

Analisis Penurunan Suhu Air Limbah PLTU Menggunakan *Cooling Water Way* pada PLTU Jeneponto 2X125MW

Analysis of Reducing The Temperature of Steam Power Plant Waste Water Using Cooling Water Way PLTU Jeneponto 2X125 MW

Istiawati Darwis^{1,a)}, Muhammad Dwiyanto Agung Prakasa²⁾, Muh. Sucitra Amansah³⁾

^{1,2,3)} Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang

Koresponden: ^{a)} iisistia@poliupg.ac.id

ABSTRAK

PLTU merupakan prasarana yang sangat menopang kehidupan masyarakat sekarang ini. PLTU merupakan sarana yang sangat dibutuhkan tetapi juga berkontribusi dalam pencemaran limbah utamanya air limbah panas. Sehingga sangat perlu dilakukan analisa keefektifan instalasi saluran air pendingin (*cooling water way*) PLTU, sesuai atau tidak dengan ketentuan yang berlaku sehingga air limbah dapat dilepas ke laut dengan suhu normal tanpa mencemari lingkungan sekitarnya. Metode yang digunakan adalah pengolahan hasil pengukuran menggunakan aplikasi Civil3D dan Surfer. Hasil dari penelitian menandakan bahwa instalasi saluran air pendingin (*cooling water way*) tidak efektif dalam menurunkan suhu air limbah PLTU Jeneponto sehingga dapat mencemari laut. Untuk meningkatkan keefektifannya perlu diadakan perlakuan terhadap air limbah untuk menurunkan suhunya serta perencanaan yang lebih baik untuk pembuatan instalasi saluran pendingin selanjutnya.

Kata kunci : Instalasi Saluran Air Pendingin, Air Limbah Panas, PLTU.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kabupaten Jeneponto Provinsi Sulawesi Selatan merupakan daerah yang memiliki tingkat masyarakat yang lumayan tinggi. Faktor Ekonomi dan IPTEK sudah menjadi kebutuhan dasar masyarakatnya demi menunjang kemajuan & pertumbuhan wilayah itu sendiri. PT. Perusahaan Listrik Negara (persero) dan PT. Bosowa Energi bersama dengan Pemerintah Kabupaten Jeneponto mengadakan proyek pembangunan PLTU 2 x 125 MW, dimana saat ini dinamakan proyek PLTU Jeneponto Phase I yang berlokasi di Kabupaten Jeneponto.

Proyek pembangunan PLTU Jeneponto ini berlokasi di Kabupaten Jeneponto sebagai pusat pembangkit energi listrik. Hal ini dikarenakan lokasi dan kondisi lahan proyek berada dipinggir pantai yang luas dan jauh dari pemukiman warga dimana sangat mendukung untuk pembangunan PLTU yang berbahan bakar dasar batu bara yang di impor dari pulau Kalimantan. Proyek PLTU ini sebagian besar merupakan struktur beton berat yang berhubungan langsung dengan air panas dan air garam laut.

PLTU Jeneponto telah memenuhi kebutuhan energi listrik melalui pengoperasiannya. Disisi lain juga akan

menimbulkan air buangan yang berlangsung secara sirkulasi ke perairan pantai desa Punagaya – Kab. Jeneponto. Air buangan ini sangat dapat mempengaruhi ekosistem organisme laut pada daerah yang sebaran air buangan panas tersebut. PLTU akan secara terus menerus membuang limbah ke arah laut sehingga dapat terjadi kerusakan pada organisme-organisme sekitarnya tergantung jarak organisme tersebut dengan mulut saluran pendingin yang merupakan pintu keluarnya air buangan PLTU tersebut.

Berita pada news.okezone.com oleh Baharuddin, 2012 dengan judul “Limbah PLTU Cemari Teluk Puntondo” menyatakan limbah air panas hasil Perusahaan Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang berada pada Desa Punaga, Kecamatan Bangkala, Jeneponto, diduga mencemari teluk Puntondo, Kabupaten Takalar, sekitar enam bulan lalu.

