

PEMANFAATAN AIR HUJAN GUNA MEREDUKSI DEBIT *RESERVE OSMOSIS (RO)* PADA PROSES SERVICE AREA DI PLTU PALU-3 2x50 MW DONGGALA, SULAWESI TENGAH, INDONESIA

Mohammad Imamuddin¹, Basit Al Hanif², Djihan Apriellia Kurniajati³

^{1,2,3}Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jl. Cemp. Putih Tengah I No.1,
RT.11/RW.5, Cemp. Putih Tim., Kec. Cemp. Putih, Kota Jakarta Pusat, Daerah Khusus Ibukota
Jakarta, 10510

* Email: imamuddin0001@umj.ac.id

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan jenis sumber pembangkit listrik yang sangat umum digunakan di Indonesia. Umumnya PLTU selalu dibangun di pinggir pantai, pemilihan lokasi di area tersebut bukan karena tanpa alasan. Sebab kebutuhan sumber air yang sangat besar untuk memenuhi kebutuhan air dalam proses di PLTU, menjadi alasan terbesar kenapa PLTU dibangun di pinggir pantai. Dalam proses nya, sumber air yang dibutuhkan bersumber dari air laut lalu dilakukan penyaringan hingga menjadi air tawar sehingga bisa digunakan untuk kebutuhan harian di dalam PLTU. Proses tersebut dinamakan *Reserve Osmosis (RO)* yakni penyaringan dari air laut menjadi air tawar. Indonesia merupakan negara ber-iklim tropis, hingga dalam catatan harian curah hujan di beberapa daerah di Indonesia cukup beragam. Pembangunan PLTU Palu-3 2x50 MW ini dibangun di daerah Donggala, Palu, Sulawesi Tengah. Palu juga merupakan salah satu area yang terdampak dari Fenomena La Nina, karena posisi nya yang berada di pesisir laut menjadi salah satu alasan fenomena La Nina ini sangat berpengaruh di area tersebut. Dengan perkiraan curah hujan yang tinggi di daerah tersebut, maka berpotensi untuk memanfaatkannya agar dapat mereduksi kebutuhan air laut pada proses *RO*. Dengan menentukan jenis distribusi dan mencari besaran debit hujan rencana selama 10 tahun terakhir (2013-2022), maka bisa mengetahui debit air yang dapat tertampung sehingga dapat diketahui besaran debit yang dapat direduksi dengan memanfaatkan curah hujan yang terjadi.

Kata kunci: Air, Penyaringan, *Reserve Osmosis (RO)*, Tampung

ABSTRACT

Steam Power Plant (PLTU) is a type of power source that is very commonly used in Indonesia. In general, PLTU is always built on the beach, the choice of location in that area is not without reason. Because the need for a very large source of water to meet the needs of water in the PLTU process is the biggest reason why the PLTU is built on the beach. In the process, the required source of water comes from sea water and then is filtered to become fresh water so that it can be used for daily needs in the PLTU. This process is called Reserve Osmosis (RO), which is the filtering of sea water into fresh water. Indonesia is a country with a tropical climate, so that the daily records of rainfall in several regions in Indonesia are quite diverse. The construction of the 2x50 MW Palu-3 PLTU was built in the Donggala area, Palu, Central Sulawesi. Palu is also one of the areas affected by the La Nina Phenomenon, because its position on the sea coast is one of the reasons this La Nina phenomenon is very influential in that area. With high rainfall forecast in the area, it is potential to use it to reduce seawater demand in the RO process. By determining the type of distribution and looking for the amount of planned rain discharge for the last 10 years (2013-2022), we can find out the water discharge that can be accommodated so that we can know the amount of discharge that can be reduced by utilizing the rainfall that occurs.

Keywords: Filtration, Reverse Osmosis (RO), Storage, Water

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan, terdiri dari banyak pulau yang saling berjauhan satu dan lainnya, populasi

masyarakat Indonesia saat ini berada di angka 278 juta jiwa. Oleh karena itu, dapat dipastikan bahwa kebutuhan listrik akan semakin meningkat tiap tahunnya.

