

ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN SISTEM PENDINGIN SEKUNDER REAKTOR KARTINI

Edi Sugianto^[1], Noor Harjono^[2], Alzero F.A.^[3], Oktafaina^[4]

PSTA– BATAN^[1,2,3]

Jl. Babarsari Yogyakarta-BATAN

Edianto@batan.go.id

Institut Teknologi Sepuluh Nopember^[4]

ABSTRAK

ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN SISTEM PENDINGIN SEKUNDER REAKTOR KARTINI. Pengoperasian Reaktor Kartini menimbulkan kebisingan dalam gedung reaktor. Operator yang mengoperasikan sistem pendingin sekunder mendapatkan pengaruh langsung dari akibat adanya tingkat kebisingan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kebisingan pada sistem pendingin sekunder terhadap pekerja. Pengumpulan data dilakukan pada 16 titik pengukuran dengan menggunakan Sound Level Meter Tipe TM-101. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kebisingan yang diterima oleh pekerja di area tersebut saat pompa 1 beroperasi rata – ratanya sebesar 85,08 dBA dimana nilai tersebut diatas Nilai Ambang Batas (NAB) menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja Kep/51/MEN/1999 yaitu sebesar 85 dBA/8 jam dan saat pompa 3 beroperasi dibawah NAB dengan rata – rata sebesar 77,89 dBA.

Kata Kunci : NAB, Sound Level Meter, lingkungan kerja

ABSTRACT

NOISE LEVEL ANALYSIS OF SECONDARY COOLING SYSTEM ON KARTINI REACTOR. The operation of the Kartini Reactor creates noise in the reactor building. Operators operating the secondary cooling system get a direct effect from the consequences of noise levels. This research aims to analyze the noise level of the secondary cooling system to the workers. Data collection was performed on 16 point measurements using TM-101 Sound Level Meter. The results showed that the noise level received by workers in the area when pump 1 operates average of 85.08 dBA where the value is above the Threshold Limit (NAB) according to Decree of Minister of Manpower Kep / 51 / MEN / 1999 which is 85 dBA / 8 hours and when pump 3 operates below the NAB with an average of 77.89 dBA.

Keywords : NAB, Sound Level Meter, work environment

PENDAHULUAN

Kebisingan adalah suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat dan proses produksi yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran. Bising dapat menyebabkan gangguan seperti gangguan fisiologis, gangguan psikologis, gangguan komunikasi, dan ketulian. Dalam rangka perlindungan kesehatan tenaga kerja kebisingan diartikan sebagai bunyi yang bersumber dari mesin-mesin proses produksi yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran (Keputusan Menteri Tenaga Kerja, 2011).^[1]

Reaktor Kartini adalah sebuah reaktor nuklir kecil berkapasitas 100 KW yang dimiliki oleh Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) yang berlokasi di Yogyakarta. Pada reaktor Kartini terdapat komponen-komponen utama dan penunjang agar reaktor dapat dioperasikan sebagaimana mestinya. Komponen - komponen tersebut diantaranya adalah teras reaktor, moderator, batang kendali, sistem pendingin, sistem pengungkung dan lain-lain. Pada reaktor Kartini terdapat 2 macam sistem pendingin, yaitu sistem pendingin primer dan

sistem pendingin sekunder. Pada sistem pendingin sekunder terdiri dari dua pesawat penukar panas (*shell and tube* dan *plat*), tiga buah pompa sekunder (dua buah pompa dihubungkan dengan pesawat penukar panas *shell and tube*, dan satu buah pompa dihubungkan ke pesawat penukar panas *plat*) dan dua buah menara pendingin.^[2]

Sistem pendingin sekunder berfungsi mengambil panas dari pendingin primer kemudian dibuang ke udara luar. Pembuangan atau pelepasan panas ke lingkungan dilakukan dengan cara menyalurkan butiran-butiran air dengan udara secara berlawanan arah di dalam menara pendingin, sehingga air akan melepaskan panasnya ke udara secara difusi dan konveksi. Selanjutnya air yang sudah dingin dipompa kembali ke alat pendingin (Penukar Panas/*Heat Exchanger*). Proses tersebut menyebabkan kebisingan pada daerah kerja sistem pendingin sekunder. Tingkat kebisingan yang tinggi di suatu tempat akan membawa dampak buruk terhadap manusia disekitarnya terutama bagi para pekerja yang berada di tempat tersebut. Seperti tingkat kebisingan yang disebabkan oleh pompa.