Hal ini mengakibatkan, petani rumput laut warga di Desa Laikang, Kecamatan Polong Bangkeng Selatan (Galsel), Kabupaten Takalar hasilnya menurun dari sebelum-sebelumnya. Para warga mengkhawatirkan air buangan tersebut mempengaruhi ekosistem laut Teluk Puntondo dan sekitarnya.

Dari kondisi tersebut dapat dilihat perlunya tinjauan dan penelitian terhadap aliran suhu limbah air panas PLTU dan bagian konstruksi yang merupakan jalur langsung buangan limbah atau yang dikenal dengan *cooling water way* tersebut ke laut sehingga dapat meminimalisir atau mencegah terjadinya peningkatan suhu air laut akibat limbah air panas tersebut.

Tujuan dan Manfaat Kegiatan

Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis model penurunan suhu air buangan pada *cooling water way* PLTU Jeneponto dan model grafik penurunan suhu air buangan terhadap jarak pada *cooling water way*

STUDI PUSTAKA

Kondisi Instalasi Saluran Pendingin

(Cooling Water Way)

Saluran Buangan Limbah Air Panas berfungsi sebagai jalur pembuangan hasil sisa pembakaran pada boiler menuju instalasi saluran air pendingin (*cooling water way*) dan dibuang ke laut. Hasil buangan ini merupakan limbah yang berupa air panas.

Disamping itu selain berfungsi sebagai saluran pembuangan, juga berfungsi utama sebagai sirkulasi pendingin dari limbah air panas. Dari kedua objek penelitian yang ditinjau secara fisik konstruksi saluran memiliki perbedaan dari aspek dimensi saluran, panjang saluran dan model saluran.

Air buangan atau air limbah memiliki suhu sampai 40°C. Tetapi telah ditetapkan nilai maksimal perbedaan antara suhu air limbah dengan suhu alami air laut adalah 5°C (Nurjaya dkk, 2010). Pada lokasi studi penelitian telah menetapkan standar suhu perairan normal air laut adalah 30°C sehingga dapat menimbulkan dampak lingkungan disekitar saluran.

Limbah

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari berbagai proses produksi dan kegiatan sehari-hari kita. Dalam konteks ini, limbah dapat berasal dari rumah tangga, tempat kerja, atau fasilitas industri. Penyebab terjadinya pencemaran air mencakup berbagai elemen, mulai dari makhluk hidup, zat kimia, energi, hingga komponen lain yang dapat mempengaruhi kualitas air. Unsur-unsur inilah yang sering disebut sebagai 'unsur pencemar'. Dalam praktiknya, unsur pencemar ini seringkali berupa limbah rutin, seperti limbah cair yang dihasilkan oleh berbagai industri.

Perlu diingat bahwa aspek penyebab pencemaran air bisa berasal dari dua sumber utama: alam dan manusia. Alam sendiri dapat memengaruhi kualitas air melalui peristiwa alami seperti erupsi vulkanik atau

aliran lumpur. Namun, peran manusia dalam menciptakan limbah dan mencemari air sangat signifikan. Aktivitas manusia yang tidak terkelola dengan baik, termasuk penggunaan bahan kimia berbahaya, pembuangan limbah yang tidak sesuai, serta polusi udara dari kendaraan bermotor, semuanya dapat berkontribusi pada pencemaran air.

PLTU adalah fasilitas pembangkit energi listrik yang menggunakan tenaga uap sebagai motor utamanya untuk menghasilkan listrik. Sistem ini beroperasi dengan menggunakan air sebagai media kerjanya. Proses dimulai dengan mengubah air menjadi uap melalui pemanasan di dalam ketel uap (boiler). Kemudian, uap yang dihasilkan digunakan untuk menggerakkan turbin. Setelah keluar dari turbin, uap yang telah digunakan dialirkan ke dalam mesin kondensor yang menggunakan air sebagai pendingin, baik air tawar maupun air laut. Hal ini menyebabkan uap tersebut mengalami kondensasi dan berubah kembali menjadi air cair. Selanjutnya, air cair ini dipompa kembali ke dalam ketel uap untuk diubah menjadi uap kembali. Fungsi utama dari air pendingin ini adalah mengekstrak panas dari kondensor sehingga suhu air meningkat. Dengan demikian, PLTU menghasilkan limbah berupa air panas yang suhunya lebih tinggi daripada suhu air sebelum digunakan sebagai pendingin.