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan salah satu penghasil listrik alternatif yang lebih banyak digunakan di Indonesia, karena lebih efektif dari segi biaya dibanding pembangkit listrik lainnya. PLTU membutuhkan debit air yang tinggi pada proses pekerjaan hariannya, setidaknya dibutuhkan sebanyak 24.074 m³/h yang bersumber dari air laut. Air laut yang akan digunakan, sebelumnya disaring hingga menjadi air tawar dan setelahnya bisa digunakan untuk konsumsi harian di PLTU. Singkatnya, proses penyaringan dari air laut menjadi air tawar tersebut dinamakan Reserve Osmosis (RO), penyaringan ini dilakukan guna menghilangkan larutan garam dari air laut sehingga air laut berubah menjadi air tawar/payau. Penggunaan membran Reverse Osmosis (RO) dan Nanofiltrasi (NF) untuk mengolah air laut dan air payau adalah pilihan yang tepat. Penggunaan membran ini menjadi menarik karena material yang dikembangkan untuk mendapatkan membran dengan fluks yang tinggi, tingginya rejeksi terhadap garam dan dapat digunakan pada tekanan rendah (R. Haddad, et.al, 2004). Tapi pada hal yang akan dianalisis kali ini, debit air reserve osmosis yang direncanakan untuk direduksi sebesar 0,0269444 m³/s atau setara dengan 97 m³/h.

Pembangunan PLTU ini berada di area dimana curah hujan yang terjadi cukup tinggi, namun pemanfaatan dari air hujan ini kelihatannya masih belum menjadi fokus untuk dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin. Pemanfaatan air hujan yang dimaksud disini yakni dengan melakukan pemanenan air dari curah hujan yang terjadi. Dengan memanfaatkan air hujan, maka diharapkan dapat mereduksi debit air yang pada umumnya diambil dari air laut dalam jumlah besar. Dengan mereduksi debit air yang dibutuhkan, maka debit air laut dari *Reserve Osmosis (RO)* juga dapat berkurang, manfaatnya *cost* yang dikeluarkan untuk produksi alat penyaringan *RO* dapat berkurang dan lebih hemat.

TINJAUAN PUSTAKA

Dasar Teori

Dalam konsep siklus hidrologi bahwa jumlah air di suatu luasan tertentu di permukaan bumi dipengaruhi oleh besarnya air yang masuk (*input*) dan keluar (*output*) pada jangka waktu tertentu. Semakin cepat siklus hidrologi terjadi maka tingkat neraca air nya semakin dinamis. Menurut Triatmoojjo (2008) dalam *statistic* dikenal beberapa parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi rata-rata (X), simpangan baku (s), koefisien skewness (Cs), koefisien kurtosis (Ck) dan koefisien variasi (Cv). Statistik tersebut dilakukan untuk menentukan metode distribusi mana yang akan digunakan.

Persamaan (Rumus/Formula)

Persamaan untuk menghitung intensitas curah hujan menggunakan persamaan DR. Mononobe dalam Suyono S (1999) karena curah hujan yang tersedia berasal dari curah hujan harian rerata.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{T_c} \right)^{(2/3)} \quad (1)$$

Dimana;

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

R₂₄ = Curah hujan maks. dalam 24 jam (mm)

T_c = Waktu curah hujan (mm)

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times A \quad (2)$$

Dimana;

Q_p = Debit maksimum banjir rencana (m³/s)

C = Koefisien Aliran

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas *catchment area* (km²)

2. METODE PENELITIAN

Analisis dilakukan dengan mengumpulkan nilai dari 3 stasiun curah hujan, berikut 3 stasiun terdekat dari area yang dianalisis.

