk.

Analisis Data

Data yang telah dihimpun kemudian dipindahkan ke dalam tabel kerja untuk memudahkan klasifikasi dan kode data, untuk

mempermudah tahapan analisis data. Adapun langkah-langkah pengerjaan:

1. Konsep nilai waktu uang
 - a. Bunga majemuk
Bunga majemuk, sering juga disebut sebagai bunga berbunga, menunjukkan bahwa bunga dari suatu pokok pinjaman.
 - b. Present value (nilaisekarang)
Present value menunjukkan berapa nilai uang pada saat ini untuk nilai tertentu di masa yang akan datang.

2. Metode Net Present Value

Metode ini menghitung selisih antara nilai sekarang investasi dengan nilai sekarang penerimaan-penerimaan kas bersih (operasional maupun terminal cash flow) di masa yang akan datang.

3. Metode Break Even Point

Metode ini merupakan sebuah titik dimana biaya atau pengeluaran dan pendapatan adalah seimbang sehingga tidak terdapat kerugian atau keuntungan. Fungsi dari Break Even Point adalah mengetahui kapan terjadi titik impas dari suatu investasi

4. Metode Internal Rate of Return

Metode ini menghitung tingkat bunga yang menyamakan nilai sekarang investasi dengan nilai sekarang penerimaan-penerimaan kas bersih di masa mendatang. Apabila tingkat bunga ini lebih besar daripada tingkat bunga relevan (tingkat keuntungan yang disyaratkan), maka investasi dikatakan menguntungkan.

Langkah-langkah Penelitian

1. Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan diperoleh dengan cara mengambil data langsung ke lapangan untuk data primer yang berhubungan langsung dengan penelitian ini. Data diperoleh dengan cara pengambilan ukuran elevasi dan jarak jaringan. Untuk data sekunder diperoleh dengan cara mencari informasi dari media internet dan media lainnya. Studi kepustakaan yaitu pengumpulan data dengan cara mengkaji dan memahami berbagai bahan bacaan yang berhubungan dengan penelitian, serta memahami catatan serta tulisan ilmiah yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan.

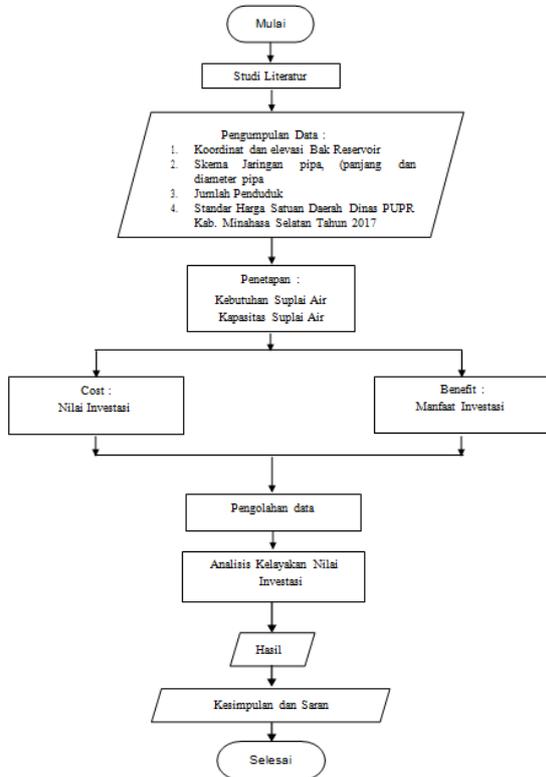
2. Prosedur dan Pelaksanaan

Langkah-langkah yang ditempuh dalam melaksanakan penelitian meliputi hal-hal sebagai berikut:

- a. Merumuskan masalah dan tujuan penelitian.
- b. Merujuk tinjauan pustaka.

- c. Melakukan studi lapangan.
- d. Pengumpulan data-data
- e. Analisis data dan pembahasan.
- f. Interpretasi hasil pengolahan data.
- g. Menyimpulkan dan memberikan saran.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

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.