Pendingin buangan limbah panas biasanya terjadi karena tercampur dengan air laut. Area yang terpengaruh oleh limbah ini dibatasi oleh volume air panas dan kecepatan arus lingkungan disekitarnya. Meskipun demikian arah arus yang membawa air dapat berubah karena arus pasang surut dan dengan demikian total area yang terpengaruh akan menjadi lebih besar daripada yang terlihat pertama kali (Mukhtasor, 2007 dalam Muhammad Yahya Anwar, 2015).

Suhu Permukaan Laut

Temperatur dan salinitas adalah sifat fisik air laut yang memiliki signifikansi penting, karena dapat digunakan untuk mengidentifikasi ciri-ciri umum dari massa air laut. Karakteristik seperti temperatur, salinitas, dan tekanan memiliki peran dalam menentukan kerapatan air laut. Distribusi temperatur pada permukaan laut dipengaruhi oleh sejumlah faktor, termasuk pemanasan dari matahari, penguapan, presipitasi (hujan), aliran sungai yang mengalir ke laut, serta perubahan dalam pembekuan dan pencairan es di lautan (Purba, 2004). Proses pemanasan dari matahari sendiri melibatkan beberapa komponen, seperti radiasi matahari yang masuk (incoming solar radiation) QSW, radiasi inframerah QLW, pemanasan udara yang terasa (sensible heat) QS, dan pemanasan laten (latent heat) QL.

Wilayah perairan Indonesia mencakup sekitar 5,8 juta kilometer persegi, hampir mencapai 62% dari keseluruhan luas negara Indonesia. Situasi ini menyebabkan pengaruh utama pada iklim di sekitar Indonesia adalah iklim laut. Secara faktual, iklim yang ada di wilayah seperti Jawa dan pulau-pulau besar lainnya dapat dikategorikan sebagai iklim maritim, bukan iklim benua (EALdrian, 2008).

Dengan meningkatnya perhatian terhadap isu perubahan iklim yang disebabkan oleh pemanasan global dan variasi iklim yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir, muncul pertanyaan mengenai apakah fenomena ini memiliki efek pada iklim laut. Penelitian ini menjadi sangat penting karena perubahan yang terjadi di perairan akan memiliki dampak yang merambat ke daratan, terutama di wilayah pesisir. Daerah pesisir di Indonesia memiliki peran vital dalam kehidupan sekitar 60% dari total populasi yang mencapai lebih dari 240 juta penduduk. Oleh karena itu, pemahaman tentang perubahan iklim, khususnya dalam hal suhu permukaan laut, akan meningkatkan wawasan tentang perubahan iklim secara keseluruhan dan potensi dampaknya.

Instalasi Saluran Pendingin (Cooling Water Way)

Instalasi Saluran Air Pendingin (*Cooling Water Way*) adalah konstruksi beton bertulang berupa saluran yang merupakan bagian dari infrastruktur Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang terdiri dari saluran tertutup (*Box Culvert*), saluran terbuka (*Open Channel*), Bangunan outlet pelepas air buangan (*Outfall Discharge*).

Box Culvert merupakan saluran tertutup dengan ukuran dimensi lebar 3,8m dan tinggi 2,8m dengan total Panjang 364,44m yang terdiri dari 17 segmen serta terdiri atas satu jalur (lubang).