Tabel 1. Koordinat Lokasi Stasiun Curah Hujan

No	Stasiun Hujan	Koordinat (UTM)
1	Stasiun Labuhan Salumbone	00° 38' 02.9" LS serta 119° 51' 01.8" BT.
2	Stasiun Lero	00° 38' 05.3" LS serta 119° 47' 47.1" BT

3	Stasiun Sindue	00° 36' 10.0" LS serta 119° 47' 41.2" BT.
---	----------------	---

Sumber: Data informasi dari stasiun terkait

9	2021	123,65	197,7	82
10	2022	103,06	171,8	85
Rerata		101,667	174,639	136,68

Maka metode analisis yang selanjutnya dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Analisis perbandingan nilai curah hujan dengan tiga metode, yakni;
 - a. Metode Aljabar.
 - b. Metode Thiesen.
 - c. Metode Poligon.
2. Metode distribusi curah hujan rencana.
3. Uji normalitas dengan Uji Chi-kuadrat.
4. Menghitung *catchment area*.
5. Menghitung intensitas curah hujan.
6. Debit air yang dapat ditampung dan Persentase air yang dapat ditampung dari debit yang dibutuhkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1) Analisis curah hujan

Data curah hujan didapatkan dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) yang berada di kota Palu. Dengan rentang waktu selama 10 tahun (2013-2022).

Metode yang dilakukan adalah metode aljabar, karena metode ini lebih cocok digunakan berdasarkan data posisi yang didapatkan dari 3 stasiun tersebut.



Gambar 1. Pemodelan metode aljabar

Tabel 2. Rerata Curah Hujan

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum		
		Stasiun Labuhan	Stasiun Lero	Stasiun Sindue
1	2013	109,38	155,2	96
2	2014	115,28	239,8	124
3	2015	78,84	115,5	114
4	2016	108,80	186,1	63
5	2017	109,17	195,9	99
6	2018	96,45	176,4	257
7	2019	75,40	128,6	218
8	2020	96,63	179,4	226

Dari ketiga stasiun tersebut maka didapatkan nilai rerata curah hujan dari metode aljabar sebesar 137,629 mm/tahun.

2) Metode distribusi curah hujan

Dengan melakukan perbandingan dengan 2 jenis metode distribusi, yakni metode gumbel dengan metode log pearson III. Maka didapatkan hasil metode yang digunakan menggunakan metode **Distribusi Gumbel**, karena nilai nya memenuhi persyaratan dari perhitungan yang telah dilakukan.

Tabel 3. Penentuan Jenis Metode Distribusi

No	Jenis distribusi	Syarat	Hasil Peritungan	Keterangan
1	Gumbel	$Cs \leq 1,1396$ $Ck \leq 5,4002$	-0,111 $\leq 1,1396$ 0,00054 $\leq 5,4002$	Memenuhi
2	Log Normal	$Cs = 3$ $cv + Cv^2$	-0,111 $\leq 0,0016$ 0,8325 $0,8325$	Tidak memenuhi
3	Log Pearson III	$Cs \neq 0$	-0,111 $\neq 0$	Memenuhi
4	Normal	$Cs = 0$	-0,111 $= 0$	Tidak memenuhi

3) Uji normalitas dengan Uji Chi-kuadrat.

Uji chi-kuadrat dilakukan sebagai bentuk validasi atas uji distribusi diatas, antara 2 (dua) jenis distribusi, yakni distribusi gumbel dan distribusi log pearson III. Dengan persyaratan sebagai berikut:

- a) Jika nilai $X^2 = 0$; maka tingkat kecocokan baik. Semakin besar nilai X^2 , maka semakin kecil tingkat kecocokan.
- b) X^2_{kritis} merupakan batas dimana data masih dianggap cocok, umumnya diambil nilai $X^2_{kritis} = 5\%$.
- c) Jika nilai $X^2 \leq X^2_{kritis}$, maka sebaran masih dapat dianggap mewakili distribusi statistik data yang dianalisis.
- d) Besarnya X^2_{kritis} dapat dicari bergantung dengan derajat

kepercayaan (α). Tabel nilai kritis uji keselarasan chi – kuadrat.

