

## Kajian Potensial Pemanfaatan Kolong Sebagai Sumber Air Baku Di Kota Pangkalpinang

Umi Kalsum<sup>1)</sup>, Rizky Trivano Mursalin<sup>2)</sup>, Risha Utami<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Universitas Bosowa, Jalan Urip Sumoharjo No. Km 4 Makassar  
umikalsum@universitasbosowa.ac.id

<sup>2)</sup> Universitas Muhammadiyah Palembang, Jalan Jenderal Ahmad Yani, 13 Ulu, Palembang  
rizkytrivano\_m@yahoo.com

<sup>3)</sup> Universitas Patompo, Jalan Inspeksi Kanal No.10, Makassar  
risha\_utami@yahoo.com

### Abstract

*Bangka Belitung Islands has the potential of natural resources as the largest tin producer in Indonesia. Pangkalpinang as the capital of Bangka Belitung Islands province, utilizes water sources from the former excavated tin mines which have been abandoned for long time, namely kolong Kacang Pedang, kolong Pedindang and Kolong Bacang which have 2 IPA. By utilizing these three kolong, the uneven distribution of water is feared to greatly affect the diminishing water supply due to increasing population growth every year. While the use of water sources still relies on these three sources. The purpose of this research is to optimize and identify raw water usage at present and in the future.*

*To allow the water needs in Pangkalpinang City, the optimization method using a linear program is expected to be able to provide output of the analysis results to determine the effectiveness of use and even distribution of kolong water as a source of raw water for the period 2018 - 2037. The results of the optimization of the three kolong, do not meet 100% of the needs of 110 liters / soul / day. For equal distribution of 100% water until 2037, Pedindang WTP is able to supply 51,6 liters / soul / day of water and Bacang IPA 7,4 liters / soul / day. Equitable distribution of 100% water in Pangkalpinang City must utilize the potential of other water resources, such as the kolong Keramba with an area of 4.8 ha, kolong Kepuh 1.9 ha, kolong Sinar Bulan 3.4 ha, kolong Akit 3.2 ha and kolong Spritus 3 ha. As well as the utilization of river protection has the potential to help fulfill water needs, especially in the Gerunggung and Gabek sub-districts. In order to fulfill the needs that are evenly distributed according to the provisions and sustainable for the people of Pangkalpinang city.*

**Keywords:** *Pangkalpinang, Kolong, Water Needs, Optimization, Linear Program*

### Abstrak

Kepulauan Bangka Belitung memiliki potensi sumber daya alam sebagai penghasil timah terbesar di Indonesia. Kota Pangkalpinang sebagai ibukota provinsi Kepulauan Bangka Belitung, memanfaatkan sumber air dari kolong bekas galian tambang timah yang telah lama ditinggalkan, yaitu kolong Kacang Pedang, kolong Pedindang dan Kolong Bacang yang memiliki 2 IPA. Dengan memanfaatkan ketiga kolong tersebut, distribusi air yang belum merata dikhawatirkan akan sangat mempengaruhi suplai air yang semakin berkurang karena pertumbuhan penduduk yang terus meningkat setiap tahunnya. Sedangkan pemanfaatan sumber air masih mengandalkan ketiga sumber tersebut. Maksud dan tujuan penelitian ini yaitu melakukan optimasi dan mengidentifikasi penggunaan air baku saat ini dan untuk masa yang akan datang.

Untuk memenuhi kebutuhan air, metode optimasi menggunakan program linier diharapkan mampu memberikan *output* hasil analisis untuk mengetahui efektifitas penggunaan serta pemerataan distribusi air kolong sebagai sumber air baku masa periode 2018 – 2037.

Hasil optimasi pada ketiga kolong, tidak memenuhi 100 % kebutuhan 110 liter/jiwa/hari. Untuk pemerataan distribusi air 100% sampai tahun 2037, IPA Pedindang mampu menyuplai air 51,6 liter/jiwa/hari dan IPA Bacang 7,4 liter/jiwa/hari. Pemerataan distribusi air 100% Kota Pangkalpinang harus memanfaatkan potensi sumber daya air yang lain, seperti kolong Keramba dengan luas 4,8 ha, kolong Kepuh 1,9 ha, kolong Sinar Bulan 3,4 ha, kolong Akit 3,2 ha dan kolong Spritus 3 ha. Serta pemanfaatan dari sungai selindung yang sangat berpotensi untuk membantu pemenuhan kebutuhan air khususnya pada wilayah kecamatan Gerunggung dan Gabek. Agar pemenuhan kebutuhan yang merata sesuai ketentuan dan berkelanjutan bagi masyarakat kota Pangkalpinang.

Kata - kata kunci : ***Kolong, Kebutuhan Air, Optimasi, Program Linear***

## PENDAHULUAN

Kota Pangkalpinang sampai dengan dewasa ini kebutuhan air nya semakin meningkat di iringi pertumbuhan penduduk, tetapi kecenderungan ketersediaan air yang semakin terbatas dan cenderung langka, belum meratanya alokasi air dan permintaan tidak lagi seimbang dengan ketersediaan sumber daya air untuk pemenuhannya. Oleh karena itu perlu upaya secara proporsional dan seimbang antara pengembangan, pelestarian, dan pemanfaatan sumber daya air, baik dilihat dari aspek teknis maupun dan aspek legal. Mengingat pengelolaan sumber daya air merupakan masalah yang kompleks dan melibatkan semua pihak baik sebagai pengguna, pemanfaat maupun pengelola. Kota Pangkalpinang sendiri hanya memanfaatkan tiga sumber air baku atau kolong yaitu kolong Pedindang, kolong Bacang dan kolong Kacang Pedang. Kolong itu sendiri yang terbentuk karena bekas galian tambang timah yang sudah di tinggalkan dan dimanfaatkan sebagai sumber air baku. Provinsi Kepulauan Bangka Belitung sebelumnya adalah bagian dari provinsi Sumatera Selatan, namun menjadi provinsi sendiri pada tahun 2000, dengan ibukota provinsi Pangkalpinang. Setelah pemekaran wilayah dan menjadi ibukota provinsi, kota Pangkalpinang dalam 10 tahun terakhir menunjukkan adanya tren peningkatan jumlah penduduk ditahun terakhir 2017 mencapai 2,1 % (200.326 jiwa). Kota Pangkalpinang memanfaatkan tiga sumber air untuk pemenuhan air baku, yaitu kolong. Kolong adalah lubang-lubang bekas galian tambang timah. Keberadaan Kolong ini menyebar dibeberapa Kecamatan di Kota Pangkalpinang. Sedangkan kolong yang dimanfaatkan untuk sumber air baku yaitu, kolong Kacang Pedang dengan kedalaman rata-rata 0.9 meter, Kolong Bacang dengan total luas 3,81 Ha dan kedalaman 4 meter serta Kolong Pedindang dengan kedalaman 3 meter. Ketersediaan dan kebutuhan air baku kota Pangkalpinang diproyeksikan untuk kebutuhan air baku 20 tahun yang akan datang (2018-2037) dan pemenuhan kebutuhan air untuk kepentingan air baku dalam pemanfaatan potensi dan kualitas sumber daya air pada kolong di kota Pangkalpinang secara merata dan terdistribusi dengan baik dalam skala waktu yang panjang.

## METODE PENELITIAN

Secara umum dalam bagan alir studi dijelaskan bahwa langkah awal yang dilakukan untuk menyusun Tesis ini, yaitu mengumpulkan data dan literatur yang selanjutnya dilakukan kegiatan penyusunan teknis materi. Pertama-tama dalam penyusunan teknis materi, yaitu melakukan analisis dan kajian. Analisis yang dilakukan berupa analisis hidrologi, dan kajian proyeksi ketersediaan air di masing-masing kolong. Setelah itu dilakukan prioritas pengembangan kolong, perhitungan kebutuhan air, simulasi perhitungan tampungan kolong dan analisa neraca air. Selanjutnya dilakukan skenario proyeksi ketersediaan air 20 tahun yang akan datang. Melakukan optimasi pada ketiga sumber air baku agar mendapatkan hasil pemenuhan yang optimum dan memaksimalkan ketersediaan air yang digunakan saat ini. Optimasi yang dilakukan menggunakan program linier dengan bantuan perangkat lunak *Microsoft Excel Solver*. Fungsi tujuan dari optimasi memaksimalkan kebutuhan air sesuai tahun proyeksi. Hasil optimasi yang dihasilkan dalam setahun menggunakan data proyeksi pertumbuhan penduduk dan kebutuhan air yang sesuai dengan masa tahun.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Analisis pada ketiga sumber air yaitu kolong Kacang Pedang, kolong Pedindang dan kolong Bacang dilakukan berdasarkan ketersediaan data klimatologi di Stasiun Meteorologi Pangkalpinang. Rekapitulasi curah hujan tahunan dapat di lihat pada Tabel A. dan curah hujan paling tinggi dalam 10 Tahunan dari 2008-2017 terjadi pada tahun 2010, dengan nilai curah hujan 3477.0 mm/tahun , sedangkan curah hujan terendah terjadi pada tahun 2015 dengan nilai curah hujan 1698.2 mm/tahun dan rata-rata (Ra) Curah hujan 10 Tahunan sebesar 2391,29 mm/tahun.

