

STUDI TEKNOLOGI INTAKE UNTUK PENDINGIN KONDENSOR DAN INSTALASI DESALINASI PADA PLTN

Siti Alimah, Bandi Parapak
Pusat Pengembangan Energi Nuklir-BATAN
E-mail : Alimahsiti@yahoo.com

ABSTRAK

STUDI TEKNOLOGI INTAKE UNTUK PENDINGIN KONDENSOR DAN INSTALASI DESALINASI PADA PLTN. Telah dilakukan studi teknologi intake untuk pendingin kondensor dan instalasi desalinasi untuk memasok kebutuhan air pada PLTN. Teknologi intake mempunyai peranan yang sangat penting untuk memasok kebutuhan air dari laut. Ada dua jenis intake air laut untuk pendingin kondensor dan instalasi desalinasi yaitu *surfaces intake* dan *subsurface intake*. Kedua teknologi tersebut mempunyai keunggulan masing-masing. Teknologi *surfaces intake* terdiri dari dua sistem yaitu *traveling water screen* dan *passive screen*, sedangkan *subsurface intake* terdiri dari tiga sistem yaitu *sumur pantai*, *infiltration gallery* dan *seabed filtration*. Teknologi intake yang baik menjamin stabilitas kualitas dan kuantitas pasokan air umpan, yang merupakan faktor penting dalam memperbaiki efisiensi proses dan keandalan keseluruhan instalasi, dengan dampak ekologi minimum. Dampak ekologi yang perlu dipertimbangkan yaitu *impingement* dan *entrainment*. Untuk PLTN kelas 1000 MWe yang direncanakan dibangun di Ujung Lemah Abang Jepara, jenis *traveling water screen* dapat menjadi pilihan karena sesuai dengan persyaratan kecepatan dan arah aliran, serta memenuhi kuantitas pasokan air. Jenis *travelling water screen* dapat mengurangi dampak ekologi *impingement* 80-90%, namun tidak mengurangi *entrainment* dari telur dan larva dari berbagai macam organisme laut.

Kata Kunci : Teknologi Intake, Air Proses, Desalinasi, PLTN

ABSTRACT

STUDY OF INTAKE TECHNOLOGY FOR THE CONDENSOR COOLANT AND DESALINATION PLANT OF NPP. Study of intake technology for condenser coolant and desalination plant to supply amount of water required in NPP has been carried out. Intake technology had a momentously role in supplying amount of water required from the sea. There were two types of seawater intake for condenser coolant and desalination plant namely *surfaces intake* and *subsurface intake*. Both technology have their own superiority. Surface intake technology consist of two system which include *traveling water screen* and *passive screen*, meanwhile *subsurface intake* technology consists of three system, namely *beach well*, *infiltration gallery* and *seabed filtration*. A good performance of intake technology will secure quality and quantity stability of feedwater supply, which have been an important factor to improve process efficiency and reliability of plant overall, with minimum ecology impact. Ecology impact that need to be considered were *impingement* and *entrainment*. For the class 1000 MWe NPP that has been designate to be built at Ujung Lemah Abang, Jepara, type of *traveling water screen* system could be a better choice due to the conformity with velocity, flow direction and water supply quantity requirement. *Traveling water screen* type could reduced 80-90% *impingement* ecology impact, but didn't reduce *entrainment* of egg and larva of variety oceanic organism.

Key words : Intake Technology, Process Water, Desalination, NPP.

