

## PERENCANAAN PENINGKATAN KAPASITAS PRODUKSI AIR BERSIH IBUKOTA KECAMATAN NUANGAN

Dwi Tirta Yudha Gaib

Lambertus Tanudjaja, Liany A. Hendratta

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

email : [tirtagaib@gmail.com](mailto:tirtagaib@gmail.com)

### ABSTRAK

*Kecamatan Nuangan merupakan daerah pemekaran yang populasinya berkembang pesat sehingga kebutuhan akan air bersih juga meningkat. Sementara itu ketersediaan air bersih dari PDAM saat ini berkapasitas 5 ltr/detik yang ditingkatkan menjadi 10 ltr/detik masih kurang memadai dan kondisinya sangat memprihatinkan baik dari segi kualitas maupun kuantitasnya. Berdasarkan latar belakang ini diperlukan perencanaan sistem penyediaan air bersih yang baru guna menunjang kebutuhan penduduk pada masa mendatang.*

*Penelitian ini menggunakan data primer yang meliputi survei sumber air, kondisi existing IPA dan data sekunder berupa data jumlah penduduk, peta topografi dan data RTRW Boltim 2013-2033. Dari data sekunder ketersediaan air sungai Ongkag Totoka sebagai sumber air baku yang berkapasitas 10 m<sup>3</sup>/d.*

*Berdasarkan data jumlah penduduk lima tahun terakhir, dianalisis pertumbuhan penduduk dengan menggunakan analisis regresi eksponensial sampai tahun 2035 yaitu sebesar 7353 jiwa. Dari hasil proyeksi jumlah penduduk sampai tahun rencana didapat total kebutuhan air bersih di Ibukota Kecamatan Nuangan 12 l/d. Total kebutuhan air ini digunakan sebagai data awal dalam perhitungan dimensi hidrolis sistem pengolahan air bersih yang meliputi : bak prasedimentasi, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan ground reservoir dengan menerapkan kriteria desain dan batasan-batasan yang sesuai dengan sistem pengolahan lengkap. Juga terdapat reservoir distribusi berukuran 10m x 6m x 5,5m untuk menampung air dan optimalisasi suplai.*

**Kata kunci :** *Ketersediaan air , kebutuhan air bersih, sistem penyediaan air bersih.*

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Air merupakan salah satu kebutuhan utama bagi makhluk hidup khusus bagi manusia. Kebutuhan manusia akan air umumnya digunakan untuk keperluan sehari-hari, seperti: mencuci, memasak dan kebutuhan lainnya. Air juga merupakan salah satu sarana utama untuk meningkatkan derajat kesehatan masyarakat.

Nuangan adalah salah satu Kecamatan yang berada di Kabupaten Bolaang Mongondow Timur saat ini memiliki jumlah penduduk 13.297 jiwa. Sebagian besar desa di kecamatan Nuangan merupakan daerah pesisir pantai dan terletak digaris khatulistiwa oleh karenanya Kecamatan Nuangan hanya mengalami 2 musim yaitu : musim kemarau dan musim hujan. Desa Nuangan, desa Nuangan I, desa Iyok, desa Idumon, desa Loyow merupakan daerah pesisir pantai sehingga kebutuhan air oleh masyarakat lebih besar diperlukan didaerah ini dibandingkan di desa-desa lain. Selain itu juga Kecamatan Nuangan merupakan daerah pemekaran yang

populasinya cukup berkembang pesat, sementara itu penyediaan air bersih juga kurang memadai, sebagian masyarakat mengandalkan air sumur yang kualitas dan kuantitasnya tidak terjamin disaat musim kemarau.

Mengingat penyediaan air bersih baik dari segi kualitas maupun kuantitasnya yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia maka perlu ada upaya perencanaan peningkatan kapasitas produksi air bersih, yang sumber air bakunya berasal dari sungai Ongkag Totoka desa Idumon dengan kapasitas sungai 10 m<sup>3</sup>/det.

#### Rumusan Masalah

1. Kebutuhan air bersih masyarakat di ibukota Kecamatan Nuangan meningkat seiring dengan penambahan jumlah penduduk sehingga kapasitas produksi existing sudah tidak mencukupi lagi.
2. Instalasi produksi sistem penyediaan air bersih ibukota Kecamatan Nuangan yang ada saat ini (existing), 10 liter/detik yang mana kondisi instalasi pengolahan air bersihnya sangat memprihatinkan dan diperkirakan

hanya bisa bertahan beberapa tahun kedepan, sehingga memerlukan pembuatan unit produksi yang baru.

**Batasan Masalah**

1. Daerah yang ditinjau adalah Ibukota kecamatan Nuangan: Desa Nuangan, Desa Nuangan I, Desa Idemun, Desa Iyok, Desa Loyow dan sebagai sumber air baku adalah sungai Ongkag Totoka di Desa Idemun.
2. Kebutuhan air bersih pada keperluan domestik dan non domestik hanya sampai tahun 2035.
3. Perencanaan dimensi hidrolis unit-unit dalam sistem penyediaan air bersih.
4. Sistem pendistribusian dan detail struktur tidak dibahas.

**Tujuan Penelitian**

Perencanaan sistem produksi air bersih sekaligus peningkatan kapasitasnya di Kecamatan Nuangan sampai dengan tahun 2035.

**Manfaat Penelitian**

Sebagai masukan dalam perencanaan pengembangan sistem penyediaan air bersih di Kecamatan Nuangan.

