

**PT. PLN (PERSERO)
AREA GORONTALO**

Jalan Jenderal Sudirman No. 63 Gorontalo
Telpon : (0435)821930
Kotak Pos : 108

Telex :
Facsimile : (0435) 824472

**LAPORAN PEMANTAUAN PELAKSANAAN
UPAYA PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP
PLTD TELAGA GORONTALO**



**PERIODE PERTAMA
JANUARI – JUNI 2013
TAHUN 2013**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Kegiatan : Pemantauan Pelaksanaan Upaya Pengelolaan Lingkungan
Hidup PLTD Telaga

Ketua Pelaksana
Nama Lengkap : Dr. FITRYANE LIHAWA, M.Si
NIDN : 0009126902
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
Program Studi : Pendidikan Geografi
Nomor HP : 081340820707
Surel (e-mail) : fitryane.lihawa@ung.ac.id

Anggota (1)
Nama Lengkap : MARIKE MAHMUD, S.T, M.Si
NIDN : 0007086905
Perguruan Tinggi : UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO

Anggota (2)
Nama Lengkap : YANTI SALEH, S.P, M.Pd
NIDN : 0024047102
Perguruan Tinggi : UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO

Institusi Mitra
Nama Institusi Mitra : PT. PLN (Persero) Area Gorontalo
Alamat : Jl. Jend. Sudirman Gorontalo
Penanggungjawab : Prijo Nugroho
Tahun Pelaksanaan : Periode Januari – Juni 2013

Gorontalo, Juni 2013

Ketua Tim

Mengetahui:
Ketua Lembaga Pengabdian Masyarakat
Universitas Negeri Gorontalo



Prof. Dr. Fenty U. Puluhulawa S.H, M.Hum
NIP. 19680409 199303 2 001

Dr. Fitryane Lihawa, M.Si
NIP. 19691209 199303 2 001

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	
iv	
DAFTAR GAMBAR.....	
vi	
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
A Identitas Perusahaan	I-1
B Lokasi Usaha dan atau Kegiatan	I-1
C Deskripsi Kegiatan	I-3
D Perkembangan Lingkungan Sekitar	I-8
BAB II PELAKSANAAN DAN EVALUASI	II-1
A. Pelaksanaan	II-1
1. Upaya Pengelolaan Lingkungan (UKL)	II-1
2. Upaya Pemantauan Lingkungan (UPL).....	II-5
B. Evaluasi	II-9
1. Evaluasi Kecendrungan (Trend Evaluation).....	II-9
2. Evaluasi Tingkat Kritis (Critical Level Evaluation)	II-36
3. Evaluasi Penataan	II-38
BAB III KESIMPULAN	III-1
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
Tabel 1.1	Keadaan Mesin Pembangkit di PLTD Telaga	I-4
Tabel 2.1	Hasil Pengukuran Kualitas Udara Ambien Pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan Tahun 2007 di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional	II-11
Tabel 2.2	Hasil Pemantauan Lingkungan Kualitas Udara Ambien Tahun 2009 dan Tahun 2010 di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional	II-12
Tabel 2.3	Hasil Pemantauan Lingkungan Kualitas Udara Ambien Tahun 2011 dan Tahun 2012 di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional	II-13
Tabel 2.4	Hasil Pemantauan Lingkungan kualitas Udara Ambien Tahun 2011 dan Tahun 2012 di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional	II-14
Tabel 2.5	Hasil Pemantauan Lingkungan Kualitas Udara Ambien Periode Januari – Juni Tahun 2013 di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional	II-15
Tabel 2.6	Hasil Pemantauan Lingkungan Emisi Sumber Tidak Bergerak Tahun 2012 Pada Genset PLTD Telaga Pada Tahap Operasional	II-16
Tabel 2.7	Hasil Pemantauan Lingkungan Emisi Sumber Tidak Bergerak Periode Januari – Juni Tahun 2013 Pada Genset PLTD Telaga Pada Tahap Operasional	II-17
Tabel 2.8	Hasil Pengukuran Kebisingan pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan Ruang Mesin di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional Tahun 2007 s/d 2012	II-21
Tabel 2.9	Hasil Pengukuran Kebisingan pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan Ruang Mesin di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional Periode Januari – Juni Tahun 2013	II-21

Tabel 2.10	Hasil Pengukuran Kebisingan pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan Pemukiman di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional Tahun 2007 s/d 2012	II-22
Tabel 2.11	Hasil Pengukuran Kebisingan pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan Kantor dan Pemukiman di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional Periode Januari – Juni Tahun 2013	II-22
Tabel 2.12	Hasil Pengukuran Getaran pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan Ruang Mesin di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional Tahun 2006 – Tahun 2012	II-24
Tabel 2.13	Hasil Pengukuran Getaran pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan Ruang Mesin di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional Periode Januari – Juni Tahun 2013	II-25
Tabel 2.14	Hasil Pengukuran Getaran pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan Pemukiman di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional Tahun 2006 – Tahun 2012	II-25
Tabel 2.15	Hasil Pengukuran Getaran pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan Ruang Mesin di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional Periode Januari – Juni Tahun 2013	II-26
Tabel 2.16	Hasil Pengukuran Kualitas Air Limbah Pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional Tahun 2006 – Tahun 2012	II-29
Tabel 2.17	Hasil Pengukuran Kualitas Air Limbah Pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional Periode Januari – Juni Tahun 2013	II-30
Tabel 2.18	Hasil Pengukuran Kualitas Air Tanah Pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional	II-31
Tabel 2.19	Hasil Pengukuran Kualitas Air Tanah Pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan di Sekitar	II-32

Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional

Tabel 2.20	Hasil Pemantauan Kualitas Air Tanah Dangkal di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional Periode Januari – Juni Tahun 2013	II-33
------------	--	-------

DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
Gambar 1.1	Peta Lokasi Sampel di PLTD Telaga	I-2
Gambar 1.2	Diagram Single Lina PLTD Telaga	I-5
Gambar 1.3	Diagram Penyaluran Bahan Bakar	I-7
Gambar 2.1	Trend Kandungan Gas CO di sekitar Lokasi PLTD Telaga Gorontalo	II-19
Gambar 2.2	Trend Kandungan Gas SO ₂ di sekitar Lokasi PLTD Telaga Gorontalo	II-19
Gambar 2.3	Trend Kandungan Gas NO _x di sekitar Lokasi PLTD Telaga Gorontalo	II-19
Gambar 2.4	Trend Hasil Pengukuran Emisi Gas dari Cerobong di PLTD Telaga	II-20
Gambar 2.5	Grafik Trend Pengukuran Kebisingan di Ruang Kantor dan Pemukiman Sekitar Lokasi PLTD Telaga	II-24
Gambar 2.6	Grafik Trend Hasil Pengukuran Getaran di Ruang Kantor dan Pemukiman Sekitar Lokasi PLTD Telaga	II-27

BAB I PENDAHULUAN

A. IDENTITAS PERUSAHAAN

Identitas pemrakarsa kegiatan :

Nama Perusahaan	: PT. PLN (Persero) Area Gorontalo
Jenis Badan Hukum	: Badan Usaha Milik Negara (BUMN)
Alamat Perusahaan	: Jln. Jenderal Sudirman No. 63 Kota Gorontalo
Nomor Telepon	: (0435) 821936; 821930
Nomor Fax.	: (0435) 824474
e-mail	:
Status Permodalan	: APBN, APLN
Bidang Usaha	: Kelistrikan

SK Kelayakan Lingkungan yang disetujui :

Nomor	: 660/S.Kep.DLH/174/2007
Tanggal	: 03 Juli 2007
Penanggung Jawab	: PT. PLN (Persero) Area Gorontalo
Nama	: Prijo Nugroho
Jabatan	: Manajer
Izin yang terkait	: (terlampir)

B. LOKASI USAHA DAN ATAU KEGIATAN

Lokasi kegiatan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) Telaga PT. PLN (Persero) Wilayah SULUTTENGGU Cabang Gorontalo berada di Jalan Nani Wartabone (Eks Jln. Andalas) Kota Gorontalo. Secara geografis terletak pada 122^o 59' 44" s/d 123^o 05' 59" BT dan 00^o 28' 17" s/d 00^o 35' 56" LU, dan secara administrasi terletak pada Kelurahan Paguyaman Kecamatan Kota Tengah Kota Gorontalo. Peta lokasi PLTD Telaga dapat dilihat pada Gambar 1.1.

Gambar 1.1 Peta Lokasi PLTD Telaga

Batas-batas lokasi kegiatan PLTD Telaga adalah:

- Sebelah Utara berbatasan dengan Jalan Nani Wartabone (eks. Jalan Andalas)
- Sebelah Selatan berbatasan dengan pemukiman penduduk Kelurahan Pulubala
- Sebelah Timur berbatasan dengan pemukiman penduduk Kelurahan Pulubala
- Sebelah Barat berbatasan dengan Jalan pemukiman penduduk di Jl. H.B Yassin (Eks K.H Agus Salim).

Lokasi PLTD Telaga PT. PLN (Persero) Wilayah SULUTTENGGGO Cabang Gorontalo dapat ditempuh melalui Jalan H.B Yassin (Eks K.H Agus Salim) dan Jalan Nani Wartabone dari Pusat Kota Gorontalo dengan jarak \pm 5 km dengan waktu tempuh kira-kira 10 menit dengan kendaraan roda dua atau roda empat.

C. DESKRIPSI KEGIATAN

Pelaksanaan pemantauan lingkungan ini dilakukan pada tahap operasional PLTD Telaga. Kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan pada tahap operasional meliputi pengoperasian sistem pembangkit, pemeliharaan sistem pembangkit, pengadaan dan penimbunan bahan bakar.

Uraian masing-masing kegiatan sebagai berikut:

1. Kegiatan Pengoperasian Sistem Pembangkit

Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) merupakan sistem pembangkit tenaga listrik yang memanfaatkan mesin diesel sebagai penggerak utama. Mesin ini beroperasi melalui proses pembakaran antara bahan bakar dan udara di dalam silinder. Pada proses pembakaran dihasilkan tenaga gerak yang menjalankan generator listrik untuk menghasilkan energi listrik. Kapasitas daya terpasang pada saat dilakukan pemantauan adalah 39.860 KW. Keadaan mesin pembangkit di PLTD Telaga ditunjukkan pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Keadaan Mesin Pembangkit di PLTD Telaga

No	Jenis Mesin	Tahun Operasi	No Serie	Daya Terpasang (kW)	Keterangan
1	MAK 8M 453 AK	1986	26852	2.500	
2	MAK 8 M 453 AK	1986	26853	2.500	

No	Jenis Mesin	Tahun Operasi	No Serie	Daya Terpasang (kW)	Keterangan
3	MAK 8 M 453 AK	1986	26854	2.500	
4	MAK 8 M 453 AK	1986	26876	2.500	
5	MAK 8 M 453 AK	1986	26885	2.500	
6	MAK 453 C	1999	27265	2.860	
7	MAK 453 C	1999	27265	2.860	
8	MAK 453 C	1999	27268	2.860	
9	MERLIS BLACKSTONE K8 MAJOR	2011	750301	2.420	
	Oli Turbo Mediteran S 30 Mediteran S 40 Salyx 420				
10	Sewa Telaga 1	2002		8.000	
11	Sewa Telaga 3	2007		8.360	
	Jumlah			39.860	

Sumber: PT. PLN Area Gorontalo, 2013

2. Pemeliharaan Sistem Pembangkit

Pemeliharaan sistem pembangkit dilakukan terhadap mesin penggerak, generator pembangkit, panel-panel kontrol, gedung dan fasilitas PLTD serta fasilitas pengolah limbah cair. Pemeliharaan mesin sering menggunakan solar sebagai bahan pencuci peralatan mesin yang dibongkar/diperbaiki.