Tabel 1. Laju pertumbuhan penduduk

Kelurahan	Luas (Km ²)	Jumlah Penduduk Tahun 2013 (jiwa)	Jumlah Penduduk Tahun 2017 (jiwa)	Laju Pertumbuhan penduduk
Kaneyan	7,33	963	973	0,21
Koreng	6,00	1188	1183	-0,08
Tumaluntung	6,25	665	647	-0,55
Lansot	3,15	929	907	-0,48
Rumoong Atas	2,40	1043	1003	-0,78
Wuwuk	8,75	977	1036	1,17
Pinamorongan	24,00	1598	1548	-0,64
Wiau Lapi	3,15	824	940	2,63
Rumoong Atas Dua	4,00	1496	1514	0,24
Tumaluntung Satu	10,16	977	977	0,00
Wuwuk Barat	4,00	988	957	-0,64
Lansot Timur	10,16	721	812	2,38
Wiau Lapi Barat	3,43	982	925	-1,20

Sumber: BPS Kabupaten Minahasa Selatan (2007)

Tabel 1. (Lanjutan)

Kelurahan	Luas (Km ²)	Laju Pertumbuhan penduduk	Jumlah Penduduk Tahun 2017 (jiwa)	Jumlah penduduk Tahun 2032 (Jiwa)
Kaaneyan	7,33	0,21	973	1004
Koreng	6,00	-0,08	1183	1168
Tumaluntung	6,25	-0,55	647	596
Lansot	3,15	-0,48	907	844
Rumoong Atas	2,40	-0,78	1003	892
Wuwuk	8,75	1,17	1036	1234
Pinamorongan	24,00	-0,64	1548	1407
Wiau Lapi	3,15	2,63	940	1388
Rumoong Atas Dua	4,00	0,24	1514	1569
Tumaluntung Satu	10,16	0,00	977	977
Wuwuk Barat	4,00	-0,64	957	869
Lansot Timur	10,16	2,38	812	1155
Wiau Lapi Barat	3,43	-1,20	925	772
Jumlah	92,78		13422	15905

Sumber: BPS Kabupaten Minahasa Selatan (2007)

Secara rinci estimasi jumlah penduduk dapat digambarkan sebagaimana terlihat pada tabel diatas, jumlah penduduk 4 Desa di Kecamatan Tareran pada tahun 2032 sebesar 4.460 jiwa, diasumsikan 1 (satu) sambungan rumah (SR) untuk 5 jiwa, maka diperlukan $4.460/5 = 892$ SR. Untuk kapasitas produksi, diasumsikan 1 liter/detik untuk 80 SR, maka diperlukan pengembangan kapasitas produksi dan jaringan pipa baru PDAM $(892/80) \times 1$ liter/detik = 11,15 liter/detik.

Secara teknis saat ini PDAM Unit Kecamatan Tareran masih idle capacity, mempunyai kapasitas terpasang 230.36 liter/detik untuk waktu operasi 6 jam yg baru digunakan sebesar 117,6 liter/detik dengan jumlah sambungan rumah yang aktif terlayani sebanyak 516 SR atau cakupan pelayanan teknis 61,05% dari total penduduk 4236 jiwa pada tahun 2017.

Proyeksi Kebutuhan Air Bersih Kecamatan Tareran

Sumber air bersih Kecamatan Tareran pada saat ini tersedia dengan satu jenis sumber yaitu dari Intake sungai Tuunan.

Pada saat ini pipa distribusi Galvanized Iron Pipe (GIP) yang terpasang untuk melayani kebutuhan air bersih di 4 (empat) lokasi desa yakni: Rumoong Atas, Rumoong Atas Dua, Lansot Timur dan Lansot, dengan diameter pipa sebesar 150 mm (OD = 168,3 mm) dan 100 mm (OD = 114,3 mm) telah mengalami perubahan dimensi diameter pipa dikarenakan penggunaan bahan kimia Kaporit Ca(ClO)₂ dan Tawas Al₂(SO₄)₃, sebagai penjernih air yang digunakan selama umur pipa. Mengakibatkan pengendapan dan terjadi penebalan pada dinding bagian dalam pipa yang perubahan diameter pipa tersebut pertambahan penebalan bervariasi antara 70% - 80 % dari diameter pipa yang terpasang.