**LANDASAN TEORI**

**Ketersediaan Air dan Kebutuhan Air**

Ketersediaan air yang berkelanjutan digunakan untuk pemanfaatan berbagai kebutuhan air. Kebutuhan air dalam hal ini dimaksudkan untuk kebutuhan manusia sehari-hari yang meliputi kebutuhan domestik dan non domestik.

**Pertumbuhan Jumlah Penduduk**

Digunakan 3 metode analisis dalam pertumbuhan penduduk :

1. Analisa Regresi Linier
2. Analisa Regresi Logaritma
3. Analisa Regresi Eksponensial

**Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik**

Kebutuhan air domestik yaitu kebutuhan air bersih masyarakat sehari-hari seperti: memasak, mencuci, mandi, menyiram tanaman, pengangkutan air buangan (toilet dan buangan dapur). Kebutuhan air domestik atau non rumah tangga adalah kebutuhan air untuk sosial/umum dan untuk keperluan komersial. Keperluan sosial/umum seperti: fasilitas pendidikan, tempat

ibadah, perkantoran, dll. Keperluan komersial seperti: Terminal, pelabuhan, kawasan pariwisata dan lain-lain.

Tabel 1. Kriteria/Standar Perencanaan Sistem Air Bersih Perkotaan.

Uraian		
1.	Kebutuhan Domestik	
	Sambungan Rumah (SR)	80 liter/orang/hari
	Hudran Umum (HU)	30 liter/orang/hari
2.	Kebutuhan Non Domestik	
	Sekolah	10 liter/murid/hari
	Rumah sakit	200 liter/bed/hari
	Puskesmas	2000 liter/unit/hari
	Masjid	3000 liter/unit/hari
	Kantor	10 liter/pegawai/hari
	Pasar	1,2 liter/hektar/hari
	Hotel	150 liter/bed/hari
	Rumah Makan	100 liter/tempat duduk/hari
	Komplek Militer	60 liter/orang/hari
	Kawasan Industri	0,2 – 0,8 liter/detik/hektar
	Kawasan Pariwisata	0,1-0,3 liter/detik/hektar
	Lapangan Terbang	10 liter/orang/hari
Pelabuhan	50 liter/orang/hari	
Stasiun KA dan Terminal Bus	10 liter/orang/hari	
3.	Jumlah Jiwa per HU	100 Orang/Unit
4.	Jumlah jiwa per SR	5 orang/Unit
5.	Kehilangan Air	20 %
6.	Faktor puncak Harian Maximum	1,75 x SR
7.	Jam Operasi	24 jam
8.	Volume Reservoir	25 %
9.	Cakupan Pelayanan	90 %
10.	Kebutuhan Air Bersih u/IPAM	10%

Sumber : Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU, 1996

**Kehilangan Air**

Dalam perencanaan sistem distribusi air bersih tidak menutup kemungkinan terjadi kebocoran atau kehilangan air. Kehilangan air didefinisikan sebagai jumlah air yang hilang. Kehilangan air ini dihitung berdasarkan kebutuhan air domestik dan non domestik yang dikalikan dengan persentase kehilangan air (15-20%).

**Kebutuhan Air Total**

Merupakan total dari kebutuhan air domestik, non domestik dan kehilangan air .

**Kebutuhan Air Harian Maksimum dan Jam Puncak**

Berdasarkan ketentuan yang sudah ditetapkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya kebutuhan air harian maksimum dihitung berdasarkan faktor pengali yaitu 1,15-1,25 di kali dengan kebutuhan air total. Dan untuk kebutuhan air jam puncak dihitung berdasarkan faktor pengali yaitu 1,75 dikali dengan kebutuhan air total.

### Sistem Penyediaan Air Bersih

Pada dasarnya tujuan pengolahan air adalah memproses air baku menjadi air bersih hingga memenuhi persyaratan tertentu, yaitu dengan cara mengeliminasi bahan pencemar atau bahan kontaminan dalam air sehingga air memenuhi syarat bagi peruntukannya.

#### Unit Air Baku

Bangunan Pengambilan untuk pengolahan air bersih disebut juga bangunan penangkap air baku atau intake. Intake merupakan bangunan untuk pengumpulan air baku yang akan dialirkan ke instalasi pengolahan air bersih.

#### Pipa Transmisi Air Baku

Pipa transmisi air baku merupakan pipa tunggal yang berfungsi mengalirkan air baku dari bangunan penyadap air baku sampai ke instalasi pengolahan air bersih.

Pengukuran untuk pipa tunggal dilakukan dengan menggunakan rumus Hazen-williams:

$$H_f = \frac{(10,675 \times L \times Q^{1,852})}{(C_1^{1,852} \times D^{4,8704})} \quad (1)$$

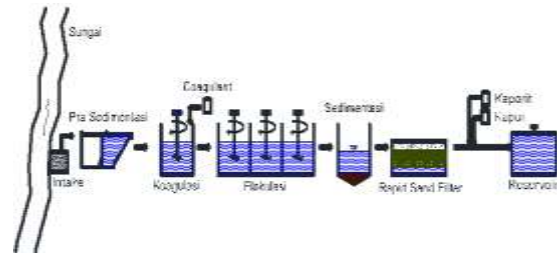
dimana :

- $H_f$  = kehilangan tekan (m)
- $L$  = Panjang pipa (m)
- $Q$  = debit  $m^3/det$
- $C_1$  = koefisien Hasen-Williams
- $D$  = Diameter Pipa.