Pemeliharaan sistem pembangkit dilakukan secara rutin berdasarkan jadwal P₀/P₅, yaitu:

- P₀ = pemeliharaan 24 jam
- P₁ = pemeliharaan 125 jam
- P₂ = pemeliharaan 250 jam
- P₃ = pemeliharaan 500 jam
- P₄ = pemeliharaan 1500 jam
- P₅ = pemeliharaan 3000 jam
- Top Over Haul = > 6000 jam
- Semi Over Haul = 12.000 jam
- Top Over Haul 2 = 18.000 jam
- Mayor Over Haul = 24.000 jam

Pemanfaatan oli pada PLTD Telaga sebanyak 20 drum per bulan atau 4.000 liter per bulan.

Pengolahan limbah cair PLTD Telaga telah diolah melalui Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) yang telah berfungsi dengan baik, hal ini ditunjukkan dengan bio indikator dimana ikan dapat hidup pada kolam terakhir pengolahan limbah cair.

3. Pengadaan dan Penimbunan Bahan Bakar

Bahan bakar utama utama dalam proses produksi PLTD adalah HSD (solar). Proses pembakaran minyak solar di dalam mesin dibantu oleh udara dan minyak pelumas. Bahan HSD disalurkan dari tangki penampungan ke tangki harian dan dari tangki harian langsung ke ruang mesin untuk dipergunakan dalam proses produksi.

D. PERKEMBANGAN LINGKUNGAN SEKITAR

Seiring dengan perkembangan Kota Gorontalo yang semakin pesat dan perluasan kota mengarah ke pinggiran kota, maka lokasi PLTD Telaga yang semula adalah tanah kosong berkembang menjadi pemukiman penduduk. Oleh sebab itu lokasi PLTD Telaga saat ini berbatasan langsung dengan pemukiman penduduk. Hal ini menimbulkan dampak lingkungan yang saling mempengaruhi baik dampak operasionalisasi PLTD Telaga terhadap masyarakat di sekitarnya maupun dampak dari pemukiman tersebut terhadap beroperasinya PLTD Telaga. Disamping pemukiman, di sekitar lokasi PLTD Telaga juga berkembang kegiatan perdagangan dan bengkel. Kondisi ini turut memberikan dampak terhadap peningkatan kebisingan dan limbah di sekitar PLTD Telaga.

Pemukiman penduduk di sebelah barat, sebelah selatan dan sebelah timur PLTD mengalami peningkatan yang sangat pesat, sehingga dampak penurunan kualitas lingkungan di sekitar PLTD Telaga merupakan akumulasi dampak kegiatan-kegiatan lain yang ada di sekitarnya antara lain limbah rumah tangga dan limbah sisa-sisa oli dari bengkel-bengkel yang ada di sekitar PLTD Telaga.

Perkembangan lalu lintas di Jalan H.B Yassin (Eks Jl. H. Agus Salim) dan Jl. Nani Wartabone (Eks Jl. Andalas) juga mengalami perkembangan yang sangat pesat. Hal ini turut memberi sumbangsih terhadap penurunan kualitas udara di sekitar lokasi PLTD Telaga.

BAB II

PELAKSANAAN DAN EVALUASI

A. PELAKSANAAN

Pelaksanaan kegiatan upaya pengelolaan lingkungan dan upaya pemantauan lingkungan mengacu pada dokumen Revisi Upaya Pengelolaan Lingkungan (UKL) dan Upaya Pemantauan Lingkungan (UPL) PLTD Telaga yang ditelah disahkan melalui Surat Keputusan Kepala Dinas Lingkungan Hidup Kota Gorontalo NO. 660/S.Kep. DLH174/2007 Tanggal 3 Juli 2007

1. Upaya Pengelolaan Lingkungan (UKL)

Pelaksanaan upaya pengelolaan lingkungan pada tahap operasional dilakukan berdasarkan jenis dampak yang ditimbulkan dari kegiatan pengoperasian sistem pembangkit, pemeliharaan sistem pembangkit serta pengadaan dan penimbunan bahan bakar.

Uraian dari masing-masing kegiatan pengelolaan lingkungan adalah sebagai berikut:

1.1 Kualitas Udara

- **Jenis Dampak**

Jenis dampak yang dikelola adalah menurunnya kualitas udara ambien.

- **Sumber Dampak**

Sumber dampak menurunnya kualitas udara ambien adalah kegiatan pengoperasian sistem pembangkit yang menghasilkan emisi gas berupa CO, SO₂ dan NO₂.

- **Tindakan Pengelolaan Lingkungan Hidup**

Upaya pengelolaan lingkungan yang dilakukan adalah:

- a. Menjaga efisiensi pembakaran dengan merawat/membersihkan mesin serta komponen-komponennya secara rutin.
- b. Menanam pohon yang bertajuk rimbun untuk menangkap sebagian gas yang keluar dari cerobong.