Untuk proyeksi kebutuhan air pada tahun 2032 di 4 (empat) desa yaitu, karena jumlah penduduk di empat desa tersebut berjumlah 4.460 jiwa, maka berdasarkan Tabel 2. masuk dalam kategori Desa, dengan kebutuhan air bersih 100 liter/orang/hari.

Tabel 2. Kebutuhan Air Bersih Untuk Tempat Tinggal (DPU RI)

Kategori Kota	Tempat Tinggal	Jumlah Penduduk (orang)	Kebutuhan Air Bersih (ltr/org/hr)
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	3000 s.d. 20.000	100

Sumber: Kementerian PUPERA (2017)

Berdasarkan tabel laju pertumbuhan penduduk dan tabel kebutuhan air bersih untuk tempat tinggal, dapat dihitung kebutuhan air tahun 2017 adalah sebagai berikut.

Kebutuhan air domestik
 = 4.236 x 100 liter/orang/hari
 = 423.600 liter/hari
 = 423.600 / (3.600 x 24) = 5,00 liter/detik

Kebutuhan air non domestik
 = 0,15 x 5,00 liter/detik
 = 0,75 liter/detik

Kebutuhan air rata-rata
 = 5,00 + 0,75 liter/detik
 = 5,75 liter/detik
 = (5,75/1000) x (3600 x 24)
 = 496,80 m³/hari

Kehilangan air
 = 0,30 x (5,00 + 0,75) liter/detik
 = 1,72 liter/detik
 = (1,72/1.000) x (3600 x 24)
 = 148,61 m³/hari

Kebutuhan air rata-rata + Kehilangan air
 = (5,00 + 0,75) liter/detik
 = 5,75 liter/detik
 = (496,80 + 148,61) m³/hari
 = 645,41 m³/hari
 = 26,89 m³/jam
 = 7,4695 liter/detik

Kebutuhan air harian maksimum
 = 1,15 x 100 liter/orang/hari
 = 115 liter/orang/ hari

Kebutuhan air pada jam puncak
 = 1,65 x 115 liter/orang/hari
 = 113,85 liter/orang/hari

Saat ini sumber air bersih berasal dari Bak Penampung Air (Reservoir) sebesar:

$$V = 8,00 \text{ m} \times 10,00 \text{ m} \times 2,50 \text{ m} = 200 \text{ m}^3.$$

Potensi kapasitas produksi yang bisa digunakan adalah 230.36 liter/detik - 117,6 liter/detik = 112,76 liter/detik. Dengan demikian kebutuhan air bersih tahun 2017 kapasitas produksi dan jaringan pipa untuk 4 desa dengan kapasitas 11,15 liter/detik adalah (11,15 liter/detik/1000) x (3600 x 6) = 240.84 m³/hari (lebih besar dari 230,36 m³/hari).

Perhitungan kecepatan pengaliran dalam pipa (v) dan headloss (Hf) pada pipa GIP distribusi 100mm

$$\Delta H = 613 - 597 = 16 \text{ m}$$

$$L = 930 \text{ m} = 0,93 \text{ km}$$

$$D = 4'' = 100 \text{ mm} = 0,10 \text{ m}$$

$$Q_{\text{pipa}} = 7,4695 \text{ l/det} = 0,0074695 \text{ m}^3 / \text{det}$$

$$Chw = 120 \text{ (koefisien Hazen-Williams Chw) untuk Pipa GIP}$$

Hitung Luas (A)

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = 0,00785 \text{ m}^2$$

Hitung headloss (Hf)

$$H_f = \frac{10,67 \times Q^{1,852}}{CHW^{1,852} D^{4,8704}} \times L$$

$$H_f = \frac{10,67 \times 0,00747^{1,852}}{120^{1,852} 0,10^{4,8704}} \times 930 = 11,962 \text{ m}$$

$$H_f = \frac{11,962}{0,93} = 12,862 \text{ m/km}$$

Hitung Kecepatan Aliran

$$V = \frac{Q}{A} = 0,095 \text{ m}$$

Dalam perhitungan tidak digunakan ΔH karena elevasi antara reservoir dan pipa distribusi tidak lebih dari 40m.