Oleh karena itu untuk mengetahui tingkat kebisingan pada sistem sekunder di Gedung reaktor Kartini, penulis menganalisa tingkat kebisingan sistem pendingin sekunder dengan menggunakan *Sound Level Meter* yang nantinya Tingkat Tekanan Bunyi (TTB) yang dihasilkan dianalisa untuk mendapatkan berapa lama waktu maksimum yang diperbolehkan bagi para pekerja di daerah tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa tingkat kebisingan pada sistem pendingin sekunder dan sejauh mana pengaruhnya terhadap pekerja di lapangan. Kemudian kita dapat menentukan durasi waktu yang diperbolehkan bagi pekerja saat bekerja di daerah sistem pendingin sekunder serta pemakaian Alat Pelindung Diri (APD) jika diperlukan.

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah terbatas pada sistem pendingin sekunder. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran sebanyak 16 titik pada gedung sistem pendingin sekunder reaktor Kartini.

TEORI

Kebisingan menurut keputusan Menteri Tenaga Kerja No. 51/MEN/1999 adalah semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan atau alat-alat yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran.^[3] Dari definisi di atas, maka dapat dikatakan bahwa kebisingan merupakan suara yang tidak dikehendaki dan dianggap mengganggu bagi pendengaran manusia yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan.

Tingkat Kebisingan adalah ukuran derajat tinggi rendahnya suatu kebisingan, yang biasanya dinyatakan dalam satuan *decibel* (dB). Berikut ini beberapa skala *decibel* yang disesuaikan untuk karakteristik tanggapan telinga manusia terhadap suara antara lain sebagai berikut :

1. Skala dB (A): digunakan untuk menilai tanggapan manusia terhadap tingkat bising lingkungan luar dan dalam bangunan yang berpengaruh terhadap kepekaan telinga manusia.
2. Skala dB (B) : digunakan untuk tingkat yang lebih tinggi seperti misalnya bising dilingkungan kerja di industri.
3. Skala dB (C) : digunakan untuk tingkat bising industri yang lebih tinggi dari mesin-mesin.

Tabel 1. Nilai Ambang Batas Kebisingan^[3].

Satuan	Lama pajanan perhari	dB(A)
Jam	24	80
	16	82
	8	85
	4	88
	2	91
	1	94

Menit	30	97
	15	100
	7,5	103
	3,75	106
	1,88	109
	0,94	112
Detik	28,12	115
	14,06	118
	7,03	121
	3,75	124
	1,78	127
	0,88	130
	0,44	133
	0,22	136
0,11	139	

Pada tabel 1. dapat dilihat bahwa Nilai Ambang Batas (NAB) adalah suatu kriteria atau angka yang diperbolehkan untuk kebisingan 85 dB(A) dengan waktu kerja selama 8 jam/hari untuk selamanya tidak akan mengganggu kesehatan pendengaran pekerja, kecuali karena faktor usia. Bila hal ini berkepanjangan, dapat merusakkan pendengaran yang bersifat sementara maupun permanen. Selain itu, salah satu akibat kebisingan adalah kelelahan.^[4]

Pada umumnya sumber bising di industri berasal dari mesin-mesin pembangkit tenaga, pesawat dan peralatan produksi. Kebisingan yang timbul akibat penggunaan alat kerja dalam proses kerja diakibatkan oleh adanya tumbukan atau benturan peralatan kerja yang pada umumnya terbuat dari benda keras atau logam. Sumber kebisingan merupakan komponen penghasil bunyi yang bising. Pada sistem teknik mesin, gejala-gejala penyebab kebisingan dapat digolongkan atas tiga bagian, yaitu:

1. *Mechanical Noise*: yaitu kebisingan akibat adanya fenomena mekanis, misalnya pertautan roda gigi, impeler, kipas (*fan*) dan tumbukan.
2. *Electro Noise*: yaitu kebisingan akibat fenomena elektro, misalnya adanya medan magnetik pada trafo, dan generator.
3. *Hydro Noise*: yaitu kebisingan akibat fenomena hydro, misalnya adanya aliran turbulen, dan kavitasi.^[5]

SLM atau *Sound Level Meter* merupakan instrumen dasar yang digunakan dalam pengukuran kebisingan. SLM terdiri dari beberapa komponen yaitu mikrofon dan sebuah sirkuit elektronik termasuk *attenuator*, 3 jaringan perespon frekuensi, skala indikator dan *amplifier*. Ketiga jaringan tersebut di standarisasi sesuai standar SLM. Dalam hal ini tujuannya adalah untuk memberikan pendekatan yang terbaik dalam pengukuran tingkat kebisingan total. Gambar 1. merupakan gambar dari SLM yang biasa digunakan dalam pengukuran kebisingan.