- c. Mengadakan sosialisasi dan pendekatan dengan masyarakat sekitar PLTD Telaga, tentang manfaat dan dampak-dampak dari pengoperasian PLTD serta cara penanggulangan yang praktis.
- Tolok Ukur Pengelolaan
Tolok ukur pengelolaan dampak menurunnya kualitas udara adalah PP Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara.
- Lokasi Pengelolaan
Lokasi pengelolaan adalah di dalam areal/tapak proyek PLTD Telaga
- Periode/waktu Pengelolaan
Periode pelaksanaan pengelolaan adalah selama masa operasionalisasi sistem pembangkit.

1.2 Kebisingan

- Jenis Dampak
Jenis dampak yang dikelola adalah meningkatnya tingkat kebisingan disekitar lokasi PLTD Telaga.
- Sumber Dampak
Sumber dampak meningkatnya tingkat kebisingan adalah kegiatan pengoperasian sistem pembangkit.
- Tindakan Pengelolaan Lingkungan Hidup
Upaya pengelolaan lingkungan yang dilakukan adalah:
 - a. Melakukan penanaman pohon untuk meredam suara. Jenis vegetasi yang ditanam di halaman PLTD Telaga adalah pohon kelapa, tiara payung, bougenvil, jambu biji, pepaya, nangka, mangga.
 - a. Operator harus menggunakan perlatan K3.
 - b. Gedung pembangkit harus menggunakan peredam suara. PLTD Telaga memiliki 2 ruang mesin utama yaitu ruang mesin MAKAK dan MAKAC. Kedua ruang ini telah dibatasi oleh dinding peredam suara.
- Tolok Ukur Pengelolaan

Tolok ukur pengelolaan dampak kebisingan adalah Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 13/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Kimia di Tempat Kerja

- Lokasi Pengelolaan
Lokasi pengelolaan adalah di dalam areal/tapak proyek PLTD Telaga
- Periode/waktu Pengelolaan
Periode pelaksanaan pengelolaan adalah selama masa operasionalisasi sistem pembangkit.

1.3 Getaran

- Jenis Dampak
Jenis dampak yang dikelola adalah timbulnya getaran di sekitar lokasi PLTD Telaga.
- Sumber Dampak
Sumber dampak getaran adalah kegiatan pengoperasian sistem pembangkit.
- Tindakan Pengelolaan Lingkungan Hidup
Upaya pengelolaan lingkungan yang dilakukan adalah:
 - a. Memasang mesin dengan konstruksi dudukan yang sesuai.
 - b. Menginformasikan kepada masyarakat sekitar, cara praktis tentang penanganan getaran.
 - c. Mensosialisasikan manfaat dampak pengoperasian sistem pembangkit termasuk kemungkinan terjadinya getaran pada waktu-waktu tertentu.
- Tolok Ukur Pengelolaan
Tolok ukur pengelolaan dampak getaran adalah Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 49 Tahun 1996 tentang getaran dan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 13/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Kimia di Tempat Kerja.
- Lokasi Pengelolaan
Lokasi pengelolaan adalah di dalam areal/tapak proyek PLTD Telaga dan lokasi sekitarnya.

- Periode/waktu Pengelolaan

Periode pelaksanaan pengelolaan adalah minimal dua kali selama masa operasionalisasi sistem pembangkit.

1.4. Kualitas Air

- Jenis Dampak

Jenis dampak yang dikelola adalah menurunnya kualitas air di sekitar lokasi PLTD Telaga.

- Sumber Dampak

Sumber dampak kualitas air adalah kegiatan pengoperasian sistem pembangkit, pemeliharaan mesin, serta pengadaan dan penimbunan bahan bakar yang menghasilkan limbah cair berupa buangan sisa oli dan cecceran bahan bakar solar.

- Tindakan Pengelolaan Lingkungan Hidup

Upaya pengelolaan lingkungan yang dilakukan adalah:

- a. Melokalisir sisa oli dan bahan bakar dengan membuat saluran limbah yang kedap.
- b. Membuat *water oil separator* untuk memisahkan minyak dari oli.
- c. Menampung oli dan cecceran bahan bakar dalam wadah tertentu (drum) dan selanjutnya dimusnahkan atau dibakar dalam insenerator.

- Tolok Ukur Pengelolaan

Tolok ukur pengelolaan dampak kualitas air adalah Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 8 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pembangkit Listrik Tenaga Thermal.

- Lokasi Pengelolaan

Lokasi pengelolaan adalah di dalam areal/tapak proyek PLTD Telaga.

- Periode/waktu Pengelolaan

Periode pelaksanaan pengelolaan adalah selama masa operasionalisasi sistem pembangkit.

1.5. Sikap dan Persepsi Masyarakat

- **Jenis Dampak**
Jenis dampak yang dikelola adalah persepsi negatif masyarakat terhadap pengoperasian sistem pembangkit.
- **Sumber Dampak**
Sumber dampak sikap dan persepsi masyarakat adalah kegiatan pengoperasian sistem pembangkit yang menghasilkan polusi udara, kebisingan, getaran dan polusi air disekitar lokasi PLTD Telaga.
- **Tindakan Pengelolaan Lingkungan Hidup**
Upaya pengelolaan lingkungan yang dilakukan adalah:
Melakukan sosialisasi kepada masyarakat tentang keberadaan dan fungsi PLTD serta cara-cara pengelolaan lingkungan yang telah dilakukan.
- **Tolok Ukur Pengelolaan**
Tolok ukur pengelolaan dampak sikap dan persepsi masyarakat adalah jumlah masyarakat yang berpresepsi negatif terhadap pengoperasian PLTD Telaga.
- **Lokasi Pengelolaan**
Lokasi pengelolaan adalah di lokasi sekitar PLTD Telaga meliputi Kelurahan Pulubala dan Kelurahan Paguyaman.
- **Periode/waktu Pengelolaan**
Periode pelaksanaan pengelolaan adalah enam bulan sekali selama masa operasionalisasi sistem pembangkit.