Open Channel merupakan join atau sambungan saluran *Box Culvert* yang berfungsi sebagai saluran terbuka Pelepas suhu panas air buangan. Dimensi Ukuran Open Channel lebar 3,8m dan tinggi 3,8m–4,35m dengan panjang ± 425 m dari 17 segmen pada PLTU Jeneponto.

Outfall adalah terminasi atau ujung dari saluran yang ditempatkan di dalam sungai atau badan air penerima. Konstruksi struktur outfall mirip dengan struktur bangunan terjunan, karena biasanya titik akhir dari saluran berada pada posisi yang lebih tinggi dibandingkan dengan permukaan badan air penerima. Struktur bangunan outfall umumnya dibangun dengan menggunakan bahan seperti beton, serta batu kali atau batu belah, dengan jenis konstruksi yang dikenal sebagai sky jump.

Discharge adalah lapisan bebatuan yang terdiri dari *Broken Stone*, *Rubble* dan *Geotextile* yang berfungsi sebagai pemecah ombak ataupun proteksi air pasang surut pada bangunan *Outfall*.

METODE PENELITIAN

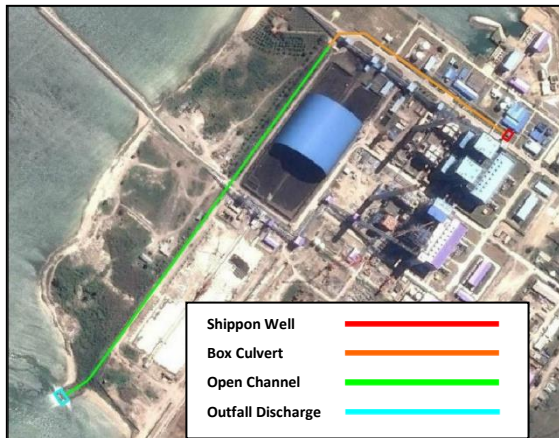
Kabupaten Jeneponto khususnya pada Desa Punagaya Kecamatan Bangkala merupakan daerah pesisir pantai, sehingga sangat mendukung untuk kegiatan industri khususnya proyek Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) digunakan untuk

menghasilkan tenaga listrik dengan menggunakan bahan bakar batu bara dan melakukan pemanasan pada air laut hingga menghasilkan uap. Proses pembakaran terjadi 2 tahap yaitu pengambilan air laut dari intake dan pembuangan air sisa hasil pembakaran di Boiler biasa disebut limbah air panas yang dibuang ke laut melalui proses pendinginan yaitu *cooling water way*.



Gambar 1. Peta Lokasi PLTU Jeneponto

Pada PLTU Jeneponto 2X125 MW, instalasi saluran pendingin (*cooling water way*) terdiri atas shippon well, box culvert, open channel, dan outfall discharge. Box culvert terdiri atas 18 segmen dengan 3 manhole yang berada pada segmen 3, segmen 7, dan segmen 12. Open channel terdiri atas 29 segmen. Pengumpulan data suhu dilakukan dengan memanfaatkan perangkat pemantau kualitas air yang dirancang khusus untuk mengukur suhu air. Data suhu dari objek penelitian diambil dari titik awal di bagian siphon well, box culvert, dan open channel. Pengukuran yang dilakukan yaitu pengukuran suhu pada 2 kondisi yaitu pada siang hari dan pada malam hari yang dilakukan pada shippon well, box culvert (pada setiap manhole), dan open channel pada setiap segmen.



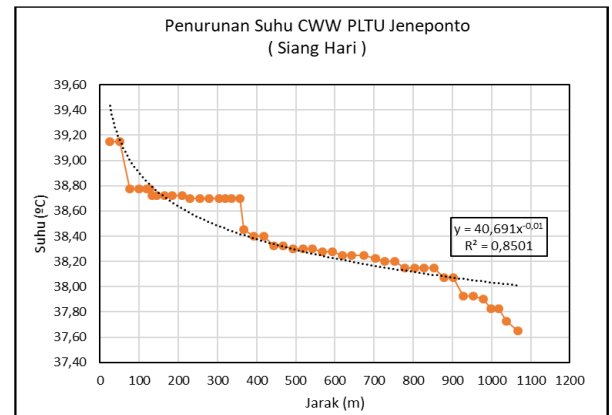
Gambar 2. Layout *Shippin Well*, *Box Culvert*, *Open Channel* & *Outfall Discharge* PLTU Jeneponto.