Gambar 1. Sound Level Meter

Perambatan atau pengurangan tingkat bising dari sumbernya dinyatakan dengan persamaan matematis berikut:

Sumber Diam:

$$SL_1 - SL_2 = 20 \log \frac{r_2}{r_1} \quad (1)$$

Sumber Bergerak:

$$SL_1 - SL_2 = 10 \log \frac{r_2^2}{r_1^2} \quad (2)$$

Keterangan:

SL_1 = Intensitas sumbu 1 pada jarak r_1

SL_2 = Intensitas sumbu 2 pada jarak r_2

Cara menghitung resultan dari dua atau lebih sumber bising^[6]:

Dua Sumber Sama,

$$L_{total} = (L_1 + 3) \text{ dBA} \quad (3)$$

N Sumber Sama,

$$L_{total} = (L_1 + 10 \log n) \text{ dBA} \quad (4)$$

N Sumber Berbeda-beda:

$$L_{total} = 10 \log \left(\sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \right) \text{ dBA} \quad (5)$$

Surfer merupakan salah satu perangkat lunak produk *Golden Software, Inc.* untuk pembuatan peta kontur dan pemodelan tiga dimensi yang didasarkan atas grid. Perangkat lunak ini berperan besar dalam pemetaan kawasan. Meskipun canggih, perangkat ini tidak banyak menuntut untuk sistem operasi maupun perangkat keras. *Software surfer* ini memiliki banyak fungsi visualisasi, 3D, *countering* dan paket modeling permukaan yang berjalan di bawah *Microsoft windows*. *Surfer* digunakan secara luas untuk pemodelan medan, visualisasi *landscape*, analisis permukaan, pemetaan kontur, pemetaan permukaan 3D, *gridding* dan *volumetrics*.

TATA KERJA

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi :

1. Studi Literatur di dapat dari berbagai sumber yaitu jurnal dan internet.
2. Menyiapkan semua alat kelengkapan seperti *Sound Level Meter*, meteran, alat tulis dan format

yang diperlukan yang digunakan atau pencatat data.

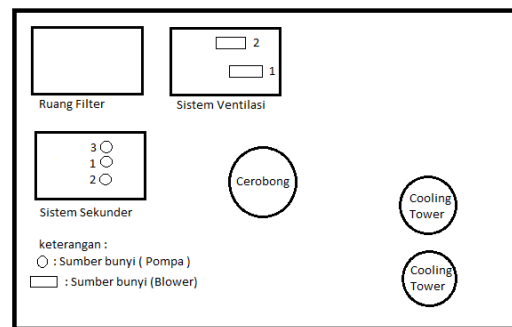
3. Melakukan pemetaan atau titik pengukuran dengan jarak 1 m x 1 m
4. Melakukan Pengukuran kebisingan pompa pada setiap titik yang sudah di petakan dengan menggunakan *Sound Level Meter*. Pengukuran dilakukan saat Reaktor sedang dioperasikan
5. Hasil dari pengukuran dicatat dan setelah seluruh pengukuran selesai dilakukan tabulasi hasil pengukuran, pemetaan kebisingan dengan *software Surfer* dan analisis data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran kebisingan dilakukan dengan menggunakan alat ukur tingkat tekanan bunyi yaitu *Sound Level Meter* tipe TM-101. Pengambilan data dilakukan pada saat reaktor Kartini dioperasikan sehingga tidak hanya pompa pada sistem sekunder yang menyala tetapi mesin blower pada ventilasi dan *cooling tower* pun menyala.

Pada pendingin sekunder terdapat 3 pompa, dengan 2 pompa yang memiliki spesifikasi yang sama yaitu pompa 2 dan pompa 1 dan pompa 3 memiliki spesifikasi yang berbeda. Pada sistem ventilasi terdapat 2 blower yang memiliki spesifikasi yang sama. Pompa dan blower bekerja secara *redundant*. Gambar 2. berikut merupakan denah lokasi pengambilan data.