2. Upaya Pemantauan Lingkungan (UPL)

Upaya Pemantauan Lingkungan (UPL) adalah upaya pemantauan komponen lingkungan hidup yang terkena dampak besar dan penting akibat dari suatu kegiatan. Uraian pelaksanaan upaya pemantauan lingkungan hidup PLTD Telaga adalah sebagai berikut:

Kualitas Udara

- **Jenis dampak**
Jenis dampak yang dipantau adalah menurunnya kualitas udara ambien

- **Sumber Dampak**
Sumber dampak menurunnya kualitas udara adalah kegiatan pengoperasian sistem pembangkit yang menghasilkan emisi gas berupa CO, SO₂ dan NO₂
- **Lokasi Pemantauan**
Lokasi dilaksanakannya pemantauan adalah pada tapak proyek PLTD Telaga dan lokasi di sekitar PLTD Telaga yaitu lokasi pemukiman penduduk sebelah utara, timur, selatan dan barat dari PLTD Telaga.
- **Parameter Lingkungan yang Dipantau**
Parameter kualitas udara yang dipantau adalah kandungan gas Karbon Monoksida (CO), Sulfur Dioksida (SO₂) dan Nitrogen Dioksida (NO₂).
- **Metode Pemantauan**
Metode pemantauan adalah dengan mengambil sampling udara kemudian dianalisis di laboratorium.
- **Jangka Waktu dan Frekuensi Pemantauan**
Jangka waktu pemantauan adalah selama masa operasional PLTD Telaga dan frekuensi pemantauan 6 (enam) bulan sekali.

2.2. Kebisingan

- **Jenis dampak**
Jenis dampak yang dipantau adalah meningkatnya kebisingan di sekitar lokasi PLTD Telaga.
- **Sumber Dampak**
Sumber dampak meningkatnya kebisingan adalah kegiatan pengoperasian sistem pembangkit.
- **Lokasi Pemantauan**
Lokasi dilaksanakannya pemantauan adalah pada tapak proyek PLTD Telaga dan lokasi di sekitar PLTD Telaga yaitu lokasi pemukiman penduduk sebelah utara, timur, selatan dan barat dari PLTD Telaga.
- **Parameter Lingkungan yang Dipantau**
Parameter yang dipantau adalah tingkat kebisingan.

- **Metode Pemantauan**

Metode pemantauan adalah pengukuran langsung (*insitu*) dengan menggunakan alat *Sound Level Meter*.

- **Jangka Waktu dan Frekuensi Pemantauan**

Jangka waktu pemantauan adalah selama masa operasional PLTD Telaga dan frekuensi pemantauan 6 (enam) bulan sekali.

2.3 Getaran

- **Jenis dampak**

Jenis dampak yang dipantau adalah timbulnya getaran di sekitar lokasi PLTD Telaga.

- **Sumber Dampak**

Sumber dampak getaran adalah kegiatan pengoperasian sistem pembangkit.

- **Lokasi Pemantauan**

Lokasi dilaksanakannya pemantauan adalah pada tapak proyek PLTD Telaga dan lokasi di sekitar PLTD Telaga yaitu lokasi pemukiman penduduk sebelah utara, timur, selatan dan barat dari PLTD Telaga.

- **Parameter Lingkungan yang Dipantau**

Parameter yang dipantau adalah tingkat getaran.

- **Metode Pemantauan**

Metode pemantauan adalah pengukuran langsung (*insitu*) dengan menggunakan alat *Vibration Meter*.

- **Jangka Waktu dan Frekuensi Pemantauan**

Jangka waktu pemantauan adalah selama masa operasional PLTD Telaga dan frekuensi pemantauan 6 (enam) bulan sekali.

2.4 Kualitas Air

- **Jenis dampak**

Jenis dampak yang dipantau adalah menurunnya kualitas air di sekitar lokasi PLTD Telaga.

- **Sumber Dampak**
Sumber dampak menurunnya kualitas air adalah kegiatan pengoperasian sistem pembangkit.
- **Lokasi Pemantauan**
Lokasi dilaksanakannya pemantauan adalah pada saluran sebelum pembuangan limbah, saluran setelah pembuangan limbah, air sumur penduduk di bagian utara, selatan dan barat PLTD Telaga .
- **Parameter Lingkungan yang Dipantau**
Parameter yang dipantau adalah kualitas air baik parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi.
- **Metode Pemantauan**
Metode pemantauan adalah pengambilan sampel dan kemudian dianalisis di laboratorium Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi Manado Sulawesi Utara
- **Jangka Waktu dan Frekuensi Pemantauan**
Jangka waktu pemantauan adalah selama masa operasional PLTD Telaga dan frekuensi pemantauan 6 (enam) bulan sekali.

2.5 Sikap dan Persepsi Masyarakat

- **Jenis dampak**
Jenis dampak yang dipantau adalah timbulnya sikap dan persepsi negatif masyarakat terhadap pengoperasian sistem pembangkit.
- **Sumber Dampak**
Sumber dampak adalah kegiatan pengoperasian sistem pembangkit.
- **Lokasi Pemantauan**
Lokasi dilaksanakannya pemantauan adalah di sekitar lokasi PLTD Telaga meliputi Kelurahan Pulabala dan Kelurahan Paguyaman .
- **Parameter Lingkungan yang Dipantau**
Parameter yang dipantau adalah sikap dan persepsi masyarakat.