Tabel 1. Pengisian data hujan yang kosong

No	Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Ok	Nov	Des	JUMLAH	Rata-Rata
		Satuan : (mm)													
1	2008	373	142	207	276	103	119	82	120	120	96	258.1	244	2140	178.3
2	2009	249	50	370	95	240.1	130	156	78	11	95	185	205.4	1864.5	155.4
3	2010	288.5	471.8	312.6	313	137	184	141	431	204	287	365	342.1	3477.0	289.8
4	2011	253	310	229	347.2	307.9	272	91	44	85.8	302	352	269	2862.9	238.6
5	2012	186	466	258	127	144	165	193	4	14	46	216	198.7	2017.7	168.1
6	2013	178.5	335.6	261	185.7	258	120	167.7	86.9	238.1	198.4	335	349.6	2714.5	226.2
7	2014	254.1	59.4	80.6	357.7	176.2	86.8	142.4	131.2	85.1	39	136	291	1839.5	153.3
8	2015	177.6	70.3	145.9	309	215	129	19.9	11	250	31.9	109.1	230.1	1698.2	141.5
9	2016	235	602	407.2	261	253	171	86	159	414	273.3	183.8	84.2	3129.5	260.8
10	2017	404.7	227.9	220	251.9	231.3	47.7	184.6	139	71.4	211.1	258.5	358.4	2606.5	217.2
AVERAGE		259.94	273.5	249.13	252.385	206.51	142.44	126.36	120.41	149.295	157.97	239.85	257.25		

\*Sumber : Hasil Analisis

**A. Analisis Evapotranspirasi**

Data klimatologi seperti data temperature udara, kelembaban, lama penyinaran matahari, kecepatan angin dan letak daerah yang ditinjau. Merupakan data yang di perlukan untuk menghitung evapotranspirasi pada kolong ataupun sumber pada sub DAS kolong Kacang Pedang, Pedindang dan kolong Bacang (Jika kolong tersebut terdapat DAS). Hasil perhitungan dari nilai evapotranspirasi akan digunakan dalam analisis ketersediaan air. Pengamatan data Klimatologi selama 10 Tahun setelah di rata-ratakan dapat dilihat pada tabel 2, menggunakan Penman Modifikasi dan metode Blaney Criddle.

Tabel 2. Rekap analisis evapotranspirasi

Hasil Perhitungan Rata-rata Evapotranspirasi Pada Metode Blaney-Criddle & Penman Modifikasi												
Metode	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES
	Satuan : (mm/bln)											
Blaney-Criddle	3.8	4.3	3.8	3.8	3.4	3.3	3.3	3.5	3.9	3.9	4.0	3.8
Penman Modif	3.7	4.1	4.3	4.2	4.0	6.8	4.1	4.7	4.8	4.6	4.2	3.8
Rata - Rata PET	3.8	4.2	4.1	4.0	3.7	5.1	3.7	4.1	4.3	4.2	4.1	3.8

\*Sumber : Hasil Analisis

**B. Analisis Ketersediaan Air**

Ketersediaan air pada suatu wilayah perlu diketahui untuk mengetahui sebesar apa ketersediaan yang terdapat pada suatu wilayah yang nantinya akan di pergunakan untuk keperluan untuk kebutuhan sehari-hari. pada penelitian ini penulis menganalisa ketersediaan air yang berasal dari tiga sumber untuk pemenuhan satu kota Pangkalpinang yang biasa di sebut dengan kolong yaitu Kacang Pedang, Bacang dan Pedindang. Metode NRECA adalah metode yang dipergunakan dalam studi ini untuk mengetahui ketersediaan air pada Kota Pangkalpinang. Hasil akhirnya berupa debit aliran m<sup>3</sup>/detik.

**1. Kolong Kacang Pedang**

Untuk analisa ketersediaan air kolong Kacang Pedang dengan parameter sebagai berikut:

Luas DAS : 14,23 km<sup>2</sup>

Hujan tahunan : 2435 mm

Nominal C : 0,2

PSUB : 0,5 (Daerah tangkapan hujan yang normal/biasa)

GWF : 0,5 (Daerah tangkapan hujan yang normal/biasa)

Maka didapatkan debit untuk kolong Kacang Pedang adalah :

Tabel 3. Debit NRECA kolong Kacang Pedang

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Juli	Agustus	September	Oktober	Nov	Des	
	Satuan : (m <sup>3</sup> /dt)												
2008	1.454	0.869	1.009	1.351	0.688	0.684	0.489	0.598	0.622	0.510	1.172	1.179	
2009	0.968	0.380	1.548	0.675	1.136	0.774	0.810	0.496	0.183	0.437	0.838	0.961	
2010	1.123	2.242	1.613	1.671	0.928	1.026	0.802	1.900	1.216	1.439	1.829	1.744	
2011	0.983	1.513	1.166	1.692	1.565	1.481	0.710	0.398	0.483	1.298	1.682	1.402	
2012	0.721	2.142	1.361	0.859	0.806	0.876	0.959	0.231	0.159	0.228	0.923	0.935	
2013	0.691	1.570	1.284	1.054	1.271	0.779	0.871	0.546	1.120	0.999	1.599	1.701	
2014	0.988	0.424	0.420	1.549	0.964	0.597	0.727	0.681	0.508	0.277	0.632	1.262	
2015	0.688	0.416	0.658	1.387	1.100	0.786	0.282	0.147	1.062	0.302	0.545	1.016	
2016	0.913	2.769	2.052	1.559	1.398	1.059	0.619	0.811	1.875	1.429	1.105	0.615	
2017	1.579	1.266	1.127	1.297	1.197	0.484	0.889	0.738	0.471	0.954	1.247	1.665	
NRECA	Jumlah	10.107	13.590	12.239	13.093	11.053	8.545	7.157	6.546	7.699	7.873	11.570	12.480
	Rata2	1.011	1.359	1.224	1.309	1.105	0.855	0.716	0.655	0.770	0.787	1.157	1.248
	Max		Feb										
	Min		Agustus										

\*Sumber: Hasil Analisa

Pada hasil perhtiungan model NRECA diperoleh rata-rata debit maksimum pada bulan Februari sebesar 1,359 m<sup>3</sup>/dt dan Minimum di bulan Agustus dengan nilai 0,655 m<sup>3</sup>/dt.

## 2. Kolong Bacang

Untuk analisa ketersediaan air kolong Bacang menggunakan Rumus Rasional, metode ini untuk memperkirakan laju aliran permukaan puncak, (USSCS, 1973). Metode ini sangat sederhana dan mudah penggunaannya, namun pemakaiannya terbatas untuk DAS-DAS dengan ukuran kecil, yaitu kurang dari 300 ha (Goldman et al.1986).