1. PENDAHULUAN

Terdapat dua sistem untuk memenuhi kebutuhan air proses di PLTN, yaitu sistem untuk pendingin kondensor dan sistem air bersih. Sistem untuk pendingin kondensor menyediakan air pendingin secara terus menerus, yang merupakan salah satu komponen dari pembangkit nuklir. Pada sistem ini, air dipompa langsung dari saluran pengambilannya dan dikembalikan lagi ke laut melalui saluran pembuangannya. Sebuah PWR kelas 1000 MWe, kuantitas air pendingin yang diperlukan kira-kira 55 m³/detik^[1]. Sedangkan sistem air bersih dapat diperoleh dari instalasi desalinasi. Instalasi desalinasi ini untuk memasok kebutuhan air ke sistem pendingin primer, pendingin sekunder dan sistem spray sungkup, sistem penghilangan panas sisa serta sistem injeksi keselamatan. Kuantitas air bersih yang diperlukan untuk pengoperasian 1 unit PLTN untuk kelas 1000 MWe adalah sekitar 2750 m³/hari^[1]. Desalinasi adalah proses untuk menghilangkan garam, mineral-mineral lain dan kontaminan dari air laut atau air payau untuk menghasilkan air bersih. Dalam pendingin kondensor dan instalasi desalinasi, diperlukan suatu intake untuk menjamin stabilitas kualitas dan kuantitas pasokan air umpan (air laut) dengan dampak ekologi yang minimum. Guna memenuhi sasaran tersebut, adalah penting untuk dikaji kondisi tempat di mana air laut akan di ambil. Karakteristik fisik, data oseanografi, hidrogeologi, biologi laut dan potensi adanya *fouling* (pengotor) harus dievaluasi untuk menentukan teknologi intake yang akan digunakan. Sistem intake mempengaruhi kualitas air untuk pendingin kondensor dan air umpan desalinasi. Pada instalasi desalinasi akan mempengaruhi proses pengolahan awal dan juga mempengaruhi ekonomi instalasi desalinasi.

Pada makalah ini akan dikaji opsi teknologi intake untuk kebutuhan air pendingin kondensor dan instalasi desalinasi. Hasil kajian diharapkan dapat memberi masukan untuk pemilihan jenis teknologi intake untuk memasok kebutuhan air pada PLTN yang akan direncanakan di Indonesia. Intake dapat dikategorikan sebagai *surfaces intake* (intake permukaan) yaitu air diambil langsung dari laut dan *subsurface intake* (intake bawah dasar laut) yaitu air diambil dari bawah dasar laut dekat pantai^[2]. Ada 2 jenis teknologi *surfaces intake* yaitu teknologi intake dengan kasa saringan berputar (*traveling water screen*) dan teknologi intake dengan kasa saringan pasif (*passive screen*). Sedangkan jenis *subsurface intake* ada 3 yaitu sumur pantai, *infiltration gallery* (balkon penyaring) atau *seabed filtration system* (penyaringan dasar laut). Lokasi dan jenis intake yang paling sesuai dapat ditentukan setelah melalui kajian teknologi yang hati-hati. Desain intake yang sesuai tidak hanya melindungi peralatannya sendiri tetapi juga dampak lingkungan pada kehidupan laut adalah minimal, selain itu juga memperbaiki kinerja serta mengurangi biaya operasi dari peralatan pengolahan awal.

2. JENIS INTAKE UNTUK SISTEM PENDINGIN KONDENSOR DAN INSTALASI DESALINASI

Instalasi PLTN memerlukan teknologi untuk memasok kebutuhan air baik untuk sistem pendingin di kondensor maupun untuk instalasi desalinasi. Sistem intake dapat dikategorikan menjadi dua yaitu *surfaces* dan *subsurface intake*. Sistem intake harus didesain dengan dampak ekologi yang minimal. Dampak ekologi yang perlu dipertimbangkan ketika menentukan jenis intake untuk instalasi PLTN yaitu *impingement* dan *entrainment*^[3]. *Impingement* yaitu tubrukan yang terjadi pada *surfaces intake*, ketika organisme laut terperangkap dan mati pada *screen* (saringan) intake karena adanya kecepatan dan tenaga aliran air yang melaluinya. Matinya organisme laut berbeda-beda tergantung desain intake, jenis dan umur spesies kehidupan laut