- Metode Pemantauan

Metode pemantauan adalah metode survey dengan melakukan wawancara langsung dengan masyarakat untuk mengetahui sikap dan persepsi masyarakat terhadap pengoperasian PLTD Telaga. Analisis data dilakukan secara deskriptif.

- Jangka Waktu dan Frekuensi Pemantauan

Jangka waktu pemantauan adalah selama masa operasional PLTD Telaga dan frekuensi pemantauan 6 (enam) bulan sekali.

B. EVALUASI

Tujuan dilakukannya evaluasi adalah untuk:

- Memudahkan identifikasi penataan pemrakarsa terhadap peraturan lingkungan hidup seperti standar-standar baku mutu lingkungan.
- Mendorong pemrakarsa untuk mengevaluasi kinerja pengelolaan dan pemantauan lingkungan sebagai upaya perbaikan secara terus menerus.
- Mengetahui kecenderungan pengelolaan dan pemantauan lingkungan suatu kegiatan, sehingga memudahkan instansi yang melakukan pengendalian dampak lingkungan dalam penyelesaian permasalahan lingkungan dan perencanaan pengelolaan lingkungan hidup dalam skala yang lebih besar.
- Mengetahui kinerja pengelolaan lingkungan hidup oleh pemrakarsa untuk program penilaian peringkat kinerja.

1. Evaluasi Kecenderungan (*Trend Evaluation*)

Evaluasi kecenderungan (*trend evaluation*) adalah evaluasi untuk melihat kecenderungan (*trend*) perubahan kualitas lingkungan dalam suatu rentang ruang dan waktu tertentu. Untuk melakukan evaluasi kecenderungan dibutuhkan data hasil pemantauan dari waktu ke waktu (*time series data*), karena penilaian perubahan kecenderungan hanya dapat dilakukan dengan data untuk pemantauan yang berbeda.

Kegiatan pemantauan lingkungan rona awal pada PLTD Telaga telah dilaksanakan pada saat penyusunan UKL/UPL PLTD Telaga yang dilaksanakan

pada Bulan Desember 2006. Berdasarkan UKL/UPL PLTD Telaga (2006) komponen lingkungan yang diperkirakan akan terkena dampak dari kegiatan operasionalisasi PLTD Telaga, yaitu komponen fisik-kimia (kualitas udara, getaran dan kebisingan), kualitas air, serta komponen sosial budaya (persepsi masyarakat). Oleh sebab itu pada kegiatan pemantauan ini, komponen-komponen lingkungan tersebut yang dipantau, apakah terjadi kecenderungan perubahan setelah kegiatan pengelolaan dilaksanakan. Metode dan lokasi pengambilan sampel disesuaikan dengan metode dan lokasi pengambilan sampel pada saat penyusunan UKL/UPL PLTD Telaga. Hal ini bertujuan agar tidak terjadi bias hasil pengukuran.

1.1 Kualitas Udara

Untuk mengetahui kualitas udara dan kebisingan dilakukan dengan pengambilan sampel kualitas udara dan debu. Lokasi pengukuran yaitu di lokasi tapak proyek PLTD dan lokasi pemukiman di sekitar PLTD Telaga, yaitu sebelah Utara, sebelah Timur, sebelah Selatan dan sebelah Barat PLTD Telaga.

Data kualitas udara pada saat rona awal dan setelah pemantauan Tahun 2006 dan 2007 ditunjukkan pada Tabel 2.1. Data kualitas udara pada saat rona awal dan setelah pemantauan Tahun 2009 dan 2010 ditunjukkan pada Tabel 2.2. Data kualitas udara pada saat rona awal dan setelah pemantauan Tahun 2011 dan 2012 ditunjukkan pada Tabel 2.3 dan Tabel 2.4.

Pada bulan Oktober tahun 2012 juga dilakukan pengukuran kualitas udara terhadap 10 buah genset yang beroperasi pada PLTD Telaga seperti ditunjukkan pada Tabel 2.5. Parameter kualitas udara yang diukur adalah kandungan debu, gas CO, SO₂, dan NO_x.

Tabel 2.1 Hasil Pengukuran Kualitas Udara Ambien Pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan Tahun 2007 di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional

No	Parameter	Satuan	Lokasi Sampel dan Tahun Pengukuran										Baku Mutu PP No. 41/1999
			1		2		3		4		5		
			2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007	
1	Suhu	⁰ C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	Total debu/partikel	Mg/Nm ³	122	-	116	-	94	-	83	-	146	-	230
3	Karbon Monoksida (CO)	µg/Nm ³	5.800	3480	3.480	1160	3.480	1160	5.800	1160	3.480	1160	30.000
4	Sulfur Dioksida (SO ₂)	µg/Nm ³	20	30	10	20	10	10	50	20	10	20	900
5	Oksida Nitrogen (NO _x)	µg/Nm ³	20	20	10	10	10	20	50	10	10	10	400
6	Kelembaban	% H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7	Kecepatan Angin	m/detik	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Sumber: UKL/UPL PLTD Telaga dan Hasil Pengukuran Pada Saat Pemantauan Januari 2008.