Rumus yang dipakai :

$$Q = C.I.A$$

$$Q = \text{Debit (m}^3/\text{dt)}$$

$$C = \text{Koefisien aliran (1)}$$

$$I = \text{Intensitas hujan maksimum selama waktu yang sama dengan lama waktu konsentrasi (mm/dt)}$$

$$A = \text{Luas area kolong (0.0381 km}^2\text{)}$$

Analisa debit pada bulan januari 2018 sebagai berikut :

$$Q = C.I.A$$

$$Q = 1 \times 12,3 \times 0,0381$$

$$Q = 0,458 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Tabel 4. Debit Metode Rasional kolong Bacang

No	Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
		Satuan : (m <sup>3</sup> /dt)											
1	2008	0.458	0.193	0.254	0.351	0.127	0.151	0.101	0.147	0.152	0.118	0.328	0.300
2	2009	0.306	0.068	0.455	0.121	0.295	0.165	0.192	0.096	0.014	0.117	0.235	0.252
3	2010	0.355	0.642	0.384	0.398	0.168	0.234	0.173	0.530	0.259	0.353	0.464	0.420
4	2011	0.311	0.422	0.281	0.441	0.378	0.345	0.112	0.054	0.109	0.371	0.447	0.331
5	2012	0.229	0.634	0.317	0.161	0.177	0.210	0.237	0.005	0.018	0.057	0.274	0.244
6	2013	0.219	0.457	0.321	0.236	0.317	0.152	0.206	0.107	0.302	0.244	0.425	0.430
7	2014	0.312	0.081	0.099	0.454	0.217	0.110	0.175	0.161	0.108	0.048	0.173	0.358
8	2015	0.218	0.096	0.179	0.393	0.264	0.164	0.024	0.014	0.317	0.039	0.139	0.283
9	2016	0.289	0.819	0.500	0.331	0.311	0.217	0.106	0.195	0.526	0.336	0.233	0.103
10	2017	0.497	0.310	0.270	0.320	0.284	0.061	0.227	0.171	0.091	0.259	0.328	0.440
	Jumlah	3.195	3.722	3.062	3.205	2.538	1.809	1.553	1.480	1.896	1.942	3.046	3.162
	Rata-Rata	0.319	0.372	0.306	0.321	0.254	0.181	0.155	0.148	0.190	0.194	0.305	0.316

\*Sumber : Hasil Analisa

Pada hasil perhtiungan model NRECA diperoleh rata-rata debit maksimum pada bulan Februari sebesar 0,372 m<sup>3</sup>/dt dan Minimum di Agustus dengan nilai 0,148 m<sup>3</sup>/dt. Dengan perbandingan Q80 sebagai acuan debit andalan air baku.

### 3. Kolong Pedidang

Untuk analisa ketersediaan air kolong Pedidang dengan parameter sebagai berikut:

- a. Luas DAS : 8,61 km<sup>2</sup>
- b. Hujan tahunan : 2435 mm
- c. Nominal C : 0,2
- d. PSUB : 0,5 (Daerah tangkapan hujan yang normal/biasa)
- e. GWF : 0,5 (Daerah tangkapan hujan yang normal/biasa)

Maka didapatkan debit untuk kolong Pedidang adalah :

Tabel 5. Debit NRECA kolong Pedidang

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nov	Des
Satuan : m <sup>3</sup> /dt												
2008	0.880	0.526	0.611	0.818	0.416	0.414	0.296	0.362	0.376	0.309	0.709	0.713
2009	0.586	0.230	0.937	0.408	0.687	0.469	0.490	0.300	0.111	0.264	0.507	0.582
2010	0.679	1.356	0.976	1.011	0.561	0.621	0.485	1.150	0.735	0.871	1.106	1.055
2011	0.595	0.915	0.706	1.024	0.947	0.896	0.430	0.241	0.292	0.785	1.018	0.848
2012	0.436	1.296	0.823	0.520	0.488	0.530	0.580	0.140	0.096	0.138	0.558	0.566
2013	0.418	0.950	0.777	0.638	0.769	0.472	0.527	0.331	0.678	0.605	0.967	1.029
2014	0.598	0.257	0.254	0.937	0.583	0.361	0.440	0.412	0.307	0.167	0.382	0.764
2015	0.416	0.252	0.398	0.839	0.666	0.475	0.170	0.089	0.643	0.182	0.330	0.615
2016	0.552	1.675	1.242	0.943	0.846	0.641	0.374	0.491	1.135	0.865	0.668	0.372
2017	0.955	0.766	0.682	0.785	0.724	0.293	0.538	0.447	0.285	0.577	0.754	1.008
Jumlah	6.115	8.223	7.405	7.922	6.888	5.170	4.330	3.961	4.659	4.764	7.000	7.551
NRECA	0.612	0.822	0.741	0.792	0.669	0.517	0.433	0.396	0.466	0.476	0.700	0.755
Max	0.822	Februari										
Min	0.396	Agustus										

\*Sumber: Hasil Analisis

### C. Analisis Debit Bangkitan

Untuk menganalisis debit bangkitan jangka waktu 20 tahun ke depan mulai 2018-2037 digunakan model Markov. Dalam analisis perhitungan debit bangkitan model Markov diperlukan bilangan acak sebagai bukti ketidakmampuan manusia untuk meramalkan sesuatu secara pasti, selain itu bilangan acak menggunakan himpunan bilangan acak distribusi normal dengan bantuan fasilitas data analysis yaitu *random number generation* pada perangkat lunak Microsoft Excel.

Hasil analisis lebih lanjut bisa di lihat pada tabel berikut ini :

#### 1. Kolong Kacang Pedang

Tabel 6. Simulasi Markov Kolong Kacang Pedang

Tahun	jan	feb	mar	apr	mei	jun	jul	agust	sep	okt	nov	des	Rata-rata
Satuan : (m <sup>3</sup> /dt)													
2018	0.975	1.882	1.334	1.164	1.099	0.631	0.717	1.033	1.762	0.922	0.863	0.953	1.111
2019	0.950	0.000	0.947	1.427	1.731	1.441	0.855	0.000	0.146	0.816	0.682	1.145	0.845
2020	0.779	1.375	1.082	1.068	0.865	1.014	0.600	0.210	0.655	1.050	1.155	1.118	0.914
2021	0.427	2.170	1.292	1.373	1.151	0.678	0.496	0.756	0.705	0.239	1.094	1.146	0.961
2022	0.991	2.892	1.377	1.214	1.231	1.102	0.524	0.756	0.000	0.068	0.856	0.874	0.990
2023	0.791	0.574	1.308	1.380	1.121	0.510	1.166	0.412	1.022	1.048	1.582	1.566	1.040
2024	0.844	1.393	1.477	0.688	1.079	0.480	0.923	0.556	1.804	1.325	1.265	1.142	1.081
2025	1.400	0.989	1.526	1.211	1.218	0.762	0.478	0.699	0.439	0.761	1.155	1.071	0.976
2026	0.796	1.511	0.597	1.926	0.947	0.347	1.014	1.358	0.088	0.239	0.524	0.517	0.804
2027	1.097	1.190	1.430	1.393	0.963	0.697	0.960	1.269	0.140	1.106	1.258	1.118	1.052
2028	1.551	0.813	0.621	1.311	1.338	1.045	0.508	0.000	0.818	0.654	1.032	1.177	0.906
2029	0.983	0.835	1.005	1.125	1.358	0.843	0.960	1.232	0.629	0.939	1.342	1.198	1.038
2030	1.088	2.402	2.270	1.503	0.874	0.445	0.819	0.821	1.056	0.818	0.855	0.995	1.162
2031	0.924	0.751	1.210	1.498	1.367	1.139	0.663	0.110	0.829	0.505	0.859	0.714	0.881
2032	0.867	1.892	1.733	1.384	1.374	1.248	0.931	0.981	0.000	0.522	0.988	0.940	1.070
2033	1.212	1.651	1.306	1.530	1.320	0.543	1.062	0.937	0.960	1.198	1.688	1.651	1.255
2034	1.354	1.776	1.447	1.516	1.313	1.184	0.851	0.790	0.862	0.882	1.369	1.507	1.227
2035	1.216	1.480	1.326	1.344	1.240	0.991	0.748	1.022	1.111	1.206	1.555	1.544	1.322
2036	1.129	1.428	1.325	1.462	1.328	1.127	0.764	0.912	0.901	1.042	1.430	1.507	1.196
2037	1.203	1.478	1.290	1.594	1.176	1.000	0.733	0.714	1.176	1.302	1.675	1.614	1.246
Markov	1.029	1.424	1.295	1.355	1.205	0.861	0.789	0.728	0.754	0.832	1.150	1.175	
NRECA	1.011	1.359	1.224	1.309	1.105	0.855	0.716	0.655	0.770	0.787	1.157	1.248	

\*Sumber: Hasil Analisis

Dari tabel F. dapat dilihat bahwa debit maksimum model Markov terjadi pada bulan Februari yaitu sebesar 1,424 m<sup>3</sup>/dt dan debit minimum terjadi pada bulan Agustus sebesar 0,728 m<sup>3</sup>/dt. Bila di lihat lagi dengan data model NRECA terdapat kemiripan pada data bulan September.