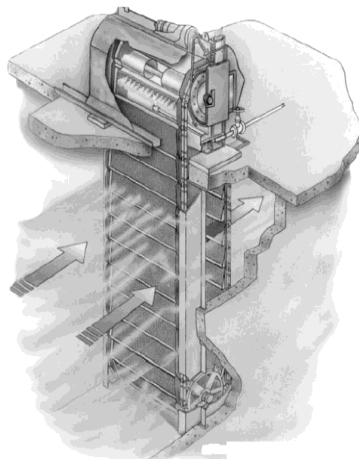
serta kondisi air. Beberapa spesies yang kuat akan mampu bertahan terhadap tubrukan dan kembali ke laut, tetapi pada spesies yang kurang kuat daya tahan sekitar 24 jam dan ikan-ikan muda mempunyai daya tahan yang sangat rendah. *Entrainment* adalah suatu organisme yang lebih kecil dari saringan *intake* lolos dan masuk ke sistem proses lanjut (instalasi desalinasi dan pendingin kondensor). Organisme yang telah lolos dari kasa saringan *intake* dan masuk ke sistem proses lanjutan pada umumnya tingkat kematian 100%. Pada *surfaces intake*, kecepatan intake air umpan juga mempengaruhi dampak *impingement* dan *entrainment*, jika kecepatan intake cukup rendah, ikan-ikan akan mampu berenang untuk menghindari *impingement* atau *entrainment*. Oleh karena itu, untuk memasok kebutuhan air laut pada PLTN diperlukan suatu sistem intake yang sesuai dan dampak ekologisnya minimal.

2. 1. SURFACES INTAKE

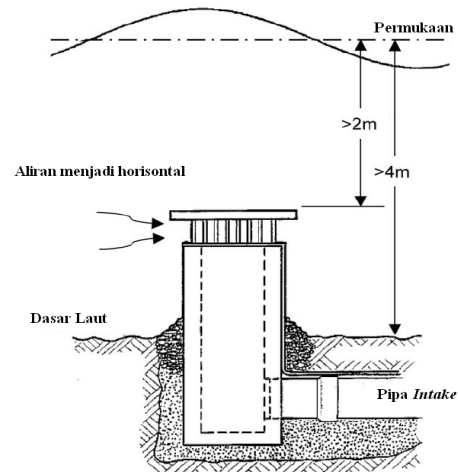
Surfaces intake biasanya digunakan pada instalasi desalinasi skala besar, dan jenisnya yaitu *traveling water screen* dan *passive screen*.

a. *Traveling Water Screen*

Traveling water screen adalah suatu perangkat mekanik yang telah digunakan sebagai intake sejak tahun 1890. *Traveling water screen* tersusun dari kasa yang dilengkapi dengan panel kawat berputar dengan celah berukuran 6–9,5 mm. Jadi pada ujung pipa yang menjorok ke laut dipasang *traveling water screen* dan *velocity Cap* (Gambar 1b). Ketika kasa saringan berputar, air bertekanan tinggi disemprotkan untuk menghilangkan akumulasi sampah pada kasa saringan. *Velocity cap* berfungsi mengubah aliran vertikal di sekeliling pipa intake menjadi aliran horisontal. *Velocity cap* ini mengurangi *impingement* 80-90%, namun tidak mengurangi lolosnya telur dan larva dari berbagai macam organisme laut. Kinerja *velocity cap* dapat bervariasi baik dalam air yang tenang maupun air pasang surut. *Traveling water screen* dan *velocity cap* dapat dilihat pada Gambar 1.



(a) *Traveling water screen*

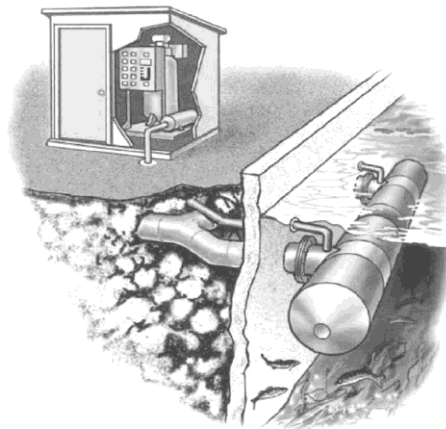


(b) *Velocity cap*

Gambar 1. *Traveling water screen* (a) dan *velocity cap*(b)^[2].