#### Unit Pengolahan Air Bersih

Pengolahan adalah usaha-usaha teknis yang dilakukan untuk mengubah sifat-sifat suatu zat. Berdasarkan persyaratan kualitatif dalam penyediaan air bersih, air sungai atau air baku harus diolah terlebih dahulu agar memenuhi mutu dan kualitas air bersih. Sistem pengolahan air baku menjadi air bersih terdiri dari beberapa macam antara lain: sistem saringan pasir Lambat Konvensional, sistem saringan pasir cepat (SPC) dan Paket IPA. Penelitian ini menggunakan sistem saringan pasir cepat yang tahapannya antara lain :

1. Bangunan Pengendapan I (Prasedimentasi)
2. Bangunan Pengaduk Cepat (*Koagulasi*)
3. Bangunan Pengaduk Lambat (*Flokulasi*)
4. Bangunan Pengendapan II (Sedimentasi)
5. Bangunan Penyaring (Filtrasi)
6. Bangunan *Desinfeksi*
7. Bangunan Pangumpul Air Bersih (*Reservoir*)



Gambar 1. Saringan Pasir Cepat  
Sumber: Tri Joko, 2010

#### Jalur Transmisi Air Bersih

Jalur transmisi air bersih ini merupakan penyuplai air dari *Ground reservoir* ke *reservoir distribusi* dengan menggunakan pipa transmisi HDPE dan menggunakan pompa untuk mengalirkan air

#### Reservoir Distribusi

Reservoir distribusi ini berfungsi menampung air bersih dari ground reservoir untuk memenuhi kebutuhan air jam puncak juga untuk menutupi kekurangan air disaat pemakaian air lebih besar dari suplai.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Langkah Penelitian

1. Survei Lokasi dan Pengambilan Data
  - a. Data primer
    - Observasi lapangan terhadap sumber air serta debit yang ada di lokasi penelitian
    - Wawancara mengenai pengolahan air bersih oleh operator IPA PDAM Bolaang Mongondow di Kecamatan Nuangan.
  - b. Data sekunder
    - Data Debit sungai
    - Peta topografi
    - Data jumlah penduduk
2. Analisis Data
  - a. Analisis pertumbuhan penduduk
  - b. Analisis kebutuhan air bersih
3. Perencanaan Dimensi sistem penyediaan air bersih.
4. Pembahasan
5. Kesimpulan dan saran

### Lokasi Penelitian

Kecamatan Nuangan terletak di Kabupaten Bolaang Mongondow Timur. Citra lokasi penelitian diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi Penelitian  
Sumber : Google Earth

Secara geografis Kecamatan Nuangan berbatasan dengan :

- Sebelah utara : Kecamatan Tutuyan
- Sebelah selatan : Laut Maluku
- Sebelah barat : Kecamatan Modayag dan Pinolosian Timur
- Sebelah Timur : Laut Maluku

**Kondisi Eksisting Sistem Penyediaan Air Bersih**

Sistem penyediaan air bersih yang ada saat ini 10 liter/detik dengan model IPA yang dibuat di pabrik. Dan saat ini kondisinya sangat memprihatinkan juga kebutuhannya tidak mungkin lagi untuk menyuplai beberapa tahun kedepan.

**ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

**Analisis Ketersediaan Air**

Berdasarkan data Topografi dan kondisi daerah yang ditinjau , maka sumber ketersediaan air bersumber pada Sungai Ongkag Totoka dengan debit yang didapat dari data hasil pengamatan PDAM selama beberapa bulan terakhir April – Juni 2015 berkisar 150 l/det.

**Proyeksi Jumlah Penduduk**

Tabel 2. Rekapitulasi Analisa Regresi

No	Metode Analisis Regresi	y	koefisien korelasi [r]	koefisien determinasi [r <sup>2</sup> ]	Standar Error [Se]
1	Linier	$Y = 4575,3 + 88,3X$	0,990	0,980	28,85
2	Logaritma	$Y = 4642,453 + 206,525 \ln X$	0,930	0,865	59,78
3	Eksponensial	$Y = 4581,543 e^{0,018X}$	0,991	0,982	21,80

Berdasarkan hasil rekapitulasi analisa regresi, maka dipilih analisis regresi eksponensial karena memberikan nilai korelasi besar (r) yaitu 0,991 dengan determinasi (r<sup>2</sup>) yang paling mendekati 1 (satu) yaitu 0,982 dan juga memiliki nilai *standard error* (SE) terkecil yaitu 21,80. kemudian menggunakan rumus  $Y = a \times e^{bx}$  dalam perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk.

Tabel 3. Proyeksi Jumlah Penduduk Dengan Analisa Eksponensial

Tahun	Jumlah penduduk (jiwa)
2015	5110
2016	5204
2017	5299
2018	5397
2019	5496
2020	5597
2021	5699
2022	5804
2023	5911
2024	6019
2025	6130
2026	6242
2027	6357
2028	6474
2029	6592
2030	6713
2031	6837
2032	6962
2033	7090
2034	7220
2035	7353

**Analisa Kebutuhan Air Domestik**

Kebutuhan air domestik sesuai standar kebutuhan air dari Pedoman Teknis Perencanaan Perkotaan, Ditjen Cipta Karya Dinas PU, 1996.