Dari perhitungan metode Distribusi Gumbel didapatkan nilai X^2 sebesar 2 dan nilai X^2_{kritis} sebesar 3,841. Sedangkan metode Distribusi Log Pearson III didapatkan nilai X^2 sebesar 6,8 dan nilai X^2_{kritis} sebesar 3,84. Maka, nilai $X^2 \leq X^2_{kritis}$ yang mewakili adalah dengan metode distribusi Gumbel. Maka nilai dari distribusi gumbel dianggap mewakili distribusi statistik data yang dianalisis.

4) Menghitung *catchment area*

Tabel 4. Luasan *catchment area*

No	List Bangunan	A = <i>catchment area</i>	
		m ²	km ²
1	Administration Building	409,61	0,00041
2	Mosque	552,00	0,00055
3	Canteen	409,50	0,00041
4	Workshop Warehouse	105,60	0,00011
5	B3 Building	874,19	0,00087
6	WTP Building	1061,82	0,00106
7	Guard House	90,13	0,00009
8	Limestone Building	415,42	0,00042
9	Sand Storage Building	119,56	0,00012
10	Coal Shed	93,80	0,00009
11	Coal Handling Control Building	264,00	0,00026
12	Air Compressor Building	160,14	0,00016
13	Substation Control Building	289,06	0,00029
14	EDG	26,00	0,00003
15	CW Pump House	372,06	0,00037
16	Fire Stasion Building	228,01	0,00023
17	Bulldozer Garage	221,76	0,00022
Total			0,00569

Maka, didapatkan luasan *catchment area* dari tiap bangunan yang ditinjau adalah senilai 0,00569 km².

5) Menghitung intensitas curah hujan

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{Tc} \right)^{(2/3)}$$

Nilai R_{24} diambil dari nilai X_{tr} PUT Distribusi Gumbel, dengan Periode Ulang Tahun (PUT) berdasarkan kala ulang

tipologi area yang di analisis. Berdasarkan luasan area sebesar 37 Ha, maka Periode Ulang Tahun (PUT) yang digunakan adalah 5 tahunan. Dengan nilai R_{24} yakni 162,74.

Tabel 5. Intensitas curah hujan dari *catchment area* tiap atap bangunan

No	List Bangunan	L (m ²)	Tc	I
			(jam)	(mm/jam)
1	Administration Building	85,45	0,791	66,06
2	Mosque	94	0,883	61,38
3	Canteen	81	0,743	68,84
4	Workshop Warehouse	112,40	2,085	53,48
5	B3 Building	134	1,329	46,71
6	WTP Building	207,60	2,204	33,34
7	Guard House	38,44	0,314	122,23
8	Limestone Building	83,20	0,766	67,43
9	Sand Storage Building	44	0,367	110,15
10	Coal Shed	93,80	0,880	61,48
11	Coal Handling Control Building	70	0,628	77,03
12	Air Compressor Building	51,80	0,443	97,14
13	Substation Control Building	79	0,722	70,17
14	EDG	26	0,200	165,20
15	CW Pump House	81,08	0,744	68,78
16	Fire Stasion Building	60,40	0,529	86,30
17	Bulldozer Garage	60,96	0,535	85,69

6) Menghitung debit hujan rencana

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times A$$

Tabel 6. Debit air yang dapat ditampung

No	List Bangunan	Koefisien	Debit air
		Limpasan (C)	tampungan (m ³ /s)
1	Administration Building	0,80	0,0060176
2	Mosque	0,80	0,0075351
3	Canteen	0,80	0,0062691
4	Workshop Warehouse	0,80	0,0012560
5	B3 Building	0,80	0,0090810
6	WTP Building	0,80	0,0078725
7	Guard	0,80	0,0024502

House			
8	Limestone Building	0,80	0,0062297
9	Sand Storage Building	0,80	0,0029290
10	Coal Shed	0,80	0,0012825
11	Coal Handling Control Building	0,80	0,0045226
12	Air Compressor Building	0,80	0,0034596
13	Substation Control Building	0,80	0,0045113
14	EDG	0,80	0,0009553
15	CW Pump House	0,80	0,0056916
16	Fire Stasion Building	0,80	0,0042260
17	Bulldozer Garage	0,80	0,0042260
Total			0,0786653

Dari tabel diatas, maka dapat diketahui besaran debit yang bisa ditampung sebesar 0,0786653 m³/s.