Kemudian dilakukan juga perhitungan yang sama dengan distribusi 150mm, diperoleh V = 4,22 m/detik.

Akibat penebalan dinding dalam pipa sebesar 80 % diameter awal maka, kecepatan aliran pada pipa GIP 150 mm & GIP 100 mm menjadi turun sebesar:

V Pipa GIP 150 mm
 = 4,22 m/detik x 20 % = 0.844 m/detik
 V Pipa GIP 100 mm
 = 0,095 m/detik x 20% = 0.019m/detik

Dengan kecepatan aliran pada pipa yang berkurang dari desain awal diputuskan untuk melakukan penggantian pipa GIP 150 mm dan pipa GIP 100 mm yang terpasang dengan pipa PVC 150 mm dan pipa PVC 100 mm, agar dapat memenuhi kebutuhan pelayanan air bersih pada 4 (empat) desa yang dimaksud.

Perhitungan kecepatan pengaliran dalam pipa (v) dan headloss (Hf) pada pipa PVC distribusi 100mm

$$\Delta H = 613 - 597 = 16 \text{ m}$$

$$L = 930 \text{ m} = 0,93 \text{ km}$$

$$D = 4'' = 100 \text{ mm} = 0,10 \text{ m}$$

$$Q_{\text{pipa}} = 7,4695 \text{ l/det} = 0,0074695 \text{ m}^3 / \text{det}$$

$$Chw = 120 \text{ (koefisien Hazen-Williams Chw)}$$

untuk Pipa PVC)

Hitung Luas (A)

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = 0,00785 \text{ m}^2$$

Hitung headloss (Hf)

$$H_f = \frac{10,67 \times Q^{1,852}}{C_{HW}^{1,852} D^{4,8704}} \times L$$

$$H_f = \frac{10,67 \times 0,00747^{1,852}}{120^{1,852} 0,10^{4,8704}} \times 930 = 11,962 \text{ m}$$

$$H_f = \frac{11,962}{0,93} = 12,862 \text{ m/km}$$

Hitung Kecepatan Aliran

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,00747}{0,00785} = 0,095 \text{ m/det}$$

Dalam perhitungan tidak digunakan ΔH karena elevasi antara reservoir dan pipa distribusi tidak lebih dari 40m.

Kemudian dilakukan juga perhitungan yang sama dengan distribusi 150mm, diperoleh V= 4,22 m/detik.

Rencana Anggaran Biaya Proyek

Berdasarkan perencanaan sesuai kebutuhan kondisi lapangan untuk kapasitas produksi dan penggantian jaringan pipa distribusi untuk 4 desa:

1. Biaya kebutuhan pipa distribusi
2. Biaya pemasangan pipa distribusi

Tabel 4.Rekapitulasi Anggaran Biaya

No	Uraian	Anggaran (RP)
1.	Biaya pengadaan dan pemasangan pipa distribusi	
	Pipa PVC 150 mm	333.870.000
	Pipa PVC 100 mm	192.603.000
2.	Jumlah	526.473.000
3.	PPN 10 %	52.647.300
4.	Total jumlah	579.120.300
5.	Dibulatkan	579.120.000