Tabel 4. Kebutuhan Air Domestik Kecamatan Nuangan

Tahun	Jumlah Penduduk jiwa	Kebutuhan Air l/det
2015	5110	408800
2016	5204	416306
2017	5299	423950
2018	5397	431734
2019	5496	439661
2020	5597	447733
2021	5699	455954
2022	5804	464325
2023	5911	472850
2024	6019	481532
2025	6130	490373
2026	6242	499377
2027	6357	508546
2028	6474	517883
2029	6592	527392
2030	6713	537075
2031	6837	546936
2032	6962	556978
2033	7090	567204
2034	7220	577618
2035	7353	588224

Kebutuhan air didasarkan pada proyeksi jumlah penduduk dan digunakan yaitu 80 liter / orang / hari.

**Analisa Kebutuhan Air Non Domestik**

**Fasilitas Pendidikan**

Dari peraturan Ditjen Cipta Karya Dep.PU faktor yang diperhitungkan adalah jumlah murid dengan kebutuhan air 10 liter / orang / hari.

$$Q(sk) = \frac{M \cdot S(sk)}{86400} \tag{2}$$

**Fasilitas Perkantoran**

Dari peraturan Ditjen Cipta Karya Dep.PU faktor yang diperhitungkan adalah jumlah Pegawai dengan kebutuhan air 10 liter / orang / hari.

$$Q(kt) = \frac{Pg \times S(kt)}{86400} \tag{3}$$

**Fasilitas Pasar**

Dari data Nuangan dalam angka 2014 didapat kebutuhan luasan Pasar 1505 m<sup>2</sup>. Kebutuhan air untuk pasar tahun 2015 dihitung sebagai berikut :

$$Q(p) = \frac{(A(p) \times S(p))/10000}{86400} \tag{4}$$

**Fasilitas Peribadatan (Masjid)**

Pada tahun 2014 terdapat 6 Unit Masjid dan di proyeksi untuk jumlah masjid tiap 5 tahun bertambah 1 unit

$$Q(ti) = \frac{n(ti) \times S(ti)}{86400} \tag{5}$$

**Fasilitas Puskesmas**

Terdapat 1 Unit Puskesmas di Ibukota kecamatan Nuangan dan kebutuhan air untuk puskesmas dihitung sebagai berikut :

$$Q(Pk) = \frac{n(Pk) \times S(pk)}{86400} \tag{6}$$

**Fasilitas Terminal**

Dari data RTRW Bolaang Mongondow Timur 2013-2033 didapat jumlah pengunjung untuk Terminal pada tahun 2013 berjumlah 1100 pengunjung dan bertambah 100 pengunjung pertahunnya.

$$Q(tr) = \frac{n(tr) \times Pn \times S(tr)}{86400} \tag{7}$$

**Fasilitas Hotel**

Dari peraturan Ditjen Cipta Karya Dep.PU faktor yang diperhitungkan adalah jumlah kebutuhan air hotel 150 liter / bed/ hari.

$$Q(ht) = \frac{n(ht) \times I \times S(ht)}{86400} \tag{8}$$

**Rumah Makan**

Dari data kantor kecamatan Nuangan terdapat 15 unit rumah makan . di dapat jumlah tempat duduk per 1 unit rumah makan 32 tempat duduk yang mana rasio pengunjung 2 kali /hari

$$Q(rm) = \frac{n(rm) \times Ptd \times S(rm)}{86400} \tag{9}$$

Untuk kebutuhan total air non domestik pada tahun proyeksi dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 5. Kebutuhan Air Non Domestik Kecamatan Nuangan

Tahun	Sekolah	Perkantoran	Pasar	Masjid	Puskesmas	terminal	Hotel	Rumah makan	Debit Kebutuhan Air Non Domestik
	l/det	l/det	l/det	l/det	l/det	l/det	l/det	l/det	l/det
2015	0.119	0.097	0.021	0.208	0.023	0.150	0.114	0.558	1.208
2016	0.187	0.097	0.022	0.208	0.023	0.162	0.114	0.558	1.318
2017	0.179	0.098	0.022	0.208	0.023	0.174	0.114	0.558	1.389
2018	0.183	0.098	0.022	0.208	0.023	0.187	0.114	0.558	1.460
2019	0.181	0.099	0.022	0.243	0.023	0.197	0.206	0.583	1.487
2020	0.200	0.098	0.022	0.243	0.023	0.208	0.206	0.583	1.507
2021	0.208	0.099	0.024	0.243	0.023	0.220	0.206	0.583	1.528
2022	0.216	0.099	0.024	0.243	0.023	0.231	0.206	0.583	1.549
2023	0.224	0.099	0.025	0.243	0.023	0.243	0.206	0.583	1.569
2024	0.232	0.099	0.025	0.278	0.023	0.255	0.243	0.630	1.607
2025	0.240	0.099	0.026	0.278	0.023	0.266	0.243	0.630	1.717
2026	0.248	0.097	0.026	0.278	0.023	0.278	0.243	0.630	1.738
2027	0.257	0.097	0.026	0.278	0.023	0.289	0.243	0.630	1.759
2028	0.265	0.097	0.027	0.278	0.023	0.301	0.243	0.630	1.779
2029	0.273	0.097	0.027	0.313	0.023	0.313	0.278	0.667	1.906
2030	0.281	0.094	0.028	0.313	0.023	0.324	0.278	0.667	1.927
2031	0.289	0.094	0.028	0.313	0.023	0.336	0.278	0.667	1.948
2032	0.298	0.095	0.029	0.313	0.023	0.347	0.278	0.667	1.969
2033	0.306	0.095	0.030	0.313	0.023	0.359	0.278	0.667	1.989
2034	0.314	0.095	0.030	0.347	0.023	0.370	0.313	0.704	2.117
2035	0.322	0.095	0.031	0.347	0.023	0.382	0.313	0.704	2.137