### Tabel 7. Simulasi Markov Kolong Bacang

Tahun	jan	feb	mar	apr	mei	jun	jul	agust	sep	okt	nop	des	Rata-rata
	Satuan : (m <sup>3</sup> /dt)												
2018	0.975	1.882	1.334	1.164	1.099	0.631	0.717	1.033	1.762	0.922	0.863	0.953	1.111
2019	0.990	0.000	0.947	1.427	1.731	1.441	0.855	0.000	0.146	0.816	0.682	1.145	0.845
2020	0.779	1.375	1.082	1.068	0.865	1.014	0.600	0.210	0.655	1.050	1.155	1.118	0.914
2021	0.427	2.170	1.292	1.373	1.151	0.678	0.496	0.756	0.705	0.239	1.094	1.146	0.961
2022	0.991	2.892	1.377	1.214	1.231	1.102	0.524	0.756	0.000	0.068	0.856	0.874	0.990
2023	0.791	0.574	1.308	1.380	1.121	0.510	1.166	0.412	1.022	1.048	1.582	1.566	1.040
2024	0.844	1.393	1.477	0.688	1.079	0.480	0.923	0.556	1.804	1.325	1.265	1.142	1.081
2025	1.400	0.989	1.526	1.211	1.218	0.762	0.478	0.699	0.439	0.761	1.155	1.071	0.976
2026	0.796	1.511	0.597	1.926	0.947	0.347	1.014	1.358	0.068	0.239	0.324	0.517	0.804
2027	1.097	1.190	1.430	1.393	0.963	0.697	0.960	1.269	0.140	1.106	1.258	1.118	1.052
2028	1.551	0.813	0.621	1.311	1.338	1.045	0.508	0.000	0.818	0.654	1.032	1.177	0.906
2029	0.983	0.835	1.005	1.125	1.358	0.843	0.960	1.232	0.629	0.939	1.342	1.198	1.038
2030	1.088	2.402	2.270	1.503	0.874	0.445	0.819	0.821	1.056	0.818	0.855	0.995	1.162
2031	0.924	0.751	1.210	1.498	1.367	1.139	0.663	0.110	0.829	0.505	0.859	0.714	0.881
2032	0.867	1.892	1.733	1.384	1.374	1.248	0.931	0.981	0.000	0.522	0.968	0.940	1.070
2033	1.212	1.651	1.306	1.530	1.320	0.543	1.062	0.937	0.960	1.198	1.688	1.651	1.255
2034	1.354	1.776	1.447	1.516	1.313	1.184	0.851	0.790	0.862	0.882	1.369	1.507	1.237
2035	1.216	1.480	1.326	1.344	1.240	0.991	0.748	1.022	1.111	1.206	1.555	1.544	1.232
2036	1.129	1.428	1.325	1.462	1.328	1.127	0.764	0.912	0.901	1.042	1.430	1.507	1.196
2037	1.203	1.478	1.290	1.594	1.176	1.000	0.733	0.714	1.176	1.302	1.675	1.614	1.246
Markov	1.029	1.424	1.295	1.355	1.205	0.861	0.789	0.728	0.754	0.832	1.150	1.175	
NRECA	1.011	1.359	1.224	1.309	1.105	0.855	0.716	0.655	0.770	0.787	1.157	1.248	

\*Sumber: Hasil Analisa

Dari tabel G. dapat dilihat bahwa debit maksimum terjadi pada bulan Februari yaitu sebesar 0,4073 m<sup>3</sup>/dt dan Debit minimum terjadi pada bulan Agustus sebesar 0,1699 m<sup>3</sup>/dt.

## 2. Kolong Pedindang

### Tabel 8. Simulasi Markov Kolong Pedindang

Tahun	jan	feb	mar	apr	mei	jun	jul	agust	sep	okt	nop	des	Rata-rata
	Satuan : (m <sup>3</sup> /dt)												
2018	0.590	1.139	0.807	0.704	0.665	0.382	0.434	0.625	1.066	0.558	0.522	0.576	0.672
2019	0.575	0.000	0.573	0.863	1.048	0.872	0.518	0.000	0.089	0.494	0.412	0.693	0.511
2020	0.471	0.832	0.655	0.646	0.523	0.614	0.363	0.127	0.397	0.635	0.699	0.676	0.553
2021	0.258	1.313	0.782	0.831	0.697	0.410	0.300	0.457	0.427	0.145	0.662	0.694	0.581
2022	0.600	1.750	0.833	0.734	0.745	0.667	0.317	0.457	0.000	0.041	0.518	0.529	0.599
2023	0.478	0.347	0.791	0.835	0.678	0.308	0.705	0.249	0.618	0.634	0.957	0.947	0.629
2024	0.511	0.843	0.894	0.416	0.653	0.291	0.559	0.336	1.091	0.802	0.765	0.691	0.654
2025	0.847	0.599	0.923	0.733	0.737	0.461	0.289	0.423	0.266	0.460	0.699	0.648	0.590
2026	0.482	0.914	0.361	1.166	0.573	0.210	0.614	0.822	0.041	0.145	0.196	0.313	0.486
2027	0.664	0.720	0.865	0.843	0.583	0.422	0.581	0.768	0.085	0.669	0.761	0.676	0.636
2028	0.939	0.492	0.376	0.793	0.810	0.632	0.307	0.000	0.495	0.396	0.625	0.712	0.548
2029	0.595	0.505	0.608	0.681	0.822	0.510	0.581	0.745	0.381	0.568	0.812	0.725	0.628
2030	0.658	1.453	1.373	0.909	0.529	0.269	0.496	0.497	0.639	0.495	0.517	0.602	0.703
2031	0.559	0.454	0.732	0.906	0.827	0.689	0.401	0.067	0.502	0.306	0.520	0.432	0.533
2032	0.525	1.145	1.049	0.838	0.831	0.755	0.563	0.593	0.000	0.316	0.586	0.569	0.647
2033	0.733	0.999	0.790	0.926	0.798	0.328	0.643	0.567	0.581	0.725	1.035	1.016	0.762
2034	0.660	1.148	1.001	0.386	0.851	0.649	0.445	0.627	0.857	0.706	1.011	1.071	0.784
2035	0.793	0.847	0.876	0.783	0.769	0.583	0.457	0.466	0.551	0.672	0.904	1.005	0.725
2036	0.825	0.910	0.807	0.978	0.813	0.683	0.482	0.676	0.872	0.802	1.076	1.012	0.828
2037	0.727	1.242	1.022	0.940	0.755	0.573	0.470	0.603	0.717	0.742	1.014	1.037	0.820
Markov	0.624	0.883	0.806	0.795	0.735	0.515	0.476	0.455	0.484	0.516	0.715	0.731	
NRECA	0.612	0.822	0.741	0.792	0.669	0.517	0.433	0.396	0.466	0.476	0.700	0.755	

\*Sumber: Hasil Analisis

Dari tabel H. dapat dilihat bahwa debit maksimum terjadi pada bulan Februari yaitu sebesar 0,883 dan Debit minimum terjadi pada bulan September sebesar 0,455 m<sup>3</sup>/dt. Bila di lihat lagi dengan data model NRECA terdapat kemiripan pada data bulan September.

## D. Penduduk Kota Pangkalpinang

Berdasarkan pedoman konstruksi dan bangunan, Dep.PU dalam Direktorat Pengairan dan Irigasi Bappenas, 2006 penentuan kebutuhan air baku domestik perkotaan yang sedang berkembang. Di tentukan kebutuhan dasar domestik adalah 100-120 liter/jiwa/hari dengan rasio penduduk 100.000 – 500.000 jiwa. Dalam analisis kebutuhan air dilakukan analisis proyeksi pertumbuhan penduduk untuk mengetahui kebutuhan air domestik penduduk kota Pangkalpinang.