Sumber: Dinas PUPR Kabupaten Minahasa Selatan

Tabel 3. Estimasi Kebutuhan Air Bersih untuk 15 Tahun kedepan

Uraian	Satuan	Tahun														
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Jumlah penduduk	Jiwa	4.247	4.258	4.270	4.282	4.295	4.309	4.323	4.338	4.353	4.369	4.386	4.403	4.422	4.440	4.460
Jumlah jiwa setiap Rumah	Jiwa	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Jumlah SR	Unit Rumah	849	852	854	856	859	862	865	868	871	874	877	881	884	888	892
Kebutuhan air untuk 1 orang/hari untuk desa kecil	lt/org/hr	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kebutuhan air domestik	lt/hr	424.673	425.801	426.986	428.227	429.526	430.885	432.304	433.785	435.329	436.936	438.609	440.349	442.156	444.033	445.980
	lt/dt	4,92	4,93	4,94	4,96	4,97	4,99	5,00	5,02	5,04	5,06	5,08	5,10	5,12	5,14	5,16
Kebutuhan air non domestik (15% keb. Air domestik)	lt/dt	0,74	0,74	0,74	0,74	0,75	0,75	0,75	0,75	0,76	0,76	0,76	0,76	0,77	0,77	0,77
	lt/dt	1,70	1,70	1,70	1,71	1,72	1,72	1,73	1,73	1,74	1,74	1,75	1,76	1,77	1,77	1,78
	m3/hr	146,51	146,90	147,31	147,74	148,19	148,66	149,15	149,66	150,19	150,74	151,32	151,92	152,54	153,19	153,86
	juta m3/thn	0,053	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,056	0,056	0,056
Kebutuhan air bersih rata2	lt/dt	5,65	5,67	5,68	5,70	5,72	5,74	5,75	5,77	5,79	5,82	5,84	5,86	5,89	5,91	5,94
	m3/hr	488,37	489,67	491,03	492,46	493,96	495,52	497,15	498,85	500,63	502,48	504,40	506,40	508,48	510,64	512,88
	juta m3/thn	0,178	0,179	0,179	0,180	0,180	0,181	0,181	0,182	0,183	0,183	0,184	0,185	0,186	0,186	0,187
Kebutuhan air rata2 + Kehilangan air	lt/dt	7,35	7,37	7,39	7,41	7,43	7,46	7,48	7,51	7,53	7,56	7,59	7,62	7,65	7,68	7,72
	m3/hr	634,89	636,57	638,34	640,20	642,14	644,17	646,30	648,51	650,82	653,22	655,72	658,32	661,02	663,83	666,74
	juta m3/thn	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
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= 2,00 x keb. Harian maks.	lt/org/hr	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230
Sumber air bersih berasal Reservoir	lt/dt	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
Lama jam operasi	jam/hr	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Volume air	m3/hr	907,20	907,20	907,20	907,20	907,20	907,20	907,20	907,20	907,20	907,20	907,20	907,20	907,20	907,20	907,20

Sumber: Hasil Olahan

Estimasi Biaya Operasional dan Perawatan

Estimasi biaya operasional untuk mulai tahun 2018 adalah 50% dari investasi, yaitu sebesar 50% x Rp 579.120.000
 = Rp 289.560.000

Estimasi Biaya Penyusutan (Depresiasi)

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

Penyusutan
 = (Rp 579.120.000 - (12% x Rp 579.120.000)) / 15
 = Rp 33.975.040

Selanjutnya ditabelkan dan tampak bahwa pada tahun ke 15, yaitu tahun 2032 nilai sisa sebesar Rp 69.494.400

Tabel 5. Penyusutan

TAHUN	INVESTASI	PENYUSUTAN	AKUMULASI PENYUSUTAN	NILAI SISA
	A	B	c	d = a - c
2017	579.120.000			
2018		33.975.040	33.975.040	545.144.960
2019		33.975.040	67.950.080	511.169.920
2020		33.975.040	101.925.120	477.194.880
2021		33.975.040	135.900.160	443.219.840
2022		33.975.040	169.875.200	409.244.800
2023		33.975.040	203.850.240	375.269.760
2024		33.975.040	237.825.280	341.294.720
2025		33.975.040	271.800.320	307.319.680
2026		33.975.040	305.775.360	273.344.640
2027		33.975.040	339.750.400	239.369.600
2028		33.975.040	373.725.440	205.394.560
2029		33.975.040	407.700.480	171.419.520
2030		33.975.040	441.675.520	137.444.480
2031		33.975.040	475.650.560	103.469.440
2032		33.975.040	509.625.600	69.494.400

Sumber: Hasil Olahan

Cash Flow

Cash Flow dari proyek penggantian jaringan distribusi berasal dari asumsi pendapatan penjualan air. *Net Cash Flow* diperoleh dari asumsi 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.