Kemudian, besaran debit yang dibutuhkan dalam proses Reverse Osmosis (RO) pada PLTU Palu-3 2x50 MW sebagai berikut:

Tabel 7. Debit yang dibutuhkan

No	Keterangan	Debit Kebutuhan	
		m ³ /h	m ³ /s
1	Desalination Plant & Demineralized Water Plant	97	0,0269444
Total			0,0269444

Berdasarkan data dari hasil analisis diatas dan juga data diagram alur debit air yang dibutuhkan untuk pengoperasian sistem service area pada PLTU, maka persentase kebutuhan air yang sebelumnya menggunakan air laut kemudian dapat digantikan dengan memanfaatkan air hujan yang terjadi di area yang ditinjau.

4. KESIMPULAN

Dengan hasil analisis, besaran debit air yang dapat ditampung sebesar 0,0269444 m³/s. Nilai tersebut dapat digunakan sebagai sumber pengganti dari pemanfaatan air laut yang sebelumnya digunakan untuk kebutuhan pada service

area. Maka dengan ini dapat disimpulkan bahwa, pemanfaatan air hujan yang dapat ditampung berdasarkan perhitungan analisis, **dapat** mereduksi kebutuhan keseluruhan air bersih Reverse Osmosis (RO) dari air laut yang nantinya digunakan untuk sistem operasi di service area (desalination plant dan demineralized water plant.) pada PLTU.

DAFTAR PUSTAKA

- Basic Reserve Osmosis, Puretec Retrieved from <https://puretecwater.com/reverse-osmosis>
- Faisal, Zulvyah dkk. (2022). *Hidrologi Terapan*. Deepublish Publisher, Yogyakarta
- Harto, Sri. (1993). *Analisa Hidrologi*. Gramedia Pustaka, Jakarta
- Kementrian Pekerjaan Umum. (2014). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.12 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*, Departemen PU, Jakarta
- Munawaroh, Noviatul dkk. *Sistem Pengolahan Air dan Pengendalian Limbah di PLTU Tanjung Jati-B Desa Tubanan Kembang Jepara*. Program Studi Tadris IPA Fakultas Tarbiyah dan Keguruan IAIN Kudus. Jurnal Pengabdian Masyarakat Bidang Sains dan Teknologi. Volume 3(2), 2019, 73-76. www.jbs.or.id
- Rohyanti, Sri dkk. *Analisis Limpasan Permukaan dan Pemaksimalan Resapan Air Hujan di Daerah Tangkapan Air (DTA) Sungai Besar Kota Banjarbaru untuk Pencegahan Banjir*. Jurnal Fisika FLUX. Vol. 12 No.2, Agustus 2015 (128 – 139).
- Suprpto, H. Bramantyo Agung. *Konsep Pemanfaatan Air Hujan Sebagai Air Siap Pakai*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung. Hermenegildus B.A. Suprpto, 2015, <https://www.researchgate.net/publication/287584850>

- Makmara. T. (2009). *Tuturan persuasif wiraniaga dalam berbahasa Indonesia: Kajian etnografi komunikasi*. (Unpublished master's thesis) Universitas Negeri Malang, Malang, Indonesia. → **Tesis**
- United Arab Emirates architecture. (n.d.). Retrieved June 17, 2010, from UAE Interact website: <http://www.uaeinteract.com/>
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia. (1992). *Tiga undang-undang: Perkeretaapian, lalu lintas, dan angkutan jalan penerbangan tahun 1992*. Jakarta. Eko Jaya.