Pengukuran kebisingan dilakukan dengan menetapkan titik-titik pengukuran pada sistem sekunder. Titik-titik pengukuran ditetapkan dengan mengukur area sistem sekunder dengan jarak ± 1 meter. Titik pengukuran yang didapat untuk mencari tingkat kebisingan sebanyak 16 titik.



Gambar 2. Denah Lokasi Pengambilan Data

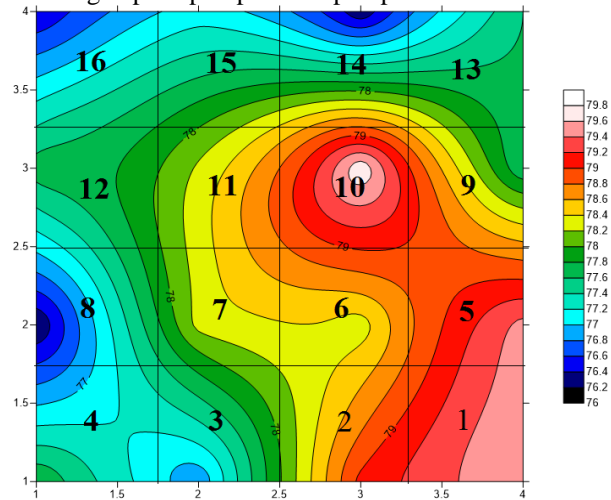
Dari pengambilan data sebanyak 3 kali pada pompa 3 dan pompa 1 maka di dapatkan data hasil TTB pada sistem sekunder.

Setelah didapatkan hasil data pengukuran kebisingan, maka untuk mengetahui distribusi persebaran tingkat kebisingan dilakukan pengolahan data dengan pemetaan kebisingan menggunakan *software surfer* 11.0. Dari hasil pengukuran keseluruhan yang didapatkan tersebut, dilakukan data dengan *noise mapping*.

Hasil kontur gambar dari masing – masing pompa, dapat diketahui karakteristik kebisingan di

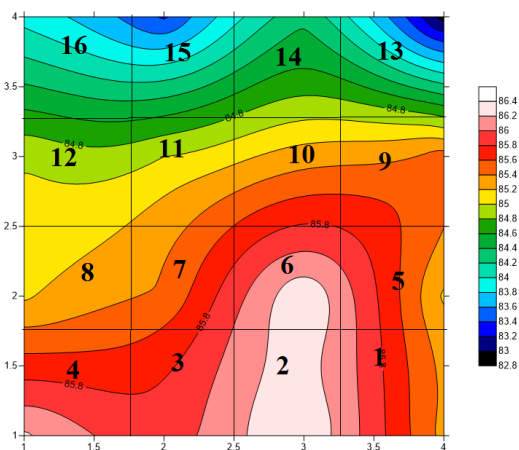
sekitar area sistem pendingin sekunder. Hal ini bertujuan untuk menganalisa sumber bising yang dominan di area tersebut, misalkan sumbangan pengaruhnya oleh sumber bising lainnya.

Pemetaan kebisingan (*noise mapping*) dilakukan pada pompa 1 dan pompa 3 menggunakan *software surfer* 11.0 dengan tujuan untuk mengetahui sebaran kebisingan pada area sistem pendingin sekunder. Berikut ini hasil pemetaan kebisingan pada pompa 1 dan pompa 3.



Gambar 3. *Noise Mapping* pompa 3

Gambar 3. Menunjukkan *noise mapping* saat pompa 3 yang dioperasikan. Posisi pompa 3 pada Gambar 3. berada pada titik 5. Pada setiap pompa terhubung dengan saluran pipa-pipa. TTB terbesar yaitu 79.8 dBA yang berada di titik 10 dan TTB terkecil sebesar 76 dBA yang berada di titik 14.



Gambar 4. *Noise Mapping* pompa 1

Gambar 4. Menunjukkan *noise mapping* saat pompa 1 yang dioperasikan. Posisi pompa 1 pada gambar 5. berada pada titik 6. Dari gambar tersebut TTB terbesar pada titik 6 dan 2 tepat berada di sumber bunyi. Saat mencari data kebisingan pada sistem pendingin sekunder terdapat bising lain yaitu blower 2 yang berasal dari sistem ventilasi.