Tabel 6. Net Cash Flow

TAHUN	TARIF AIR (Rp/M3)	VOLUME PENJUALAN (JUTA M3)	PENDAPATAN PENJUALAN AIR (Rp)	BIAYA OPERASIONAL (Rp)	NET CASH FLOW (Rp)
	a	b	c = a x b x 10 ⁶	d	e = c - d
2017					(579.120.000)
2018	3.800	0,2317	880.587.598	289.560.000	591.027.598
2019	4.300	0,2323	999.101.664	289.560.000	709.541.664
2020	4.800	0,2330	1.118.378.076	289.560.000	828.818.076
2021	5.300	0,2337	1.238.465.744	289.560.000	948.905.744
2022	5.800	0,2344	1.359.414.827	289.560.000	1.069.854.827
2023	6.300	0,2351	1.481.276.763	289.560.000	1.191.716.763
2024	6.800	0,2359	1.604.104.313	289.560.000	1.314.544.313
2025	7.300	0,2367	1.727.951.603	289.560.000	1.438.391.603
2026	7.800	0,2375	1.852.874.165	289.560.000	1.563.314.165
2027	8.300	0,2384	1.978.928.979	289.560.000	1.689.368.979
2028	8.800	0,2393	2.106.174.521	289.560.000	1.816.614.521
2029	9.300	0,2403	2.234.670.807	289.560.000	1.945.110.807
2030	9.800	0,2413	2.364.479.438	289.560.000	2.074.919.438
2031	10.300	0,2423	2.495.663.654	289.560.000	2.206.103.654
2032	10.800	0,2434	2.628.288.380	289.560.000	2.338.728.380

Sumber: Hasil Olahan

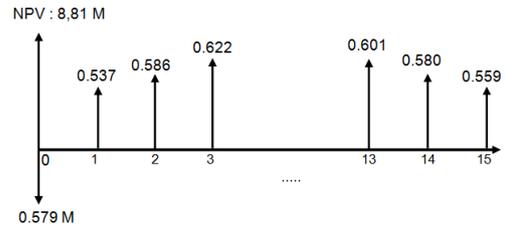
Net Present Value (NPV)

Dengan menggunakan tingkat bunga sebesar 10% dan memperhitungkan nilai sisa pada akhir tahun, maka perhitungan analisa NPV ditabelkan sebagaimana dalam tabel berikut

Tabel 7. Net Present Value (NPV) 10%

TAHUN	NET CASH FLOW (Rp)	P/F : 10 % ; N	PV (Rp)
	a	b	c = a x b
2017	(579.120.000)	1,000	(579.120.000)
2018	591.027.598	0,909	537.297.816
2019	709.541.664	0,826	586.398.070
2020	828.818.076	0,751	622.703.287
2021	948.905.744	0,683	648.115.391
2022	1.069.854.827	0,621	664.295.675
2023	1.191.716.763	0,564	672.693.045
2024	1.314.544.313	0,513	674.569.086
2025	1.438.391.603	0,467	671.020.299
2026	1.563.314.165	0,424	662.997.814
2027	1.689.368.979	0,386	651.324.873
2028	1.816.614.521	0,350	636.712.307
2029	1.945.110.807	0,319	619.772.247
2030	2.074.919.438	0,290	601.030.252
2031	2.206.103.654	0,263	580.936.042
2032	2.338.728.380	0,239	559.872.980
	NPV		8.810.619.184

Sumber: Hasil Olahan



Dari hasil perhitungan NPV proyek penggantian jaringan distribusi diperoleh nilai NPV sebesar Rp8.810.252.490 (NPV > 0). Jadi investasi penggantian jaringan distribusi jaringan air bersih untuk empat desa di kecamatan Tareran kabupaten Minahasa Selatan layak untuk diteruskan.