Tabel 9. Data Penduduk

NO	KECAMATAN	LUAS WILAYAH KM <sup>2</sup>	JUMLAH PENDUDUK JIWA	KEPADATAN PENDUDUK JIWA/KM <sup>2</sup>
1	Rangkui	5.02	38519	7673
2	Bukit Intan	35.66	36708	1029
3	Girimaya	4.74	20301	4283
4	Pangkalbalam	4.68	21787	4655
5	Gabek	34.2	25245	738
6	Tamansari	3.18	22632	7117
7	Gerunggang	30.93	35134	1136
Jumlah		118.41	200326	

\*Sumber: BPS kota Pangkalpinang

Perhitungan proyeksi penduduk dengan rumus matematis aritmatik untuk kota Pangkalpinang.

Kecamatan Rangkui

$$Pt = Po. (1 + i.t)$$

$$Pt = 38519. (1 + (0,02120.1))$$

$$Pt = 39336 \text{ Jiwa}$$

dengan:

Pt : Jumlah penduduk pada tahun ke n (jiwa)

Po : jumlah penduduk pada tahun dasar hitungan (ke 0)

I : Tingkat pertumbuhan penduduk (%)

t : Jumlah tahun proyeksi dengan tahun dasar hitungan

## E. Analisis Kebutuhan Air

Pada kajian ini perhitungan kebutuhan air baku untuk kolong Bacang, kolong Pedindang dan kolong Kacang Pedang nantinya diharapkan dapat memenuhi kebutuhan air baku di seluruh kota Pangkalpinang dan sesuai kebutuhan sesuai masa proyeksi 20 tahun kedepan pada ketiga kolong tersebut.

Kebutuhan air baku kecamatan Rangkui dan kecamatan lainnya di kota Pangkalpinang pada tahun 2018 sampai tahun 2037 dihitung dengan persamaan aritmatik sebagai berikut.

$$KAB = 365 \times Kap \times Pi$$

$$KAB = 365 \times (110/1000 \times 39336)$$

$$= 1579324 \text{ m}^3$$

KAB : Kebutuhan air baku (lt/hari)

KAP : Kebutuhan air perkapita

Pi : Jumlah penduduk

## F. Hasil Uji Lab Kualitas Air

Untuk mengetahui kualitas air pada setiap sumber air yang dimanfaatkan, di ambil sampling pada masing-masing sumber air di kota Pangkalpinang, baik yang sesudah diolah maupun yang alami dari sumbernya dan melakukan uji di Laboratorium Kualitas Air Institut Teknologi Bandung. Ada 5 sampel uji kualitas air yang di lakukan yang mengacu pada Air minum/Air Baku No: 492/MENKES/PER/IV/2010, yaitu:

- Kolong Pedindang (Murni), Hasil uji kualitas air yang dilakukan menunjukkan bahwa beberapa parameter air kolong tersebut tidak memenuhi standar karena memiliki Kekeruhan 122 NTU / 5 NTU, Warna 200 Pt / 15 Pt, Besi total (Fe) 24,4 mg/L / 0,3 mg/L, pH 5,87 / 6,5-8,5 dan Zat Organik ( $KMnO_4$ ) 11,2 mg/L / 10 mg/L yang tidak masuk Standard Baku Mutu kualitas air.
- Kolong Pedindang (diolah), Berdasarkan hasil uji laboratorium kualitas air, air kolong Pedindang setelah di olah menunjukkan pH yang masih rendah di bawah baku buku 6,5 - 8,5 dengan hasil uji

- 5,32 dan masih diperlukan perlakuan khusus untuk meningkatkan standar tetapi sudah bisa diterima oleh PDAM kota Pangkalpinang.
- Kolong Kacang Pedang (Murni), Hasil uji laboratorium kualitas air menunjukkan bahwa air kolong tersebut tidak memenuhi standar karena beberapa parameter melebihi standar baku mutu seperti Kekeruhan 33,5 NTU / 5 NTU, Warna 20 Pt / 15 Pt, dan Besi (Fe) 7,56 mg/L / 0,3 mg/L, pH 3,09 / 6,5-8,5.
  - Kolong Bacang (Murni), Hasil uji kualitas air kolong Bacang murni, menunjukkan bahwa air tersebut tidak memenuhi standar karena memiliki Kekeruhan 22,5 NTU/ 5 NTU, Warna 200 Pt/ 15 Pt dan Besi (Fe) 2,24 mg/L /0,3 mg/L yang di atas baku mutu kualitas air dan pH 5,74 / 6,5-8,5 dibawah standar baku mutu.
  - Kolong Bacang (diolah), Kualiatas air kolong Bacang setelah pengolahan menunjukkan bahwa air tersebut pada dasarnya masih memenuhi standar namun masih memiliki pH 5,95 / 6,5-8,5 dibawah standar baku mutu Permenkes tetapi sudah bisa diterima oleh PDAM kota Pangkalpinang.

## G. Optimasi Kolong

Optimasi yang dilakukan menggunakan program linier dengan bantuan perangkat lunak *Microsoft Excel Solver*. Fungsi tujuan dari optimasi memaksimalkan kebutuhan air sesuai tahun proyeksi. Hasil optimasi yang dihasilkan dalam setahun menggunakan data proyeksi pertumbuhan penduduk dan kebutuhan air yang sesuai dengan masa tahun proyeksi selama 20 tahun dalam setiap bulan.

Pada studi ini analisis optimasi menggunakan software *Microsoft Excel*. Data yang dibutuhkan untuk perhitungan menggunakan *Microsoft Excel Solver* adalah :

- Inflow Q80.
- Data volume kolong maksimum dan Minimum.
- Data penduduk sesuai masa proyeksi kebutuhan selama 20 tahun.
- Data kebutuhan air selama masa proyeksi 20 tahun.
- Data ketersediaan air dari luas DAS ataupun Kolong.
- Evaporasi.

Pada proses iterasi yang diproses oleh solver. Parameter yang diiterasi hingga di dapat total pemenuhan kebutuhan air aktual (terpenuhi). Dengan proses iterasi pada solver maka dihasilkan nilai kebutuhan optimum yang terpenuhi dalam setahun dengan masa proyeksi. Sedangkan penyusunan persamaan linier untuk optimasi sebagai berikut :

### 1. Program Linier Operasi Kolong

Fungsi tujuan pengoperasian adalah untuk memaksimalkan pemenuhan kebutuhan air baku. Semua fungsi kendala berkaitan erat dengan pengalihragam keberadaan debit inflow kolong untuk kebutuhan air baku.

Dalam studi ini pengalihragaman sesusai fungsi kolong ditentukan oleh beberapa elemen yaitu :

- Tampungan air ketiga kolong
- Pelepasan air (untuk air baku)  $\rightarrow$  total
- Pertumbuhan penduduk dari tahun ke tahun
- Kehilangan air (evaporasi)

Persamaanya sebagai berikut :

$$V_{t+1} = V_t + I_t - Q_{dt} - E_t$$

Dimana :

$$V_{t+1} = \text{Tampungan awal kolong } m^3/dt$$

$$I_t = \text{Inflow debit kolong padabulan ke -t (Juta } m^3)$$

$$V_t = \text{Tampungan kolong akhir bulan ke-t (Juta } m^3)$$

$$Q_{dt} = \text{Total release kolong -> air baku bulan ke-t (Juta } m^3)$$



$E_t$  = Kehilangan air di kolong akibat evaporasi bulan ke- $t$  (Juta  $m^3$ )

$t$  = 1, 2, 3, .....12

Penyelesaian optimasi pada studi ini menggunakan Microsoft excel. Bentuk program linier :

➔ Objective function (fungsi tujuan)

$$\text{Max/min } f = (C_1X_1 + C_2X_2 + \dots C_nX_n)$$

Pada penyelesaian optimasi studi kasus :

$$Z = \text{Max} \sum_{i=1}^n (Ird)$$

$$\text{Max } Ird = \sum_{i=1}^n Qd_i \cdot Pi$$

➔ Constraint function (fungsi kendala)

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq \text{atau} \geq b_i$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq \text{atau} \geq b_2 \dots\dots\dots$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq \text{atau} \geq b_m$$

$$x_1x_2 \dots x_n \geq 0$$

Dengan penjabaran sebagai berikut :

### Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan memaksimalkan ketersediaan air ( $Ird$ )

$$Z = \text{Max} \sum_{i=1}^n (Ird)$$

$$Z = \text{Max} \sum_{i=1}^{12} (Ird)$$

$$\text{Max } Ird = \sum_{i=1}^n Qd_i \cdot Pi$$

$$\text{Max } Ird = \sum_{i=1}^{12} Qd_i \cdot Pi$$

Dimana :