Keterangan:

Lokasi 1 = Ruang Mesin

Lokasi 2 = Pemukiman Sebelah Utara

Lokasi 3 = Pemukiman Sebelah Timur

Lokasi 4 = Pemukiman Sebelah Selatan

Lokasi 5 = Pemukiman Sebelah Barat

Tabel 2.2 Hasil Pemantauan Lingkungan Kualitas Udara Ambien Tahun 2009 dan Tahun 2010
di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional

No	Parameter	Satuan	Lokasi Sampel dan Tahun Pengukuran												Baku Mutu PP No. 41/1999
			1		2		3		4		5		6		
			2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	
1	Suhu	⁰ C	32	32	29	30	29	30	29	30	29	31	-	32	
2	Total debu/partikel	Mg/Nm ³	58	54	41	39	35	34	30	34	36	41	-	62	230
3	Karbon Monoksida (CO)	µg/Nm ³	6.000	3	3.000	2	2000	2	2000	2	2000	2	-	2,3	30.000
4	Sulfur Dioksida (SO ₂)	µg/Nm ³	60	45	25	21	18	34	16	22	16	23	-	10	900
5	Nitrogen Dioksida (NO _x)	µg/Nm ³	40	48	23	27	15	31	15	26	14	27	-	20	400
6	Kelembaban	% H	68	70	72	71	72	73	72	71	72	71	-	70	
7	Kecepatan Angin	m/detik	0	0,8	2,1	1,6	2,0	1,7	2,3	1,7	2,8	1,6	-	1,2	

Sumber: UKL/UPL PLTD Telaga dan Hasil Pengukuran Pada Saat Pemantauan , 2009 dan 2010.

Keterangan:

Lokasi 1 = Ruang Mesin

Lokasi 2 = Pemukiman Sebelah Utara

Lokasi 3 = Pemukiman Sebelah Timur

Lokasi 4 =Pemukiman Sebelah Selatan

Lokasi 5 = Pemukiman Sebelah Barat

Lokasi 6 = Lingkungan cerobong PLTD Telaga

Tabel 2.3 Hasil Pemantauan Lingkungan Kualitas Udara Ambien Tahun 2011 dan Tahun 2012
di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional

No	Parameter	Satuan	Lokasi Sampel dan Tahun Pengukuran									Baku Mutu PP No. 41/1999
			1			2			3			
			2011	2012	2012	2011	2012	2012	2011	2012	2012	
1	Suhu	⁰ C	36,3	33,4	34.2	32,7	29,7	32.7	33,4	29,8	34.8	
2	Total debu/partikel	Mg/Nm ³	74	83	83	40	41	57	39	42	57	230
3	Karbon Monoksida (CO)	µg/Nm ³	134	760	540	32	530	240	31	540	320	30.000
4	Sulfur Dioksida (SO ₂)	µg/Nm ³	81	64	84	27	62	62	26	45	48	900
5	Nitrogen Dioksida (NO _x)	µg/Nm ³	74	62	62	28	59	59	28	47	46	400
6	Kelembaban	% H	55	58	58	67	69	52	67	70	54	
7	Kecepatan Angin	m/detik	1,35	0,98	1.29	2,24	1,89	1.89	2,24	2,24	2.26	

Sumber: UKL/UPL PLTD Telaga dan Hasil Pengukuran Pada Saat Pemantauan , 2011 dan Mei 2012 dan Oktober 2012

Keterangan:

Lokasi 1 = Ruang Mesin

Lokasi 2 = Pemukiman Sebelah Utara

Lokasi 3 = Pemukiman Sebelah Timur

Tabel 2.4. Hasil Pemantauan Lingkungan kualitas Udara Ambien Tahun 2011 dan Tahun 2012
di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional

No	Parameter	Satuan	Lokasi Sampel dan Tahun Pengukuran									Baku Mutu PP No. 41/1999
			4			5			6			
			2011	2012	2012	2011	2012	2012	2011	2012	2012	
1	Suhu	⁰ C	30,7	30,1	30.1	31,7	30,3	33.6	34,2	33,4	33.4	-
2	Total debu/partikel	Mg/Nm ³	35	52	52	34	52	58	63	62	62	230
3	Karbon Monoksida (CO)	µg/Nm ³	28	565	565	27	576	578	114	1160	1160	30.000
4	Sulfur Dioksida (SO ₂)	µg/Nm ³	24	62	62	21	72	72	78	82	82	900
5	Nitrogen Dioksida (NO _x)	µg/Nm ³	28	61	61	24	76	76	72	80	80	400
6	Kelembaban	% H	73	69	69	73	69,7	54	67	67	67	-
7	Kecepatan Angin	m/detik	1,01	1,92	1.92	1,79	2,05	2.35	1,24	1,56	1.56	-

Sumber: UKL/UPL PLTD Telaga dan Hasil Pengukuran Pada Saat Pemantauan , dan Mei 2012 dan Oktober 2012

Keterangan:

- Lokasi 4 =Pemukiman Sebelah Selatan
- Lokasi 5 = Pemukiman Sebelah Barat
- Lokasi 6 = Lingkungan cerobong PLTD Telaga

Tabel 2.5 Hasil Pemantauan Lingkungan Kualitas Udara Ambien Periode Januari – Juni Tahun 2013 di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional

No	Parameter	Satuan	Lokasi Sampel dan Tahun Pengukuran						Baku Mutu PP No. 41/1999
			1	2	3	4	5	6	
1	Suhu	⁰ C	34,4	32,4	34,6	30,1	33,6	-	
2	Total debu/partikel	Mg/Nm ³	85	52	54	53	63	-	230
3	Karbon Monoksida (CO)	µg/Nm ³	1.200	230	310	345	545	-	30.000
4	Sulfur Dioksida (SO ₂)	µg/Nm ³	135	65	47	63	87	-	900
5	Nitrogen Dioksida (NO _x)	µg/Nm ³	172	59	49	62	79	-	400
6	Kelembaban	% H	58	56	56	69	56	-	
7	Kecepatan Angin	m/detik	1,29	1,87	2,23	1,87	2,45	-	

Sumber: UKL/UPL PLTD Telaga dan Hasil Pengukuran Pada Saat Pemantauan, Juni 2013

Keterangan: -) tidak dilakukan pengukuran.