b. *Passive Screen*

Passive screen adalah jenis intake berupa saringan dengan bentuk silinder yang dipasang horisontal. Disekeliling saringan silinder terdapat jeruji berupa kawat penjepit untuk menjaga bukaan saringan agar seragam dengan range 0,5mm-10mm. Silinder berdiameter 0,3-2,1 m dan panjang 0,3-2,4 m. Jenis intake jenis ini didesain dengan kecepatan aliran <15 cm/det (0,5ft/det). *Passive screen* paling cocok untuk daerah-daerah yang mempunyai arus *cross-flow* (aliran berlainan arah). *Passive screen* juga dilengkapi dengan sistem pencuci untuk membersihkan kawat dari sampah-sampah laut yang menempel. *Passive screen* mempunyai kemampuan yang handal untuk mengurangi *impingement* dan *entrainment* karena lebar celah lebih kecil dan kecepatan aliran yang rendah. *Passive screen* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Passive screen* [2].

2. 2. SUBSURFACE INTAKE

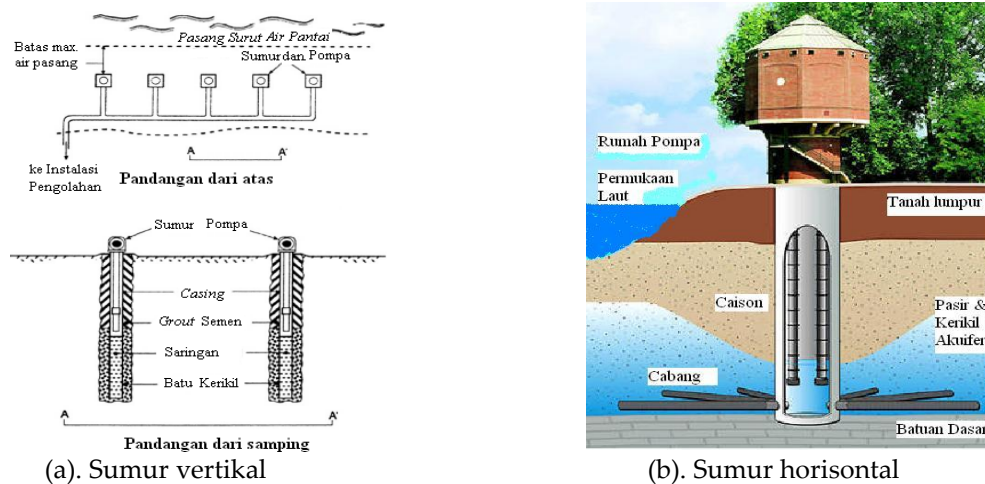
Subsurface intake terdiri dari beberapa jenis, yaitu sumur pantai, *infiltration gallery* dan *seabed filtration system*. *Subsurface intake* mempunyai keuntungan yaitu merupakan filtrasi alami sehingga akan memisahkan organisme laut dari air intake. Biaya konstruksi *subsurface intake* relatif lebih tinggi dibanding *surface intake*^[4]. Faktor yang perlu dipertimbangkan untuk menentukan penggunaan *subsurface intake* adalah produktivitas dari akuifer dan lokasi sumber air tanah. Oleh karena itu desain *subsurface intake* memerlukan studi hidrogeologi untuk menjamin bahwa efek pada akuifer air tanah terdekat adalah minimum.

a. Sumur Pantai

Lokasi yang diutamakan untuk sumur pantai meliputi akuifer *phreatic* (lapisan tanah di bawah *water table* (permukaan air dibawah tanah) yang pori-porinya jenuh dengan air tanah) dengan ketebalan minimum 45,72 m dan lokasi sumur sedekat mungkin dengan garis pantai. Kapasitas pemompaan dari sumur pantai tergantung pada jenis akuifer dan struktur geologi. Terdapat dua jenis sumur pantai yaitu sumur vertikal dan sumur horisontal (Gambar 3). Sumur vertikal adalah sumur intake dangkal yang menggunakan pasir pantai atau struktur geologi lain sebagai filter antara. Sumur pantai dapat sebagai alternatif untuk instalasi desalinasi dengan kapasitas kurang dari 20.000 m³/hari^[2]. Sumur pantai vertikal terdiri dari *casing* (pipa) non logam (*fiberglass* yang tebal), *screen* sumur dan pompa. Diameter *casing* sumur 0,1524-0,4572 m,

kedalaman tidak lebih dari 76,2 m. Penentuan tempat dilakukan dengan test pengeboran sumur dan penelitian hidrogeologi secara detail. Biaya pembuatan sumur vertikal ini lebih murah dibandingkan sumur horisontal tapi produktivitasnya relatif kecil yaitu 378,53-3785,3 m³/hari^[4].