Dengan menggunakan software Google Earth, fungsinya yaitu untuk menentukan titik koordinat saluran sebagai area aliran limbah air panas PLTU Jeneponto dan Takalar yang keluar dari *Shippin Well* kedua PLTU tersebut. Langkah kedua adalah menginput data titik koordinat kedalam software Autodesk AutoCAD Civil 3D untuk penyesuaian dengan posisi asli saluran sehingga diperoleh gambar saluran yang telah sesuai dengan koordinat pada peta. Langkah ketiga adalah pemetaan sebaran suhu pada Instalasi Saluran Air Pendingin (*Cooling Water Way*) dilakukan dengan menggunakan Surfer. Data input yang dibutuhkan dalam aplikasi yaitu file base atau layout batas saluran dalam format *.bln dan data suhu hasil dalam format grid *.grd yang selanjutnya dapat dilakukan Blank (*Cutting*) Data Suhu sesuai Base Saluran.

Pemrosesan data sebaran panas air limbah PLTU di wilayah penelitian diperoleh melalui analisis data yang dilakukan dengan bantuan software Autodesk Civil 3D dan Surfer yang dihasilkan yaitu titik koordinat saluran, dimensi saluran, suhu permukaan air limbah, dan pemetaan sebaran panas air limbah PLTU pada instalasi saluran pendingin. Distribusi panas mengikuti arah dan laju pergerakan arus. Pola suhu airan

limbah air panas ditampilkan pada suhu permukaan rata-rata selama masa penelitian.

ANALISIS PEENLITIAN

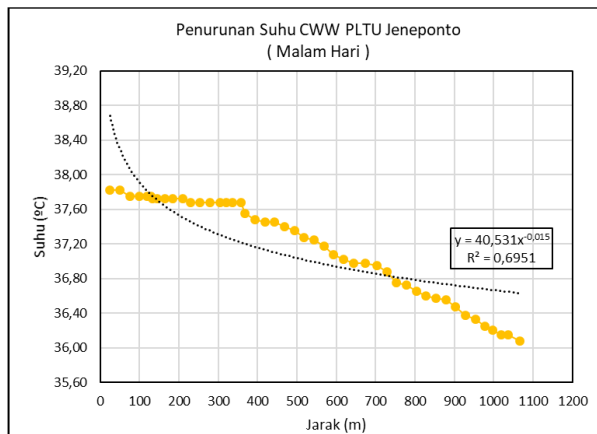


Gambar 3. Grafik Sebaran Panas terhadap Jarak PLTU Jeneponto Siang Hari.

Berdasarkan Gambar 3., grafik didapatkan persamaan hubungan antara suhu dan jarak yaitu $y = 40,691x^{-0,01}$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar **0.8501**. Oleh karena itu koefisien korelasi (R) yang dihitung sebesar **0.9220**. Menurut Sugiyono, 2007 hal ini mengindikasikan bahwa hubungan antara suhu dan jarak memiliki tingkat korelasi yang kuat, yang berada dalam rentang $0.80 \leq R \leq 1.000$.