**Analisis Kehilangan Air**

Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan dalam pembacaan

Tabel 6. Kehilangan Air

Tahun	Debit Kebutuhan Air Domestik (Qd)	Debit Kebutuhan Air Non Domestik (Qn)	Kehilangan Air (Qa) Qa = (Qd+Qn) x 0,2
	l/det	l/det	l/det
2015	4,672	1,298	1,194
2016	4,836	1,318	1,231
2017	4,925	1,339	1,253
2018	5,016	1,360	1,275
2019	5,108	1,487	1,319
2020	5,202	1,507	1,342
2021	5,297	1,528	1,365
2022	5,394	1,549	1,389
2023	5,493	1,569	1,413
2024	5,594	1,697	1,458
2025	5,697	1,717	1,483
2026	5,801	1,738	1,508
2027	5,908	1,759	1,533
2028	6,016	1,779	1,559
2029	6,127	1,906	1,607
2030	6,239	1,927	1,633
2031	6,354	1,948	1,660
2032	6,471	1,969	1,688
2033	6,589	1,989	1,716
2034	6,710	2,117	1,765
2035	6,919	2,137	1,811

meter. Berdasarkan sumber dari *Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU, 1996* untuk daerah perkotaan, kebocoran/kehilangan air yaitu sebesar 20%.

**Analisis Kebutuhan Air Total**

Kebutuhan air total adalah total kebutuhan air domestik, non domestik ditambah kehilangan air.

Tabel 7. Kebutuhan Air Total

Tahun	Debit Kebutuhan Air Domestik (Qd)	Debit Kebutuhan Air Non Domestik (Qn)	Kehilangan Air (Qa)	Kebutuhan Air Total (Qtot)
	l/det	l/det	l/det	l/det
2015	4,672	1,298	1,194	7,164
2016	4,836	1,318	1,231	7,386
2017	4,925	1,339	1,253	7,517
2018	5,016	1,360	1,275	7,650
2019	5,108	1,487	1,319	7,913
2020	5,202	1,507	1,342	8,051
2021	5,297	1,528	1,365	8,190
2022	5,394	1,549	1,389	8,332
2023	5,493	1,569	1,413	8,475
2024	5,594	1,697	1,458	8,749
2025	5,697	1,717	1,483	8,897
2026	5,801	1,738	1,508	9,047
2027	5,908	1,759	1,533	9,200
2028	6,016	1,779	1,559	9,355
2029	6,127	1,906	1,607	9,640
2030	6,239	1,927	1,633	9,800
2031	6,354	1,948	1,660	9,962
2032	6,471	1,969	1,688	10,127
2033	6,589	1,989	1,716	10,295
2034	6,710	2,117	1,765	10,593
2035	6,919	2,137	1,811	10,867
Kebutuhan IPAM 10 %				1,087
Kebutuhan Total				11,954

Jadi kebutuhan total untuk pengolahan air bersih 4 desa di ibukota kecamatan Nuangan sampai tahun 2035 adalah 11,954 l/det  $\approx$  12 l/det.

**Analisis Kebutuhan Air Harian Maksimum dan Jam Puncak**

Kebutuhan air harian maksimum dan jam puncak didapat dari Persamaan (10) dan (11), (Pedoman/petunjuk Teknik dan Manual Bag. 6: Air Minum Perkotaan, NSPM Kimpraswil, 2002)

$$Q_m = 1,25 \times Q_t \tag{10}$$

$$Q_p = 1,75 \times Q_t \tag{11}$$

Untuk perhitungan kebutuhan air harian maksimum dan jam puncak tahun-tahun rencana lainnya dapat dilihat pada Tabel 8.

**Analisis Sistem Penyediaan Air Bersih**

Dalam analisis ini sistem penyediaan air bersih untuk ibukota kecamatan Nuangan meliputi unit air baku dan unit pengolah air.

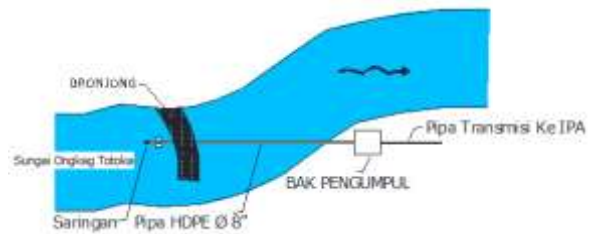
Tabel 8. Kebutuhan Air Harian Maksimum dan Jam Puncak

Tahun	Debit total (Qtot)	Debit Harian Max (Qm)	Debit Jam Puncak (Qp)
	l/detik	l/detik	l/detik
(1)	(2)	(3) = 1,25 x (2)	(4) = 1,75 x (2)
2015	7,164	8,955	12,537
2016	7,386	9,232	12,925
2017	7,517	9,396	13,155
2018	7,650	9,563	13,388
2019	7,913	9,892	13,849
2020	8,051	10,063	14,089
2021	8,190	10,238	14,333
2022	8,332	10,415	14,580
2023	8,475	10,594	14,832
2024	8,749	10,936	15,311
2025	8,897	11,121	15,570
2026	9,047	11,309	15,833
2027	9,200	11,500	16,100
2028	9,355	11,694	16,371
2029	9,640	12,050	16,870
2030	9,800	12,250	17,150
2031	9,962	12,453	17,434
2032	10,127	12,659	17,723
2033	10,295	12,868	18,016
2034	10,593	13,241	18,537
2035	10,867	13,584	19,018

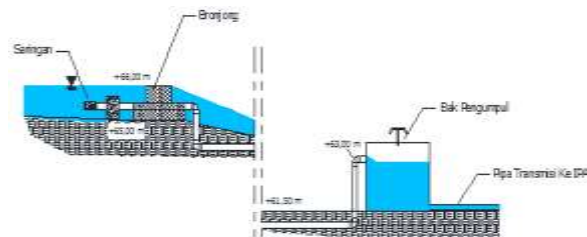
**Unit Air Baku**

**Bangunan Pengambil (Intake)**

Dalam perencanaan ini bangunan penyediaan pada sungai menggunakan tipe intake bebas karena fluktuasi muka air tidak terlalu besar selain itu juga ketinggian air cukup untuk masuk ke inlet.