Pengukuran tingkat kebisingan pada sistem pendingin sekunder dilakukan saat reaktor Kartini beroperasi yaitu sekitar jam 09.00 – 11.00 WIB. Saat reaktor beroperasi maka sistem primer, sistem sekunder, sistem ventilasi dan *cooling tower* juga beroperasi, sehingga bising yang diukur pada sistem sekunder tidak hanya berasal dari bising yang dihasilkan dari pompa pendingin sekunder melainkan ada sumber bising lain yang berasal dari sistem ventilasi dan *cooling tower* yang jaraknya tidak jauh dari gedung sistem pendingin sekunder. Pengukuran tingkat kebisingan dilakukan pada 16 titik pengukuran yang setiap titiknya berjarak ± 1 meter.

Dari data hasil pengukuran diketahui bahwa intensitas kebisingan saat pompa 3 yang beroperasi berada dibawah NAB (< 85 dBA), dengan rata – rata intensitas kebisingan sebesar 77,89 dBA. Kebisingan terendah berada pada intensitas 76,23 dBA dan kebisingan tertinggi berada pada intensitas 79,77 dBA. Sedangkan pada intensitas kebisingan saat pompa 1 yang beroperasi diatas NAB (> 85 dBA), dengan rata - rata intensitas kebisingan sebesar 85,08 dBA, kebisingan terendah berada pada intensitas 82,90 dBA dan kebisingan tertinggi berada pada intensitas 86,37 dBA.

Dari kedua hasil pengukuran ini dapat disimpulkan bahwa intensitas kebisingan saat pompa 3 yang beroperasi dibawah NAB yang diperkenankan sedangkan intensitas kebisingan saat pompa 1 yang beroperasi melebihi NAB yang di perkenankan. Sehingga saat pompa 3 yang beroperasi para pekerja yang bekerja di daerah sekitar sistem sekunder aman dalam melakukan pekerjaannya selama waktu kerja (8 jam). Sedangkan saat pompa 1 yang beroperasi pekerja dapat bekerja dengan aman selama kurang dari 4 jam atau harus menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) jika bekerja lebih dari 4 jam karena NAB saat pompa 1 yang beroperasi melebihi NAB yang telah di tentukan. Penggunaan APD seperti *ear muffler* perlu digunakan guna menghindari terjadinya gangguan pendengaran (seperti pada tabel 1).

KESIMPULAN

Rata-rata Intensitas kebisingan saat pompa 3 yang beroperasi sebesar 77,89 dBA, sedangkan rata-rata intensitas kebisingan saat pompa 1 yang beroperasi sebesar 85,08 dBA. Tingkat kebisingan yang diperoleh pada sistem sekunder saat pompa 3 beroperasi dibawah NAB yang di perkenankan sehingga aman bagi para kerja namun saat pompa 1 yang beroperasi tingkat kebisingan yang dihasilkan melebihi NAB sehingga para pekerja diperbolehkan berada pada daerah tersebut selama kurang dari 4 jam/hari. Diperlukan penggunaan APD (*ear plug* atau *ear muffler*) untuk menghindari terjadinya gangguan pendengaran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Bidang Reaktor PSTA BATAN yang telah membantu dalam penyediaan fasilitas untuk mendukung penelitian ini.

DAFTAR ACUAN

- [1] <https://www.scribd.com/doc/72997827/PER-13-MEN-X-2011-NAB-Faktor-Fisika-dan-kimia-di-tempat-kerja>, diakses tanggal 26 Oktober 2017.
- [2] Suyamto, S. E. (2007). Rancang Bangun Sistem Penampil Digital Lau Alir Air Pendingin Sekunder Reaktor Kartini Menggunakan Paddlewheel Flosensors. 135-146.
- [3] <https://qhseconbloc.files.wordpress.com/2011/07/1300758802->

kepmenakerno51th1999ttgambangbatasfaktorfisikaditempatkerja.pdf, diakses tanggal 26 Oktober 2017.

- [4] Adelia Octavia, A. A. (2013). Pengaruh Intensitas Kebisingan Lingkungan Kerja Terhadap Waktu Reaksi Karyawan PT. PLN (Persero) Sektor Barito PLTD Trisakti Banjarmasin. 181-189
- [5] Ibnu Hajar, S. (2013). Dampak dan Tingkat Kebisingan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) terhadap pekerja dan Masyarakat Sekitar. *Analisis Tingkat Kebisingan*, 150-152.
- [6] <https://radarhijau.blogspot.co.id/2017/04/rumus-menghitung-kebisingan-noise.html>, diakses tanggal 26 Oktober 2017.