Pada segmen 1 dengan jarak 25 m suhu sebesar 39.15 °C menyimpang dari garis persamaan. Pada pengukuran kedua yaitu pada *manhole* pertama yang terdapat pada segmen 3 dengan jarak 50 m dari *shippin well* diperoleh suhu sebesar 39.15 °C sangat mendekati garis persamaan. Kemudian pada beberapa hasil pengukuran selanjutnya, dilihat hampir seragam atau berderet hal ini dikarenakan konstruksi *box culvert* dalam keadaan tertutup sehingga penguapan yang terjadi sangat sedikit. Kemudian terjadi penurunan suhu sebesar 0.25 °C pada segmen pertama *open channel* pada jarak 368 m dari *shippin well*, hal ini

dikarenakan limbah air panas sudah bertemu dengan udara sehingga terjadi penguapan atau evaporasi. Pada segmen 19 *open channel* pada jarak 1037 m diperoleh penurunan suhu 0.10°C . Semakin dekat ke laut maka penurunan suhu juga semakin tinggi dikarenakan limbah air panas telah berbaur dengan air laut yang mengakibatkan penurunan suhu semakin cepat.

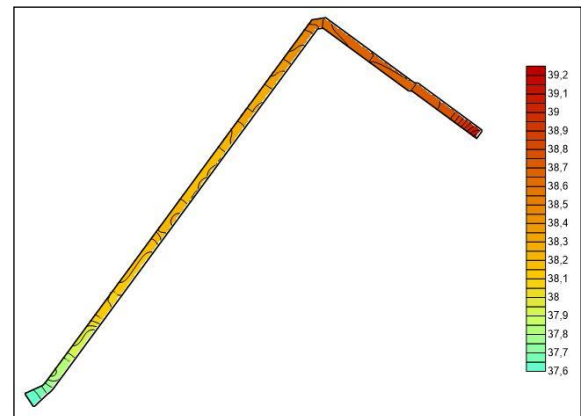


Gambar 4. Grafik Sebaran Panas terhadap Jarak PLTU Jeneponto Malam Hari.

Berdasarkan Gambar 4., grafik didapatkan persamaan hubungan antara suhu dan jarak yaitu $y = 40.531x^{-0.015}$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.6951 . Oleh karena itu koefisien korelasi (R) yang dihitung sebesar 0.8334 . Menurut Sugiyono, 2007 hal ini mengindikasikan bahwa hubungan antara suhu dan jarak memiliki tingkat korelasi yang kuat, yang berada dalam rentang $0.80 \leq R \leq 1.000$.

Kondisi malam hari tidak menunjukkan perubahan suhu yang cukup signifikan. Pada beberapa data pengukuran awal saluran dapat dilihat di grafik hampir seragam. Data tersebut merupakan hasil pengukuran suhu yang dikumpulkan dari *box culvert*. Penurunan suhu yang terjadi pada *box culvert* maksimal 0.08°C yaitu pada segmen 3 dengan jarak 75 m dari *shippon well*. Hal ini dikarenakan penguapan yang terjadi

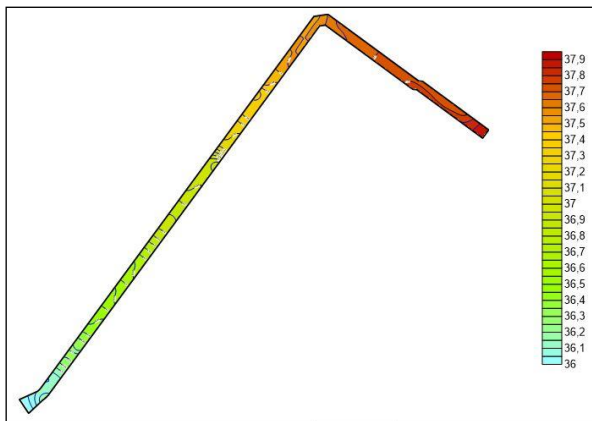
sangat sedikit pada *box culvert*, penguapan hanya terjadi pada *manhole* yang berada pada 3 segmen tertentu. Selanjutnya dapat dilihat pada grafik, penurunan suhu pada *open channel* secara sedikit demi sedikit mulai terjadi penurunan. Penurunan maksimal yang terjadi adalah 0.13°C yang terjadi pada segmen 1 *open channel* dengan jarak 368 m. Penurunan maksimal tersebut adalah 7 % dari total penurunan yang terjadi. Hal ini dikarenakan suhu limbah air panas sangat mudah mengalami evaporasi karena *open channel* merupakan saluran terbuka yang dapat dengan mudah terkontaminasi udara. Sehingga sangat memungkinkan terjadinya penguapan. Apalagi dengan suhu udara pada malam hari yang cukup dingin sehingga sangat memungkinkan terjadinya penurunan suhu limbah air panas PLTU.