Gambar 3. Skema Intake tipe bebas



Gambar 4. Skema Elevasi Intake dan Bak Pengumpul

Untuk dapat menyalurkan air baku dari intake ke bak pengumpul digunakan pipa HDPE diameter 8'' (20,32 cm). Dihitung dengan persamaan Hazen-Williams.

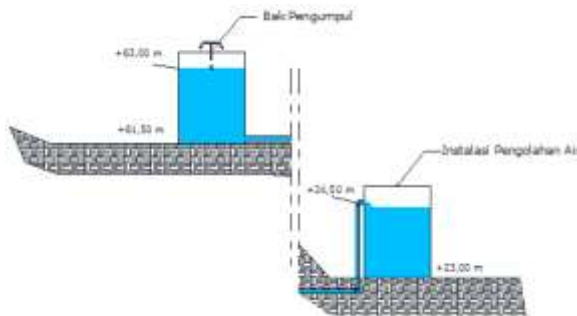
Mengalami kehilangan *head* :

$$H_f = \frac{10,675 \times Q^{1,852}}{C_{hw}^{1,852} \times D^{4,87}} \times L \quad (12)$$

$$H_f = \frac{10,675 \times 0,012^{1,852}}{130^{1,852} \times 0,2032^{4,87}} \times 20 = 0,0168 \text{ m.}$$

### Pipa Transmisi Air Baku

Dari bak pengumpul air disalurkan ke WTP dengan menggunakan pipa HDPE diameter 6 inch (15,24 cm). Dihitung dengan persamaan Hazen – Williams.



Gambar 5. Skema Bak Pengumpul dan WTP

Mengalami kehilangan *head* :

$$H_f = \frac{10,675 \times Q^{1,852}}{C_{hw}^{1,852} \times D^{4,87}} \times L \quad (13)$$

$$H_f = \frac{10,675 \times 0,012^{1,852}}{130^{1,852} \times 0,1524^{4,87}} \times 4100 = 14,05 \text{ m}$$

### Sistem Pengolahan Air Bersih

Karena sumber air baku berasal dari sungai maka perlu adanya sistem pengolahan air bersih. Dalam hal ini sistem yang digunakan yaitu sistem pengolahan saringan pasir cepat.

#### Prasedimentasi ( Bak Pengendapan I )

Bangunan ini sebagai pengendap lumpur kasar yang terdiri dari partikel-partikel diskrit untuk memperingan beban dari filter. Jumlah bak yang direncanakan 3 (dua) buah, 2 buah dioperasikan, satu buah untuk cadangan berbentuk empat persegi panjang dengan dimensi bak:

Panjang = 8 m,  
Lebar = 1 m ,  
Tinggi = 5,27 m.

#### Koagulasi ( Bak Pengadukan Cepat )

Unit koagulasi terdiri dari bak pembubuh koagulan yang berdimensi bak/ tong koagulan:

Diameter = 0,691 m,  
Tinggi = 2 m dan

pengadukan cepat berbentuk tabung dengan dimensi bak:

Tinggi = 1,79 m dan  
Diameter = 0,86 m.

#### Flokulasi (Bak pengadukan lambat)

Direncanakan menggunakan system *Round the end baffles chanel* (saluran berbelok-belok).

Dimensi bak flokulasi:

Panjang = 10,85 m  
Lebar = 9 m,  
Tinggi = 0,35 m.

#### Sedimentasi (Bak Pengendapan II)

Bak sedimentasi direncanakan untuk mengurangi sedimen sebelum masuk ke bak filtrasi dengan bak berbentuk empat persegi panjang yang berdimensi:

Panjang = 2,56 m,  
Lebar = 1,255 m,  
Tinggi = 3,81 m.

#### Filtrasi (Bak Penyaringan)

Unit filtrasi direncanakan menggunakan system “Saringan pasir cepat” (*Rapid sand filter*) yang berfungsi untuk menyaring partikel-partikel flokulen, yang tidak terendapkan dalam unit/bak pengendap (sedimentasi). Dibuat 2 buah bak penyaringan dengan dimensi masing-masing bak:

Panjang = 2 m dan  
Lebar = 1 m.

#### Ground Reservoir (Bak Penampung Air Bersih)

Untuk menampung air hasil pengolahan sebelum didistribusikan direncanakan menggunakan *ground reservoir*. Besarnya kapasitas untuk *ground reservoir* diperhitungkan memenuhi 1036,8 m<sup>3</sup>/hari. Jadi didapat dimensi bak :

Panjang = 12 m,  
Lebar = 9,1 m,  
Tinggi = 3,6 m.

#### Jalur Transmisi Air Bersih

Untuk menaikkan air bersih dari *Ground reservoir* ke *reservoir* distribusi dibutuhkan pompa. Di rencanakan 2 buah pompa dengan tipe pompa sentrifugal dan kapasitas sesuai kebutuhan.