Break Event Point

Untuk melakukan perhitungan BEP maka diperlukan beberapa variabel yaitu biaya tetap

Tabel 8. Biaya Operasional dan Perawatan

TAHUN	AKUMULASI PENDAPATAN PENJUALAN AIR	JUMLAH BIAYA PENYUSUTAN	AKUMULASI BIAYA OPERASIONAL DAN PERAWATAN	AKUMULASI KEUNTUNGAN / LABA
	a	b	c	d = a - b - c
2017	(579.120.000)	-	-	(579.120.000)
2018	301.467.598	33.975.040	289.560.000	(22.067.442)
2019	1.300.569.262	33.975.040	579.120.000	687.474.222
2020	2.418.947.338	33.975.040	868.680.000	1.516.292.298
2021	3.657.413.082	33.975.040	1.158.240.000	2.465.198.042
2022	5.016.827.909	33.975.040	1.447.800.000	3.535.052.869
2023	6.498.104.672	33.975.040	1.737.360.000	4.726.769.632
2024	8.102.208.985	33.975.040	2.026.920.000	6.041.313.945
2025	9.830.160.588	33.975.040	2.316.480.000	7.479.705.548
2026	11.683.034.753	33.975.040	2.606.040.000	9.043.019.713
2027	13.661.963.733	33.975.040	2.895.600.000	10.732.388.693
2028	15.768.138.254	33.975.040	3.185.160.000	12.549.003.214
2029	18.002.809.061	33.975.040	3.474.720.000	14.494.114.021
2030	20.367.288.499	33.975.040	3.764.280.000	16.569.033.459
2031	22.862.952.153	33.975.040	4.053.840.000	18.775.137.113
2032	25.491.240.532	33.975.040	4.343.400.000	21.113.865.492

Sumber: Hasil Olahan

(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 8.

Hal itu menjelaskan bahwa investasi penggantian jaringan distribusi air bersih untuk empat desa di kecamatan Tareran Kabupaten Minahasa Selatan ini layak untuk dijalankan, karena adanya pengembalian investasi yang dibuktikan dari nilai BEP selama 2 tahun 1 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%.

Tabel 9. Internal Rate of Return (IRR) dengan Menggunakan metode interpolasi

TAHUN	CASH FLOW (Rp)	P/F ; 11% ; N	PV RP	P/F ; 12% ; N	PV RP
	a	b	c = a x b	d	e = a x d
2017	(579.120.000)	1,0000	(579.120.000)	1,0000	(579.120.000)
2018	591.027.598	0,9009	532.457.295	0,8929	527.703.212
2019	709.541.664	0,8116	575.879.932	0,7972	565.642.271
2020	828.818.076	0,7312	606.024.634	0,7118	589.936.335
2021	948.905.744	0,6587	625.073.605	0,6355	603.046.755
2022	1.069.854.827	0,5935	634.906.768	0,5674	607.064.361
2023	1.191.716.763	0,5346	637.140.446	0,5066	603.760.800
2024	1.314.544.313	0,4817	633.161.325	0,4523	594.633.089
2025	1.438.391.603	0,4339	624.156.229	0,4039	580.942.244
2026	1.563.314.165	0,3909	611.138.233	0,3606	563.746.760
2027	1.689.368.979	0,3522	594.969.533	0,3220	543.931.598
2028	1.816.614.521	0,3173	576.381.476	0,2875	522.233.265
2029	1.945.110.807	0,2858	555.992.075	0,2567	499.261.497
2030	2.074.919.438	0,2575	534.321.334	0,2292	475.517.982
2031	2.206.103.654	0,2320	511.804.631	0,2046	451.412.516
2032	2.338.728.380	0,2090	488.804.397	0,1827	427.276.931
	NPV 1		8.163.091.913	NPV 2	7.576.989.616