Gambar 5. Pemetaan Sebaran Panas Air Limbah PLTU Jeneponto Siang Hari.

Limbah PLTU Jeneponto siang hari berdasarkan Gambar 5. pemetaan sebaran panas air limbah PLTU Jeneponto pada siang hari menunjukkan bagaimana suhu dari limbah air panas PLTU Jeneponto menyebar melalui instalasi saluran pendingin (*cooling water way*) menuju ke laut. Juga menunjukkan bahwa suhu yang dihasilkan dari *shippon well* pada siang hari yaitu 39.15°C dan suhu akhir instalasi saluran pendingin yaitu 37.43°C . Sehingga diperoleh total penurunan suhu yang terjadi

selama air mengalir sepanjang instalasi saluran pendingin yaitu **1.72 °C**.



Gambar 6. Pemetaan Sebaran Panas Air Limbah PLTU Jeneponto Malam Hari.

Limbah PLTU Jeneponto malam hari berdasarkan Gambar 6. pemetaan sebaran panas air limbah PLTU Jeneponto pada malam hari menunjukkan bagaimana suhu dari limbah air panas PLTU Jeneponto menyebar melalui instalasi saluran pendingin (*cooling water way*) menuju ke laut. Juga menunjukkan bahwa suhu yang keluar dari *shippon well* pada malam hari yaitu **37.83°C** dan suhu akhir instalasi saluran pendingin yaitu **36.03 °C**. Sehingga diperoleh total penurunan suhu yang terjadi selama air mengalir sepanjang instalasi saluran pendingin yaitu **1.80 °C**.

Sejalan dengan Nybakken (1988), rentang nilai suhu pada permukaan air laut yang umumnya ditemui berkisar antara 20 hingga 30°C. Sehingga dapat dilihat bahwa suhu akhir limbah air panas PLTU Jeneponto pada siang hari lebih tinggi 7.43°C dan pada malam hari lebih tinggi 6.03°C dari suhu normal pada permukaan laut.

Sedangkan menurut Nontji (2002), suhu air di permukaan perairan Indonesia umumnya berada dalam kisaran 28 hingga 31°C. Sehingga suhu akhir limbah air panas PLTU Jeneponto pada siang hari lebih tinggi 6.43°C dan pada malam hari lebih tinggi 5.03°C

Suhu akhir yang lebih tinggi dari 30 °C dapat mengindikasikan bahwa instalasi saluran pendingin kedua PLTU ini tidak efektif sesuai dengan fungsinya yaitu menurunkan suhu limbah air panas PLTU sehingga dapat berbaur dengan air laut tanpa terjadi polusi termal.

Pada bagian akhir (*outlet*) instalasi saluran pendingin (*cooling water way*) dipengaruhi oleh pencampuran antara limbah air panas PLTU dan air laut. Sejalan dengan Pond dan Pickard (1978), nilai suhu di perairan ini menunjukkan bahwa suhu dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti cuaca, angin, dan arus. Selain itu, perubahan tiba-tiba dalam pola arus juga dapat mengakibatkan penurunan suhu air.

KESIMPULAN

Suhu limbah air panas yang dihasilkan oleh *shippon well* di PLTU Jeneponto pada siang hari mencapai 39.15°C, dengan suhu outlet mencapai 37.43°C. Pada malam hari, suhu limbah air panas yang dihasilkan oleh *shippon well* adalah sekitar 37.83°C, dengan suhu outlet mencapai 36.03°C. Hasil ini menunjukkan bahwa suhu akhir pada sistem saluran pendingin lebih tinggi daripada suhu normal permukaan perairan yang mencapai 30°C, yang menandakan bahwa efektivitas sistem saluran pendingin dalam menurunkan suhu kurang optimal.