$Ird$  : Ketersediaan air (Juta  $m^3$ )

$Qd_i$  : Kebutuhan air baku (Juta  $m^3$ )

$Pi$  : Jumlah penduduk/tahun proyeksi (jiwa)

$n$  : Indeks periode waktu bulanan dalam satu tahun, 1,2, . . .,12

$i$  : Indeks jenis variable keputusan dengan nilai 1,2, . . .,m

### Fungsi kendala

Merupakan merupakan batasan-batasan yang ada akan membatasi pengoperasian kolong. Fungsi kendala sistem pengoperasian kolong yang dibagi menjadi beberapa persamaan sebagai berikut :

- a. Variabel kendala yang berlaku pada penelitian ini adalah tampungan kolong dan pelepasan air kolong. Pada setiap tahap volume kolong dibatasi oleh vol min operasi dan vol maksimum operasi.

$$V_{min} \leq V \leq V_{max}$$

- b. Pelepasan air untuk air baku tidak boleh melebihi kapasitas maksimum kebutuhan air perhari, dan tidak boleh kurang dari jumlah minimum penduduk pengguna air.

$$P_{min} \leq Qd \leq Qd_{max}$$

- c. Selisih tampungan akhir dengan tampungan awal ditambah dengan pelepasan total harus sama dengan selisih inflow dengan evaporasi.

$$V_t - (V_{t+1}) + Qd_{max} \leq Ird - E_t$$

- d. Selisih outflow total dengan pelepasan unuk air baku harus lebih atau sama dengan nol.

$$(Ird + Spill_t) - Qd_t \geq 0$$

- e. Pelepasan air baku ditambah local inflow (bila ada) harus lebih besar atau sama dengan keb. air.

$$Ird - l_t \geq Qd_{max}$$

- f. Tampungan kolong, pelepasan total dan pelepasan air baku harus lebih besar atau sama dengan nol.

$$(V_t \cdot Qd_{max} \cdot Qd_t \geq 0)$$

Dimana =

$V_{min}$  : Tampung minimum operasional kolong (juta  $m^3$ )

$V$  : Volume tampungan kolong (juta  $m^3$ )

$V_{max}$  : Tampung maksimum kolong (juta  $m^3$ )

$P_{min}$  : Jumlah penduduk minimum/tahun proyeksi (jiwa)

$Q_d$  : kebutuhan air baku/hari (juta  $m^3$ )

$Qd_t$  : Total release kebutuhan air/tahun (juta  $m^3$ )

$Qd_{max}$  : Kebutuhan air baku maksimum (juta  $m^3$ )

$V_t$  : Tampung akhir waktu ke- t (juta  $m^3$ )

$V_{t+1}$  : Tampung awal kolong (juta  $m^3$ )

$Ir_d$  : Ketersediaan air (juta  $m^3$ )

$L_t$  : Inflow (local inflow) pada waktu ke-t (juta  $m^3$ )

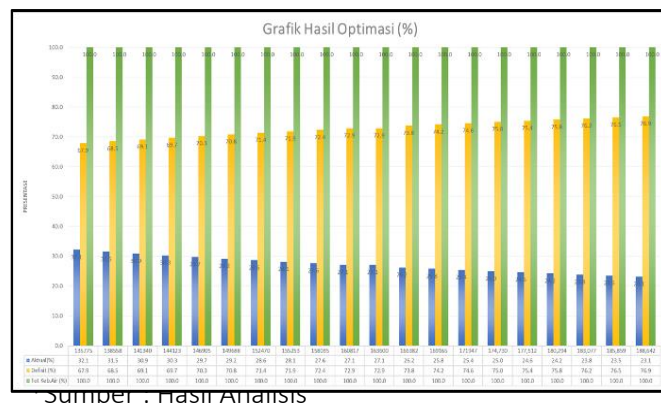
$E_t$  : Kehilangan air kolong akibat evaporasi pada waktu ke- t (mm)

Spill t : Limpasan pada waktu ke- t (juta  $m^3$ )

## 1. Kolong Kacang Pedang dan Pedindang

Hasil optimasi pada kolong Kacang Pedang sesuai tahun proyeksi 2018 dengan penduduk 135.775 jiwa, didapatkan hasil untuk pemenuhan kebutuhan air sebesar 1.422,8 mcm/juta  $m^3$  (1.422.804  $m^3$ /dt) dari total kebutuhan 5.451,87 mcm/juta  $m^3$  (5.451.874  $m^3$ /dt) dan kekurangan 4.029,07 mcm/juta  $m^3$  (4.029.070  $m^3$ /dt), tetapi hasil pemenuhan belum dimaksimalkan dengan tampungan kolong Pedindang, karena interkoneksi antar kolong Kacang Pedang dan Pedindang.

Hasil optimasi Kolong Pedindang sesuai masa tahun proyeksi tahun 2018 dengan jumlah penduduk 135.775 jiwa, dan total kebutuhan sebesar 5.451,8 juta  $m^3$  dan yang bisa dipenuhi oleh kolong Pedindang sebanyak 329,9 juta  $m^3$  dan kekurangan 5.121,9 juta  $m^3$  (untuk memenuhi seluruh kebutuhan air di wilayah distribusi Kolong Pedindang dan kolong Kacang Pedang yang terkoneksi. Sehingga jumlah yang terpenuhi akan ditambahkan dengan hasil optimasi kolong Kacang Pedang.

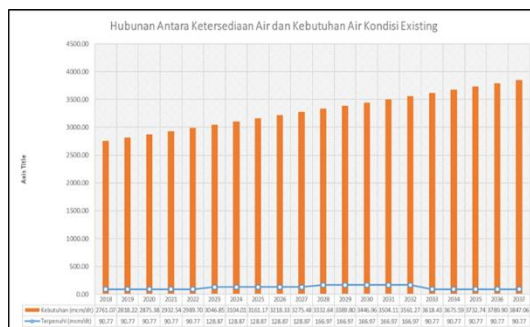


Gambar 1. Grafik Hasil Optimasi Kolong Kacang Pedang dan Pedindang

Hasil dari interkoneksi kedua kolong (kolong Kacang Pedang dan Kolong Pedindang) bisa memenuhi 1136,08 juta  $m^3$  (1.136.081,27  $m^3$ ) dengan total kebutuhan 5451,87 juta  $m^3$  (5.451.874  $m^3$ ) di tahun proyeksi 2018 atau bisa memenuhi 32,1 % dari total kebutuhan pada tahun 2018.

## 2. Kolong Bacang

Hasil dari optimasi kolong Bacang tahun proyeksi 2018 dengan jumlah penduduk sebanyak 68.757 jiwa, diketahui bisa memenuhi 90,7 juta  $m^3$  (90.771  $m^3$ ) dari total kebutuhan air untuk kolong Bacang 2.761,07 juta  $m^3$  dan masih terdapat kekurangan 2.719,85 juta  $m^3$ . Hasil optimasi pemenuhan kebutuhan air kota Pangkalpinang untuk Kolong Bacang paling kecil dari Kolong ataupun sumber air lainnya (kolong Kacang Pedang dan kolong Pedindang).



\*Sumber : Hasil Analisis

Gambar 2. Grafik Hasil Optimasi Kolong Bacang

**a. Karakteristik Tampungan Kolong**

Simulasi *standard operating rule* bertujuan menganalisis keandalan kolong tampungan kolong menyediakan air (volume) dalam memenuhi kebutuhan air selama 20 tahun ke depan (2018-2037). Metode simulasi yang digunakan adalah simulasi *Standard Operating Rule* (SOR). Debit masukan (inflow) yang digunakan dalam simulasi ini adalah debit bangkitan model Markov selama 20 tahun (2018-2037) dan besar penguapan (Eo) di badan air kolong dilakukan dengan mengalikan luas genangan kolong dengan dengan nilai evaporasi rerata bulanan hasil analisis dengan metode neraca energi. Untuk mengetahui keandalan/reliabilitas kolong dengan melakukan pengecekan antara tampungan (volume) kolong diakhir bulan simulasi (St+1) dikurangi dengan volume minimum tampungan kemudian dibandingkan dengan target kebutuhan air yang akan dikeluarkan (release). Apabila kebutuhan air lebih kecil dibandingkan volume tampungan diakhir bulan simulasi maka kolong memiliki keandalan ("oke"), tapi jika sebaliknya tampungan diakhir bulan simulasi lebih kecil daripada target kebutuhan maka kolong dikatakan tidak memiliki keandalan ("gagal").