Sumber: Hasil Olahan

Nilai IRR berada di atas tingkat bunga minimal yang diharapkan, yaitu 10%, maka investasi pengembangan kapasitas produksi dan jaringan air bersih PDAM untuk empat kelurahan di kecamatan Tareran kabupaten Minahasa Selatan ini layak untuk dijalankan.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Pipa *Polyvinyl Chloride* (PVC) 4 inci (100 mm) dan 6 inci (150 mm) setelah dilakukan analisis teknis, layak digunakan untuk menggantikan pipa *Galvanized Iron Pipe* (GIP) yang telah melewati umur rencana dengan hasil analisis teknis kapasitas produksi penyediaan air bersih IKK Tareran bertambah dari 230,36 m³/hari menjadi 240,84 m³/hari.
2. Penyediaan air bersih yang mencakup empat desa: Rumoong Atas, Rumoong Atas Dua, Lansot Timur dan Lansot pada IKK Tareran secara ekonomi dikatakan layak investasi setelah ditinjau dengan beberapa kriteria investasi yaitu *Net Present Value* (NPV) diperoleh nilai sebesar Rp8.810.252.490 (NPV > 0), *Break Even Point* (BEP) pengembalian nilai investasi akan terjadi pada tahun kedua bulan pertama (2 tahun 1 bulan) tepatnya pada tahun 2019 atau berada di bawah usia rencana operasidan asumsi tingkat bunga 12% masih menghasilkan nilai positif, yang mana nilai *InternalRate of Return* (IRR) > 12% atau masih berada diatas tingkat bunga minimal yang diharapkan sebesar 10%.

Saran

1. Perlu adanya kajian analisis produktivitas dan efisiensi untuk kelayakan proyek penggantian jaringan distribusi untuk mendapatkan tingkat volume penjualan yang lebih akurat.
2. Analisis tingkat kepuasan pengguna air bersih perlu diterapkan untuk dapat mengakomodir kelayakan investasi diluar aspek ekonomi yaitu layak investasi untuk aspek sosial dan politik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1990. *Pedoman Teknis Penyediaan Air Bersih IKK Pedesaan*. Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen PU. Jakarta
- Anonim. 2002. *Pedoman/Petunjuk Teknik Manual Bagian 6: Air Minum Perkotaan*, NPSM KIMPRASWIL. Jakarta
- Joko, Tri., 2010. *Unit Produksi dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Graha Ilmu. Yogyakarta

- Karim I. A. N. S. A., Supit C. J., Hendratta L. A., 2016. *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Motongkad Utara Kecamatan Nuangan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur*. Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.11, November 2016 (705-714) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi. Manado
- Kementrian Kesehatan. 1990. *Peraturan Menteri Kesehatan No. 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air*. Kementrian Kesehatan. Jakarta
- Kementrian Kesehatan. 2010. *Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*. Kementrian Kesehatan RI. Jakarta
- Kementrian Pekerjaan Umum. 2009. *Pedoman Teknis Kelayakan Investasi Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum Oleh Perusahaan Daerah Air Minum Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 21/Prt/M/2009*. Direktorat Jendral Cipta Karya, Direktorat Pengembangan Air Minum. Jakarta
- Republik Indonesia, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2005 tentang *Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*
- Siagian B. P., Supit C. J., Halim F., 2019. *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Pangu Satu Kecamatan Ratahan Timur Kabupaten Minahasa Tenggara*. Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.08, Agustus 2019 (1059-1068) ISSN: 2337-6732, Univesitas Sam Ratulangi. Manado
- SNI 6773-2008. *Tentang Spesifikasi Unit Paket Instalasi Pengolahan Air*. Badan Standar Nasional. Jakarta
- SNI 6774-2008. *Tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air*. Badan Standar Nasional. Jakarta
- Tampanguma P. E., Hendratta L. A., Sumarauw J. S. F., 2015. *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desasuluun Satu Kecamatan Suluun Tareran Kabupaten Minahasa Selatan*, Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.5, Mei 2015 (292-302) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi. Manado