Model sebaran panas terhadap jarak PLTU Jeneponto pada siang hari adalah $y=40.691x-0.01$ koefisien korelasi (R) sebesar = **0.9220** mengindikasikan hubungan suhu dan jarak sangat kuat. Persamaan sebaran panas terhadap jarak PLTU Jeneponto pada malam hari adalah $y=40.531x-0.015$ dengan koefisien korelasi (R) sebesar **0.8334** mengindikasikan hubungan suhu dan jarak sangat kuat.

Solusi untuk masalah panas yang berlebih ini adalah dengan melakukan

peninjauan kembali terhadap instalasi saluran pendingin, mengadakan perlakuan-perlakuan tertentu agar dapat efektif menurunkan suhu saluran. Dalam perencanaan PLTU selanjutnya, untuk instalasi saluran pendingin dapat lebih diperhatikan seperti dengan menerapkan tipe labirin channel atau saluran berkelok-kelok.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, Muhammad Yahya. 2015. Dampak Limbah Air Panas Terhadap Sebaran dan Komposisi Jenis Lamun di Pesisir Desa Lampoko Kecamatan Bulusu Kabupaten Barru. *Skripsi*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Aldrian, E. 2008. Meteorologi Laut Indonesia. Jakarta: Puslitbang BMKG.
- Baharuddin. 2012. Limbah PLTU Cemari Teluk Puntondo. <https://news.okezone.com/amp/2012/11/25/340/722966/limbah-pltu-cemari-teluk-puntondo>. 25 November 2012.
- Cahyana, Chevy. 2011. Model Sebaran Panas Air Kanal Pendingin Instalasi Pembangkit Listrik ke Badan Air Laut. *Tesis*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Habibie, M Najib & Tri Astuti Nuraini. 2014. Karakteristik dan Tren Perubahan Suhu Permukaan Laut di Indonesia Periode 1982-2009. Jakarta: Puslitbang BMKG.
- Hafid, Hasriyani dkk. 2014. Pengaruh Sebaran Suhu Air Pendingin Pltu Jeneponto Terhadap Komunitas Plankton Di Perairan Punagaya, Jeneponto-Sulsel. Hal. 3.
- Nurjaya, I Wayan dan Heron Surbakti. 2010. Model Dispersi Bahang Hasil Buangan Air Proses Pendinginan Pltgu Cilegon Ccpp Ke Perairan Pantai Margasari Di Sisi Barat Teluk Banten. *E-Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* Vol. 2 No. 1 Hal. 31-4.
- Purba, M. 2004. Distribution of Temperature and Salinity in the Ocean, Proceeding of the Seminar on the Development of Marine Radioecology in Indonesia. Jakarta.
- Rastika, Icha. 2014. Program Listrik 35.000 Megawatt, Pemerintah Dorong IPP. <http://bisniskeuangan.kompas.com/read/2014/11/05/164921526/Program.Listrik.35.000.Megawatt.Pemerintah.Dorong.IPP>. 5 November 2014.
- Republik Indonesia. 1999. Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 1999 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan. Sekretariat Kabinet RI. Jakarta.
- Sembel, Dantje T. 2015. Dampak Pencemaran dari Berbagai Bahan Kimia dalam Kehidupan Sehari-hari. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Subardjo, Petrus dkk. 2016. Pola Persebaran Limbah Air Panas PLTU Di Kolam Pelabuhan Tambak Lorok Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis* 19(1):48–54.
- Sukmana, Yoga. 2014. Tahun Depan, Proyek Pembangkit Listrik 35.000 MW Mulai Dibangun. <http://bisniskeuangan.kompas.com/read/2014/11/03/121200326/Tahun.Depan.Proyek.Pembangkit.Listrik.35.000.MW.Mulai.Dibangun>. 3 November 2014.