Dengan efisiensi pompa diambil 70% dari head yang akan digunakan. Pompa yang dibutuhkan harus memiliki: *Suction head* 7,203 m dan *Discharge head* 80,41 m.

**Desain Reservoir Distribusi**

Reservoir distribusi dibuat karena kebutuhan air jam puncak lebih besar dari suplai air. Reservoir distribusi ini difungsikan untuk menampung air disaat pemakaian lebih sedikit dari suplai dan untuk menutupi kekurangan air disaat pemakaian lebih besar dari suplai.

Tabel 9. Fluktuasi Pemakaian Air  
Sumber : DPU Ditjen Cipta Karya Direktorat Air

Jam	Load Factor	Rekapitulasi Presentasi Pemakaian Air (%)
0:00 - 1:00	0,3	1,2510
1:00 - 2:00	0,37	1,5430
2:00 - 3:00	0,45	1,8766
3:00 - 4:00	0,64	2,6689
4:00 - 5:00	1,15	4,7957
5:00 - 6:00	1,4	5,8382
6:00 - 7:00	1,53	6,3803
7:00 - 8:00	1,56	6,5054
8:00 - 9:00	1,41	5,8799
9:00 - 10:00	1,38	5,7548
10:00 - 11:00	1,27	5,2961
11:00 - 12:00	1,2	5,0042
12:00 - 13:00	1,14	4,7540
13:00 - 14:00	1,17	4,8791
14:00 - 15:00	1,18	4,9208
15:00 - 16:00	1,22	5,0876
16:00 - 17:00	1,31	5,4629
17:00 - 18:00	1,38	5,7548
18:00 - 19:00	1,25	5,2127
19:00 - 20:00	0,98	4,0867
20:00 - 21:00	0,62	2,5855
21:00 - 22:00	0,45	1,8766
22:00 - 23:00	0,37	1,5430
23:00 - 0:00	0,25	1,0425
	23,98	100

Bersih

Debit kebutuhan air = 12 liter/detik  
= 1036,8 m<sup>3</sup>/hari.

Tabel 10. Suplai dan Kebutuhan

Jam	Suplai Air (Pompa)	Pemakaian Air (m <sup>3</sup> /jam)	Volume Air Dalam Reservoir (m <sup>3</sup> )
0:00			X
0:00 - 1:00	0,0	12,971	X + -12,9708
1:00 - 2:00	0,0	15,997	X + -28,9681
2:00 - 3:00	0,0	19,456	X + -48,4244
3:00 - 4:00	0,0	27,671	X + -76,0954
4:00 - 5:00	0,0	49,721	X + -125,8168
5:00 - 6:00	103,7	60,530	X + -82,6673
6:00 - 7:00	103,7	66,151	X + -45,1384
7:00 - 8:00	103,7	67,448	X + -8,9066
8:00 - 9:00	103,7	60,963	X + 33,8106
9:00 - 10:00	103,7	59,666	X + 77,8249
10:00 - 11:00	0,0	54,910	X + 22,9151
11:00 - 12:00	0,0	51,883	X + -28,9681
12:00 - 13:00	0,0	49,289	X + -78,2572
13:00 - 14:00	0,0	50,586	X + -128,8434
14:00 - 15:00	0,0	51,019	X + -179,8619
15:00 - 16:00	103,7	52,748	X + -128,9298
16:00 - 17:00	103,7	56,639	X + -81,8890
17:00 - 18:00	103,7	59,666	X + -37,8748
18:00 - 19:00	103,7	54,045	X + 11,7602
19:00 - 20:00	103,7	42,371	X + 1,4000
20:00 - 21:00	0,0	26,806	X + -25,4063
21:00 - 22:00	0,0	19,456	X + -44,8626
22:00 - 23:00	0,0	15,997	X + -60,8599
23:00 - 0:00	0,0	10,809	X + -71,6689
	1036,80	1036,80	X

Perhitungan kapasitas berguna :

$$\begin{aligned} \text{Volume minimal bak} &= x - 179,8619 \\ \text{Volume bak kosong} &= x - 179,8619 \\ &x = 179,8619 \text{ m}^3 \\ \text{Volume maksimum bak} &= x + 77,8249 \\ \text{Kapasitas berguna bak} &= 179,86 + 77,82 \\ &= 257,69 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dimensi kapasitas berguna bak yang direncanakan :

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 10 \text{ m} \\ \text{Lebar} &= 6 \text{ m} \\ \text{Tinggi kapasitas berguna} &= 4,3 \text{ m} \\ \text{Tinggi ruang udara} &= 1 \text{ m} \\ \text{Tinggi kapasitas mati} &= 0,2 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dimensi kapasitas berguna bak} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\ &= 10 \times 6 \times 4,3 \\ &= 258 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dimensi bak} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times (\text{Tinggi ruang} \\ &\quad \text{udara} + \text{Tinggi kapasitas mati}) \\ &= 10 \times 6 \times (5,5) \\ &= 330 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Ukuran reservoir distribusi adalah 10 x 6 x 5,5 dengan volume 330 m<sup>3</sup>.

**PEMBAHASAN**

**Pertumbuhan Penduduk**

Proyeksi pertumbuhan penduduk menggunakan analisa regresi Eksponensial yang memproyeksi pertumbuhan penduduk 20 tahun kedepan sampai tahun 2035 sebanyak 7353 jiwa.