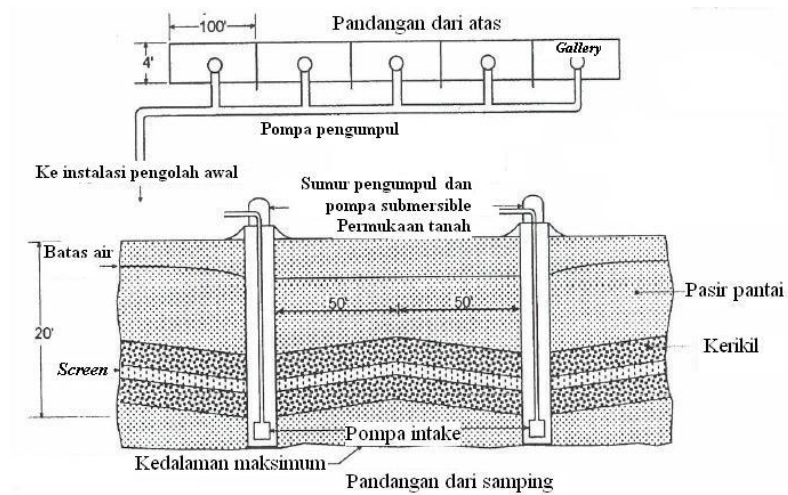
Sumur horisontal terdiri dari *caisson* (tabung) di bawah permukaan tanah, dengan *screen* pengumpul air sumur (bercabang-cabang), yang dirancang secara horisontal ke sekeliling akuifer^[5]. Penggunaan sumur-sumur horisontal dimaksudkan menghasilkan air yang lebih besar dari pada sumur vertikal tunggal. *Caisson* dikonstruksi dari beton bertulang dengan diameter dalam 0,4572-0,9144 m. Kedalaman bervariasi tergantung kondisi geologi yaitu sekitar 9,144-45,72 m. Jumlah, panjang dan lokasi cabang horisontal ditentukan berdasar penelitian hidrogeologi dan kapasitas instalasi desalinasi. Diameter cabang 0,2032-0,3048 m dan panjangnya mencapai 60,96 m. Sumur horisontal didesain untuk memproduksi 1892,65-18.926,5 m³/hari.



Gambar 3. Sumur pantai vertikal (a) dan horizontal (b) ^[4].

b. ***Infiltration gallery***

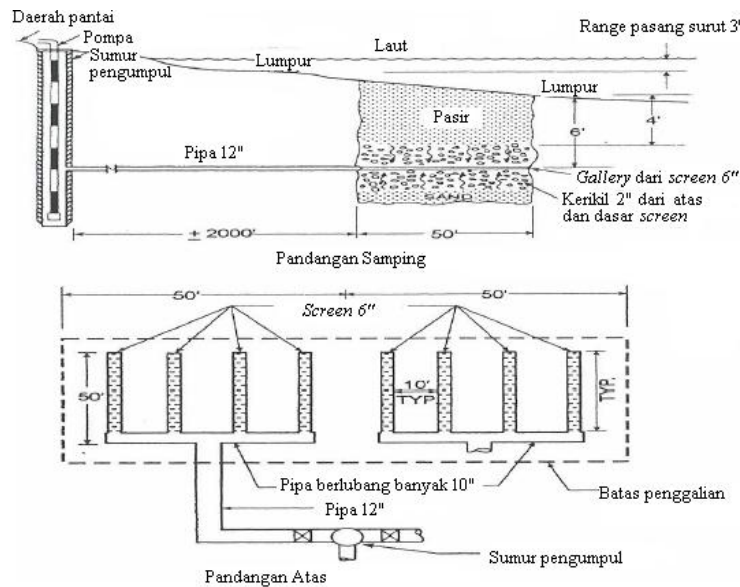
Infiltration gallery (Gambar 4) merupakan sistem intake dengan susunan sumur pengumpul, terdiri dari tabung, *screen* dan juga kerikal, untuk menggantikan sumur pantai yang tidak mungkin dibangun karena kondisi hidrogeologinya tidak bagus, misalnya permeabilitas tanah relatif rendah. Kapasitas sumur pengumpul adalah 0,2-2 MGD. Media *infiltration gallery* terdiri dari tiga lapisan yaitu: lapisan dasar berupa media pasir sekitar 0,9144-1,8288 m, diikuti tumpukan kerikal dan *screen* mengelilingi sumur, dan ditutup dengan lapisan pasir lagi 6,096-9,144 m. Saringan sumur didesain untuk kecepatan aliran $\leq 0,03048$ m/det. *Infiltration gallery* lebih mahal 15-20% dibanding sumur pantai, panjangnya 152,4 m dan lebar 1,2192 m^[4].