**b. Analisis Neraca Air Kolong**

Dari hasil analisis neraca air yang telah di lakukan, untuk kolong yang interkoneksi yaitu kolong Kacang Pedang dan kolong Pedindang untuk seluruh tahun proyeksi mengalami defisit (sangat kekurangan). Hal yang sama juga terjadi pada kolong Bacang yang mengalami defisit.



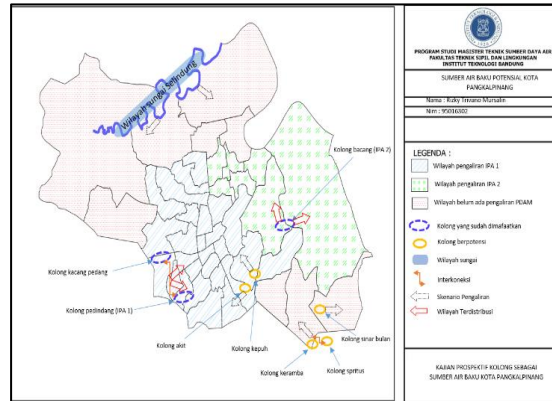
\*Sumber : Hasil Analisis

Gambar 3. Hubungan Ketersediaan dan Kebutuhan Ketiga Kolong

Pada gambar grafik 5.3 hubungan antara ketersediaan air dan kebutuhan keseluruhan ketiga kolong sebagai sumber air baku bahwa dijelaskan kebutuhan pada tahun 2018 sudah melebihi ketersediaan yang ada untuk pemenuhan kebutuhan air kota Pangkalpinang sehingga tahun berikutnya defisit makin meningkat.

## c. Skenario Optimasi Tampungan Kolong

Setelah melakukan optimasi, diketahui kebutuhan air dan ketersediaan tidak seimbang dan bahkan defisit. Khususnya untuk daerah kolong bacang yang kuantitasnya sangat kecil dibandingkan kolong Kacang Pedang dan Kolong Pedindang. Untuk menambah kuantitas di daerah pengaliran distribusi airbaku kota Pangkalpinang agar memanfaatkan kolong ataupun sumber air yang berpotensi lainnya. Seperti pada gambar D.



\*Sumber : Hasil Analisis

Gambar 4. Skenario Alternatif Optimasi

Dari alternatif inventarisasi kolong tersebut, ada 5 kolong yang berpotensi dijadikan sebagai sumber air salah satu faktornya usia kolong lebih dari 20 tahun termasuk kolong usia tua, kondisi biogeofisik semakin normal (ikan, tumbuhan disekitar kolong subur dan banyak) (Deni Wijaya, 2012). Kolong Keramba dan Spritus yang memiliki tampungan besar dan juga berdekatan begitu juga dengan Kolong Kepuh dan Kolong Akit. Kolong - kolong tersebut berpotensi untuk di olah untuk daerah pengaliran IPA Pedindang dan IPA Bacang. Khususnya daerah pengaliran IPA Bacang yang masih sangat minim dan terbatas.

Untuk pemenuhan 100% daerah pengaliran distribusi air kota Pangkalpinang penulis membuat skenario optimasi dengan pertumbuhan penduduk 2,1% sesuai data awal dari BPS dan asumsi pertumbuhan 1% tahun pada masing-masing daerah pengaliran kolong.

Dari hasil optimasi untuk pemenuhan kebutuhan secara merata 100%, bisa di maksimalkan tetapi dengan debit pengaliran dibawah 110 lt/jiwa/hari sehingga masyarakat di asumsikan menggunakan air hanya untuk keperluan mandi (kolong Kacang Pedang dan Pedindang). Tidak untuk aktifitas atau kegunaan yang lain mengingat debit yang bisa memenuhi sangatlah kecil di bawah 110 lt/jiwa/hari. Untuk skenario optimasi di kolong Bacang debit yang di hasilnya di bawah 10 lt/jiwa/hari, hal ini menunjukan kolong Bacang kondisinya sudah sangat tidak ideal untuk pemenuhan di tiga kecamatan kota Pangkalpinang.

Tabel 10. Optimasi pemenuhan 100% (pertumbuhan 2,1%) kolong Kacang Pedang dan Pedindang

TAHUN	Kebutuhan air Kolong Kacang Pedang dan Pedindang (pertumbuhan 2,1%) lt/jiwa/hari	Kebutuhan Terpenuhi (lt/jiwa/hari)	Persentase Terpenuhi (kebutuhan 110lt/jw/hari)	Kedalaman (skenario) (m)
2018	110	35.16	31.96	3
2023	110	41.49	37.72	4
2028	110	46.61	42.37	5
2033	110	50.91	6.28	6
2037	110	51.65	46.96	6.5

\*Sumber : Hasil Analisis

Tabel 11. Optimasi pemenuhan 100% (pertumbuhan 1 %) kolong Kacang Pedang dan Pedindang

TAHUN	Kebutuhan air Kolong Kacang Pedang dan Pedindang (pertumbuhan 1%) lt/jiwa/hari	Kebutuhan Terpenuhi (lt/jiwa/hari)	Persentase Terpenuhi (kebutuhan 110lt/jw/hari)	Kedalaman (skenario) (m)
2018	110	35.54	32.31	3
2023	110	44.06	40.05	4
2028	110	51.65	46.95	5
2033	110	58.58	53.25	6
2037	110	61.05	55.50	6.5

\*Sumber : Hasil Analisis

Tabel 12. Optimasi pemenuhan 100% (pertumbuhan 1 %) Kolong Bacang

TAHUN	Kebutuhan air Kolong Bacang (pertumbuhan 1%) lt/jiwa/hari	Kebutuhan Terpenuhi (lt/jiwa/hari)	Persentase Terpenuhi (kebutuhan 110lt/jw/hari)	Kedalaman (skenario) (m) Bacang
2018	110	3.62	3.29	4
2023	110	4.93	4.48	5
2028	110	6.10	5.55	6
2033	110	7.18	6.52	7
2037	110	8.23	7.48	8

\*Sumber : Hasil Analisis

Tabel 13. Optimasi pemenuhan 100% (pertumbuhan 2,1 %) Kolong Bacang

TAHUN	Kebutuhan air Kolong Bacang (pertumbuhan 2,1%) lt/jiwa/hari	Kebutuhan Terpenuhi (lt/jiwa/hari)	Persentase Terpenuhi (kebutuhan 110lt/jw/hari)	Kedalaman (skenario) (m) Bacang
2018	110	3.58	3.25	4
2023	110	4.64	4.21	5
2028	110	5.50	5.00	6
2033	110	6.22	5.65	7
2037	110	7.48	6.80	8

\*Sumber : Hasil Analisis

Pada skenario di simulasikan bahwa kedalaman kolong di tambah sesuai data karakteristik kolong dari Balai Besar Wilayah Sungai Sumatera VIII. Untuk IPA Pedindang adanya peningkatan pemenuhan di atas 50 lt/jiwa/hari dan untuk IPA Bacang masih dibawah 10 lt/Jiwa/hari.

Pada skenario di simulasikan bahwa kedalaman kolong di tambah sesuai data karakteristik kolong dari Balai Besar Wilayah Sungai Sumatera VIII. Untuk IPA Pedindang adanya peningkatan pemenuhan di atas 50 lt/jiwa/hari dan untuk IPA Bacang masih dibawah 10 lt/Jiwa/hari.