**Kebutuhan dan Kehilangan Air**

Kebutuhan air domestik dapat dilihat pada tabel 4 yang kebutuhan air domestiknya sebesar 6,808 liter/detik. Sedangkan untuk kebutuhan air non domestik dapat dilihat pada tabel 5 yang kebutuhan total air non domesik sampai pada tahun 2035 adalah sebesar 2,13 liter/detik. Untuk kehilangan air dapat dilihat pada tabel 6. Jadi untuk kebutuhan total air bersih ibukota Kecamatan Nuangan pada tahun 2035 sebesar 12 liter/detik.

**Desain Sistem Penyediaan Air Bersih**

**Unit pengambilan (Intake)**

Intake yang digunakan adalah intake tipe bebas yang mana terdapat saringan dan dibendung menggunakan bronjong untuk



menaikkan tinggi muka air jika pada saat muka air minimum air tetap mengalir melalui pipa penyadap.

### **Unit Pengolahan Air Bersih**

#### **Prasedimentasi (bak pengendapan I)**

Bangunan prasedimentasi secara umum terdapat dalam sistem pengolahan lengkap yang mana dalam penelitian ini digunakan untuk mengurangi beban filter dan dari hasil perhitungan desain bak pengendapan I didapat dimensi bak panjang 8 m, lebar 1m, tinggi 4,6m.

#### **Koagulasi (bak Pengadukan cepat)**

Sesuai perhitungan dengan metode mekanis (*Pedle Impeller* dengan motor sebagai penggerak), dimensi bak berbentuk tabung dengan diameter 0,86m dan tinggi 1,79

#### **Flokulasi (bak pengadukan lambat)**

Bak pengadukan lambat ini dihitung dengan menggunakan metode gravitasi (*Round The End*) pengadukan dengan cara pengaliran berbelok-belok yang dibagi menjadi 2 bak, dimensi bak *flokulasi* ini memiliki panjang 10,55 m, lebar 9 meter dan tinggi 0,35 m,

#### **Sedimentasi (bak pengendapan II)**

Bak pengendapan II di desain 2 buah bak dengan sistem aliran horizontal dengan metode. Dari hasil perhitungan bak ini memiliki dimensi, panjang 2,56 m, lebar 1,255m dan tinggi 3,81m

#### **Filtrasi (bak penyaringan)**

Bak penyaringan didesain dengan menggunakan sistem saringan pasir dan dalam perhitungan dimensi bak ini di dapat 2 buah yang setiap bak berukuran panjang 2m, lebar 1 m dan tinggi 1,85 m.

#### **Ground reservoir (bak penampung air bersih)**

Dari hasil perhitungan dimensi bak penampung memiliki ukuran panjang 12m, lebar 9m dan tinggi 3,6

#### **Jalur Transmisi Air Bersih**

Pipa transmisi air bersih dari *ground reservoir* menuju ke *reservoir* distribusi menggunakan 2 buah pipa HDPE Ø 4" dengan panjang 543m dan di alirkan menggunakan 2 buah pompa sentrifugal masing-masing pompa memiliki debit 14,4 l/det, dengan kapasitas *suction head* sebesar 7,203 m, *discharge head* 80,41 m

#### **Reservoir Distribusi**

Dimensi bak ini dihitung berdasarkan flutuasi pemakaian air jam-jaman yang memiliki ukuran: panjang 10m, lebar 6m dan tinggi 5,5m.

## **PENUTUP**

### **Kesimpulan**

1. Kebutuhan air bersih di ibukota Kecamatan Nuangan tahun 2035 sebesar 12 l/detik.
2. Sistem penyediaan air bersih meliputi: unit air baku, Sistem pengolahan air bersih, Jalur transmisi air bersih dan *reservoir* distribusi

### **Saran**

Hasil perencanaan ini dapat dimanfaatkan sebagai masukan ke pihak PDAM unit Nuangan dalam pembangunan sistem produksi air bersih yang baru menggantikan sistem produksi yang ada saat ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Agus Irianto, 2004, *Statistik Konsep Dasar, Aplikasi dan Pengembangan*, Prenada Media, Jakarta, Hal 158,182,186,187
- Sutrisno C. Totok dan Eni Suciastuti, 1987. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*, PT Bina Aksara, Jakarta, hal 16-19.
- Dept Kimpraswil, 2002. *Metode, Spesifikasi Dan Tata Cara*, Bagian 6 Jakarta, Hal 270-271,376-378.
- Posumah, Giovanni David., 2015. *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Papatungan Kecamatan Likupang Barat Minahasa Utara*, Skripsi S1 Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado. Hal 55-58,86-87.

Subagia, Ni Kadek A.F.C.E., 2015. *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Suluun Tiga Kecamatan Suluun Tateran Kabupaten Minahasa Selatan*, Skripsi S1 Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado. Hal 73-74.

Gaib, Ruslan A.G., 2000. *Studi Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Minum Dago Pakar PDAM Kodya Dati II Bandung*, Skripsi DIII Teknik Sipil Politeknik ITB-Pusdiktek PU Bandung. Hal II 4-13, IV 3-9, 15-25

Suprihatin dan Ono Suparno, 2013, *Teknologi Proses Pengolahan Air*, Bogor, Hal 109-115

Tri Joko, 2010. *Unit Produksi Dalam Sistem Penyediaan Air Minum*, Graha Ilmu, Yogyakarta, hal 41-42, 50-51, 60-74, .

Soemarto, C.D., 1999. *Hidrologi Teknik*, Jakarta, Hal 2-3

<http://www.kelair.bppt.go.id/sitpa/artikel/pasir/pasir.html>