Gambar 4. *Infiltration gallery* [4].

c. *Seabed Filtration System*.

Sistem intake ini terdiri dari sistem penyaring media pasir yang dibangun di dasar laut yang berombak (Gambar 5).



Gambar 5. *Seabed filtration system* [4].

Laju alir volume (debit) media penyaring antara 0,0176-0,0352 liter/menit/m². Penggantian pasir sebagai saringan dilakukan setiap 6-12 bulan (selama 3 tahun). *Seabed filtration system* adalah sistem intake *subsurface* paling mahal. Biaya konstruksinya sekitar 1,2-2,3 kali lebih besar dari

sistem sumur^[2]. Saat ini tidak ada instalasi desalinasi dengan kapasitas lebih dari 18.926,5 m³/hari yang menggunakan *seabed filtration system*.

3. PEMBAHASAN

Subsurface intake mempunyai keuntungan yaitu polusi air laut lebih rendah karena air sumber yang terkumpul disaring oleh pasir atau formasi (batuan) dasar laut di tempat di mana air di ambil. Oleh karena itu air sumber yang dikumpulkan menggunakan intake ini kualitasnya lebih baik dalam hal padatan, minyak dan gemuk serta kontaminasi senyawa organik dibanding *surface intake*. Pada sistem ini juga tidak ada *impingement*. Kerugian dari *subsurface intake* yaitu biaya investasi lebih tinggi dan jumlah air intake yang diproduksi tidak melebihi 18.926,5 m³/hari. Karena pada sistem *surface intake* mempunyai kandungan polusi yang lebih besar, maka jika instalasi desalinasi yang digunakan pada PLTN jenis RO akan diperlukan biaya proses pengolahan awal yang lebih besar.

Seperti yang telah disebutkan dalam pendahuluan, untuk sebuah PWR kelas 1000 MWe, kuantitas air yang diperlukan untuk pendingin kondensator kira-kira 55 m³/detik (4.752.000 m³/hari) dan air bersih yang diperlukan kira-kira 2.750 m³/hari (air intake yang diperlukan > 2 x 2.750 m³/hari). Jika dilihat dari kuantitas yang diperlukan, maka *surface intake* menjadi pilihan terbaik untuk memasok kebutuhan air pada PLTN kelas 1000 MWe karena pada *surface intake* kuantitas air tidak terbatas. Jika digunakan *subsurface intake*, akan membutuhkan investasi yang sangat mahal karena kuantitas air yang dihasilkan oleh *subsurface intake* jenis sumur pantai dan *seabed filtration* kurang dari 20.000 m³/hari, *infiltration gallery* 757,06-7570,6 m³/hari (Tabel 1), sehingga akan diperlukan banyak sekali sumur pantai, *infiltration gallery* ataupun *seabed filtration*. Ada dua jenis teknologi *surface intake* yaitu *traveling water screen* dan *passive screen*.