Dari total kebutuhan air IPA Pedindang sebesar 7574,5 juta m<sup>3</sup>. Kolong Kacang Pedang interkoneksi terhadap kolong Pedindang dengan jumlah layanan penduduk 188.642 jiwa mampu memenuhi 32 %, dan Kolong Bacang dengan jumlah layanan penduduk 95.805 jiwa mampu memenuhi 5 % dengan keadaan kolong yang normal. Dari hasil analisis optimasi tampungan kolong, diperoleh skenario – skenario pemenuhan merata 100 % kebutuhan air hingga 20 tahun masa proyeksi. Agar tercapainya pemenuhan tersebut dengan persentase pertumbuhan penduduk 2.1 %, maka:

1. Kolong Kacang Pedang dan Pedindang mampu menyuplai kebutuhan air baku sebanyak 51,6 liter/hari/jiwa hingga 20 tahun masa proyeksi.
2. Kolong Bacang dengan kapasitas tampungan yang tidak sebanding dengan jumlah penduduk wilayahnya pengaliran mampu menyuplai 7,4 liter/hari/jiwa hingga 20 tahun masa proyeksi.
3. Untuk skenario pertumbuhan penduduk 1% hingga tahun 2037, diperoleh hasil optimasi kolong Kacang Pedang dan Pedindang mampu menyuplai hingga 61 liter/jiwa/hari, dan untuk kolong Bacang sebanyak 8,2 liter/jiwa/hari. Maka dalam hal ini, dengan skenario penurunan persentase pertumbuhan penduduk tidak memberi dampak yang signifikan untuk pemenuhan dan pemerataan 100 % kebutuhan air baku diseluruh kota Pangkalpinang.
4. Berdasarkan hasil uji laboratorium kualitas air dari ketiga sumber pada kolong Kacang Pedang, Pedindang dan Bacang dengan 5 sampel primer dilakukan pengujian di laboratorium kualitas air Institut Teknologi Bandung. Dimana hasil laboratorium menunjukkan 3 sampel murni yang diuji keseluruhan, tidak memenuhi dibebberapa parameter seperti kekeruhan, warna, Fe (besi), zat organik (KMnO<sub>4</sub>), dan 2 sampel setelah pengolahan yang dilakukan PDAM kota Pangkalpinang menunjukkan hasil yang lebih baik tetapi pH masih dibawah baku mutu tetapi sudah bisa diterima oleh PDAM kota Pangkalpinang. Dengan menggunakan empat bahan campuran kimia seperti Soda ASH, Alumunium Sulfat, Kaporit dan PAC.

## PENUTUP

Pertumbuhan penduduk kota Pangkalpinang selama 20 tahun meningkat dari 200.326 jiwa menjadi 284.447 jiwa pada tahun 2037 dengan pertumbuhan 2,1 %. Hasil optimasi pada kolong Kacang Pedang, Pedindang dan Bacang tidak memenuhi 100 % dengan kebutuhan 110 liter/jiwa/hari. Dengan hasil optimasi kapasitas tampungan tersebut kolong Kacang Pedang, Pedindang dan Bacang tidak mampu

---

memenuhi kebutuhan air baku (defisit) keseluruhan kota Pangkajene sampai tahun proyeksi 2037. Hasil simulasi SOR untuk kolong Kacang Pedang, Pedindang dan Bacang dengan target release 100% selama tahun proyeksi 20 tahun (240 bulan), untuk simulasi SOR kolong Kacang Pedang interkoneksi terhadap kolong Pedindang, pada target release 100% mendapatkan hasil kegagalan 37 kali dengan 85% keandalan terpenuhi dan kolong Pedindang dengan target release 100% jumlah kegagalan 79 kali dan keandalan 67%. Untuk simulasi SOR kolong Bacang dengan target release 100%, jumlah kegagalan mencapai 96% atau 231 kali dengan keandalan 4%. Jadi hasil simulasi dan optimasi kolong mempunyai potensi yang baik untuk dijadikan pemenuhan kebutuhan air baku, karena peran peningkatan debit ketersediaan air di pulau Bangka yang tidak memiliki sungai yang besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Balai Besar Wilayah Sungai Sumatera VIII. 2017. *Data Hidrologi Kota PangkalPinang*. Sumatera Selatan Bangka Belitung.
- Pengelolaan Jaringan Sumber Air Sumatera VIII. 2017. *Data Inventarisasi Sumber Air (Kolong) di Kota PangkalPinang*.
- Pelaksana Jaringan Pemanfaatan Air Sumatera VIII. 2014. *Data Air Baku Kolong Kacang Pedang Kota PangkalPinang*.
- BMKG Depati Amir. 2016. *Data Klimatologi Kota PangkalPinang*.
- Bappeda Kota Pangkalpinang. 2017. *Laporan Akhir Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Pangkalpinang*. Pemerintah Kota PangkalPinang, Bangka Belitung.
- Badan Pusat Statistik Kota PangkalPinang. 2017. *PangkalPinang Dalam Angka 2017*.
- Badan Pusat Statistik Kota PangkalPinang. 2016. *PangkalPinang Dalam Angka 2016*.
- Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Pinang. 2016. *Laporan Tahunan PDAM Tirta Pinang 2016*.
- Bappenas, 2006. *Pedoman Konstruksi dan Bangunan Dep.PU dalam Direktorat Pengairan dan Irigasi Bappenas, 2006*.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 2010. *Persyaratan Kualitas air*. 2012
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 2017. *Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratn Kesehatan Air Untuk Keperluan Higieni Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum*.
- Perda Pemerintah Kota Pangkalpinang. 2005. *Pengelolaan dan Pemanfaatan Kolong*. Pemerintah Kota Pangkalpinang, Bangka Belitung.
- Soeharno, Agung Wiyono Hadi. 2017. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Bahan Ajar. Bandung: Program Magister PSDA ITB.
- Darsono, Sri Legowo Wignyo. 2017. *Pengelolaan Sumber Daya Air*. Catatan Pribadi. Program Studi Magister PSDA ITB.
- Soentoro, Edy Anto. 2017. *Analisa Pengambilan Keputusan*. Handout. Bandung Program Studi Magister PSDA ITB.
- Kridasantausa, Iwan dan Indratmo. 2016. *Etika Profesi*. Handout. Bandung. Program Studi Magister PSDA ITB.
- Farid, Muhammad. 2016. *Hidrologi*. Handout dan Catatan Pribadi. Bandung. Program Studi Magister PSDA ITB.
- Kuntoro, Arno Adi. 2016. *Matematika Teknik*. Handout. Bandung. Program Studi Magister PSDA ITB.
- Sabri, Fadillah. 2008. *Mengetahui Nilai Ekonomi (NEA) Kolong DAM-3 Pemali Kabupaten Bangka*. Jurnal Teknik Sipil UGM.
- Komalia, Kiki dan Indrawan, Ivan. 2012. *Analisis Pemakaian Air Bersih (PDAM) Untuk Kota Pematang Siantar*. Departemen Teknik Sipil USU.
- Putra Jaya, Reja. 2017. *Optimasi Pemanfaatan Embung jinggring Untuk Pengembangan Sumberdaya Air Daerah Aliran Sungai Sadar Mojokerto Jawa Timur*. Jurnal Teknik Sipil UGM.

- Garsia Dafit, Sujatmoko Bambang dan Rinaldi. 2012. *Analisa Kapasitas Tampungan Embung Bulakan Untuk Memenuhi Kekurangan Kebutuhan Air Irigasi Di Kecamatan Payakumbuh Selatan*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Riau.
- Akbarsyah. 2014. *Analisis Ketersediaan dan Pemanfaatan Air Kolong Simpur Kecamatan Pemali*. Jurnal UBB Pangkalpinang.
- Yulianto, Tri. 2013. *Studi Alokasi Pada DAS Cilandir Provinsi Jawa Barat*. Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Air. ITB 2013.
- Kusharyati, Padmi. 2016. *Studi Alokasi Air Berbasis Ribasim Di Daerah Aliran Sungai (DAS) Garang Provinsi Jawa Tengah*. Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Air. ITB 2016.
- Siswandi, Andi. 2010. *Simulasi Alokasi Air Pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung*. Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Air. ITB 2010.
- Tarigan, Abinentras. 2001. *Optimasi Pemanfaatan Air Wauk Kedug Ombo Dengan Program Linier*. Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Sabri, Fadillah. 2015. *Pengelolaan Sumberdaya Kolong*. Citra Books, Palembang.
- Nofi Yendri, Sudiar. 2015. *Model Pembangkit Data Curah Hujan: Studi Kasus Stasiun Simpang Alai Kota Padang*. <https://media.neliti.com/media/publications/129574-ID-model-pembangkit-data-curah-hujan-studi.pdf>.
- Wurbs, Ralph.A. 1996. *Modeling & Anlysis of Reservoir System Operations*. Prentice Hall PTR.
- Talial D, Tjutju. 2016. *Operations Research*. Sinar Baru Algensindo, Bandung.
- Ossenbruggen, Paul J. 1983. *System Analysis For Civil Engineers*. John Wiley & Sous, Inc.