Tabel 1. Kuantitas air laut dari berbagai jenis Intake

Jenis Intake	Debit Air Laut (m ³ /hari)
<i>Surface Intake</i>	
1. <i>Traveling Water Screen</i>	Tidak terbatas ^[6]
2. <i>Passive Screen</i>	Tidak terbatas ^[6]
<i>Subsurface Intake</i>	
1. <i>Seabed filtration</i>	< 20.000 m ³ /hari
2. <i>Infiltration Gallery</i>	757,06-7570,6 m ³ /hari
3. Sumur Pantai	< 20.000 m ³ /hari

Pada lokasi PLTN yang direncanakan di Ujung Lemah Abang Jepara, pada kedalaman 2 m mempunyai kecepatan aliran air laut sekitar 0-70 cm/det dan pada kedalaman 8 m mempunyai kecepatan aliran air laut sekitar 0-50 cm/det^[7]. Sedangkan arah aliran air laut adalah (barat-selatan-barat)-(timur-utara-timur) atau dapat dikatakan aliran searah^[7]. Karena adanya kecepatan aliran yang lebih besar 15 cm/det dan aliran yang searah, maka pada opsi berbagai jenis teknologi intake untuk pendingin kondensator dan instalasi desalinasi pada PLTN, jenis *surface intake traveling water screen* dapat menjadi pilihan.

Pada penggunaan *surface intake* harus diperhatikan kedalaman pipa untuk pengambilan air laut, intake dengan kedalaman 1 sampai 6 m merupakan daerah biologikal yang aktif karena air mengandung organisme laut dengan konsentrasi yang lebih tinggi. Sebaliknya intake

dengan kedalaman lebih 35 m umumnya mengandung organisme dengan konsentrasi yang lebih rendah (sekurang-kurangnya 20 kali lebih rendah di permukaan) dan lebih dingin, oleh karena itu meningkatkan efisiensi kondensor dan instalasi desalinasi^[8]. Air laut yang lebih dalam akan lebih bersih dari organisme yang kecil, namun kecenderungan terjadinya *impingement* lebih besar (terutama untuk instalasi dengan aliran intake yang lebih besar seperti PLTN).

Penggunaan teknologi *surface intake* jenis *travelling water screen* pada instalasi desalinasi MSF dan MED tidak menimbulkan masalah pada proses pengolahan awal, namun pada instalasi desalinasi RO akan meningkatkan biaya proses pengolahan awal. Instalasi desalinasi MSF dan MED mempunyai range ukuran partikel yang tersuspensi dalam air umpan (dari sistem intake) lebih besar dibanding instalasi desalinasi RO, seperti terlihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Ukuran partikel yang tersuspensi untuk berbagai proses desalinasi^[8]

Teknologi Desalinasi	Maksimum ukuran partikel
MSF(Multi-Stage Flash)	1/3 diameter bagian dalam <i>tube</i> = 5 mm untuk <i>tube</i> 15 mm – 15 mm untuk <i>tube</i> 45 mm
MED (Multi-Effect Distillation) + MED Vapor Compression	1/3 diameter bagian dalam <i>tube</i> kondensor = 4 mm untuk <i>tube</i> 12 mm – 8 mm untuk <i>tube</i> 24 mm + 0,5 mm untuk <i>nozzle spray</i>
RO (Reverse Osmosis)	5-20 μm + SDI < 3.5

Perkiraan dampak ekologi dari struktur *surface intake* pada populasi ikan dan kehidupan organisme air laut lain adalah sangat kompleks. Seperti disebutkan, jenis *travelling water screen* dapat mengurangi *impingement* 80-90%, namun tidak mengurangi *entrainment* dari telur dan larva. Namun terjadinya *impingement* dan *entrainment* juga dipengaruhi faktor-faktor lain, seperti terlihat dalam Tabel 3. Pada Tabel 3 tersebut jelas terlihat bahwa karakteristik teknologi intake akan mempengaruhi *impingement* dan *entrainment* organisme laut.

Tabel 3. Karakteristik struktur intake air laut dan karakteristik ekosistem dan spesies yang mempengaruhi terjadinya *impingement* dan *entrainment* ^[9]

Karakteristik struktur intake air laut	Karakteristik ekosistem dan spesies
<ul style="list-style-type: none"> - Kedalaman intake - Jarak dari garis pantai - Kedekatan intake dengan outfall - Kedekatan dengan intake dengan outfall industri lain - Jenis struktur intake (ukuran, bentuk, konfigurasi) - Kecepatan aliran - Adanya kontrol intake - Sistem <i>screen</i> intake - Sistem pengalihan gerakan ikan - Lama terjadi <i>entrainment</i> - Penggunaan biocide pada intake - Jadwal waktu, lama, frekwensi dan kuantitas air yang ditarik - Kematian organisme laut - Perpindahan organisme laut - Penghancuran habitat (peningkatan kekeruhan) 	<p>Karakteristik ekosistem (lingkungan abiotik):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Suhu air - Kondisi cahaya - Tingkat salinitas - Tingkat oksigen terlarut - Arus pasang/surut - Arah dan kecepatan aliran <p>Karakteristik Spesies (fisiologi, kelakuan, sejarah kehidupan):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Distribusi jarak dan waktu (misal : migrasi harian, musiman, tahunan) - Tempat yang lebih disukai habitat (misal : kedalaman) - Kemampuan untuk mendeteksi dan menghindari arus intake - Kecepatan berenang - Ukuran badan - Umur/tahap pengembangan - Toleransi fisiologi (misal : suhu, salinitas, oksigen terlarut) - Kebiasaan makan - Strategi pembiakan - Cara penyebaran telur atau larva - Waktu pembiakan

4. KESIMPULAN

Ada dua jenis intake air laut untuk pendingin kondensor dan instalasi desalinasi pada PLTN yaitu *surfaces intake* dan *subsurface intake*. Jenis *surfaces intake* yaitu *traveling water screen* dan *passive screen*, sedangkan jenis *subsurface intake* yaitu sumur pantai, *infiltration gallery* dan *seabed filtration system*. Masing-masing metode tersebut mempunyai keunggulan. Dampak ekologi perlu dipertimbangkan dalam penentuan jenis intake. Diantara berbagai jenis teknologi intake, untuk PLTN kelas 1000 MWe yang direncanakan dibangun di Ujung Lemah Abang Jepara, teknologi intake jenis *traveling water screen* adalah pilihan yang paling baik karena sesuai dengan persyaratan kecepatan dan arah aliran, serta memenuhi kuantitas pasokan air. Jenis *travelling water screen* dapat mengurangi dampak ekologi *impingement* 80-90%, namun tidak mengurangi *entrainment* dari telur dan larva dari berbagai macam organisme laut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. ANONIM, Studi Teknologi PLTN PWR, PHWR dan Bahan Bakar DUPIC, Sub Penelitian Studi Teknologi PWR, Teknik Fisika, UGM dan PPEN, BATAN, 2005.
- [2]. TOM PANKRATZ, An Overview of Seawater Intake Facilities for Seawater Desalination, CH2M Hill, Inc., 2004.
- [3]. FICHTNER, Operation of The Intake, Sydney's Desalination Project Preferred Project Report, 2005.
- [4]. ANONIM, Carlsbad Seawater Desalination Project Alternatives To The Proposed Intake, Poseidon Resources Corporation, March 2, 2004.
- [5]. ANONIM, Draft Lease Amendment to PRC 8727.1 for The Proposed Use of The Existing Intake and Outfall Channels and Jetties Located at The Pacific Ocean and Agua Heionda Lagoon, Adjacent to 4600 Carlbad, San Diego Country, January 22, 2008.
- [6]. TOM PANKRATZ, Seawater Desalination Intake & Pretreatment Technologies, International Seminar on Water desalination Technologies, Iran, Nov 2006.
- [7]. PPEN-BATAN, Bid Invitation Specification (BIS) of The First Nuclear Power Plant at Peninsula Region Central Java, Vol. 6.3, BATAN, 2006.
- [8]. DETLEF GILLE, Seawater Intakes for Desalination Plant, Taprogge Gesellcaftmbbl, Germany, 2003.
- [9]. ANONYMOUS, Feedwater Intake Working Paper, California Water Desalination Task Force, Feedwater Intake issue Paper, Revised Draft 09/12/2003.