Lokasi 1 = Ruang Mesin

Lokasi 2 = Pemukiman Sebelah Utara

Lokasi 3 = Pemukiman Sebelah Timur

Lokasi 4 = Pemukiman sebelah Selatan

Lokasi 5 = Pemukiman sebelah Barat

Lokasi 6 = Lingkungan cerobong

Tabel 2.6 Hasil Pemantauan Lingkungan Emisi Sumber Tidak Bergerak Tahun 2012
 Pada Genset PLTD Telaga Pada Tahap Operasional

No	Lokasi Pengukuran	CO (mg/Nm ³)	SO ₂ (mg/m ³)	NO ₂ (mg/m ³)	Partikel (mg/m ³)	Opasitas %
1	Genset 1	32	46	36	48	6.2
2	Genset 2	36	48	42	51	6.5
3	Genset 3	-	-	-	-	-
4	Genset 4	34	42	36	43	5.6
5	Genset 5	38	38	35	39	5.3
6	Genset 6	-	-	-	-	-
7	Genset 7	42	39	37	40	5.2
8	Genset 8	38	42	38	42	5.1
9	Genset 9	34	48	43	46	5.6
10	Genset 10	42	46	41	48	6.1
Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak (PERMEN : 21/ MENLH /12/2008)		600 mg/m ³	800/mg/m ³	1000 mg/m ³	150 mg/m ³	20%

Sumber data : Oktober 2012

Tabel 2.7 Hasil Pemantauan Lingkungan Emisi Sumber Tidak Bergerak Periode Januari – Juni Tahun 2013
 Pada Genset PLTD Telaga Pada Tahap Operasional

No	Lokasi Pengukuran					
		CO (mg/Nm ³)	SO ₂ (mg/m ³)	NO ₂ (mg/m ³)	Partikel (mg/m ³)	Opasitas %
1	Genset 1	31	44	35	47	6,1
2	Genset 2	35	46	43	55	6,7
3	Genset 3	34	45	34	44	5,8
4	Genset 4	35	43	37	45	5,6
5	Genset 5	39	37	34	38	5,2
6	Genset 6	-	-	-	-	-
7	Genset 7	43	38	36	39	5,1
8	Genset 8	-	-	-	-	-
9	Genset 9	33	47	42	45	5,4
10	Genset 10	43	45	40	48	6,3
Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak (PERMEN : 21/ MENLH /12/2008)		600 mg/m ³	800/mg/m ³	1000 mg/m ³	150 mg/m ³	20%

Sumber data : Hasil Pengukuran Bulan Juni 2013

a) Kandungan Gas-gas

Pada Tabel 2.1 terlihat bahwa kandungan gas-gas baik gas Sulfur Dioksida (SO_2), Karbon Monoksida (CO) dan Nitrogen Dioksida (NO_2) di ruang mesin dan pemukiman di sekitar lokasi PLTD masih dibawah baku mutu yang ditetapkan. Kandungan gas Karbon Monoksida di sekitar lokasi cerobong meningkat signifikan dibanding Tahun 2011. Pada Tahun 2011 kandungan gas CO sebesar $114 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan pada pemantauan I Tahun 2012 meningkat menjadi $1.160 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan hasil pemantauan ke II Tahun 2012 tetap stabil sebesar $1.160 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Hasil ini masih di bawah batas baku mutu yang ditetapkan sebesar $30.000 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Demikian pula kandungan gas CO di sekitar pemukiman masyarakat sudah mengalami penurunan dan cenderung stabil. Secara umum kualitas udara tetap berada di bawah baku mutu yang ditetapkan.

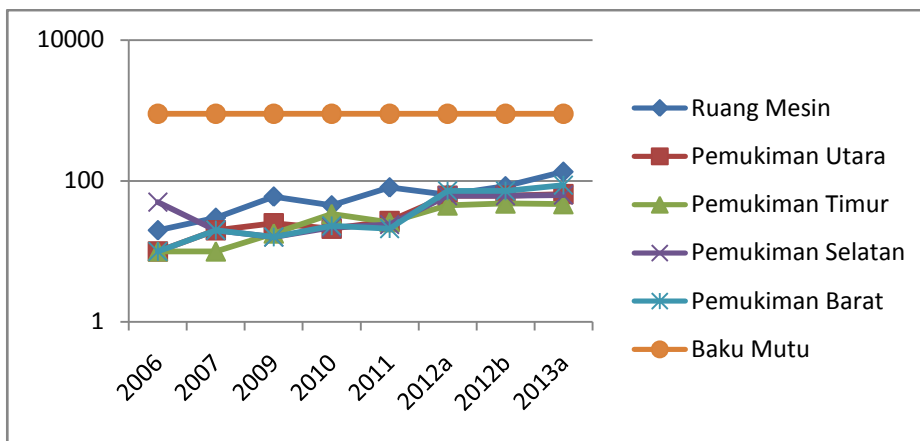
Kandungan gas pada ruang mesin dan pemukiman di sekitar lokasi PLTD cenderung stabil dan tidak mengalami peningkatan. Peningkatan kandungan gas SO_2 pada ruang mesin disebabkan oleh jumlah mesin yang beroperasi lebih banyak dibanding pada saat pengukuran Tahun 2006.

Hasil pengukuran kualitas udara ambien periode Januari – Juni Tahun 2013 menunjukkan bahwa kandungan gas CO di ruang mesin mengalami peningkatan dari hasil pengukuran periode Desember 2012 yaitu $1160 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ meningkat menjadi $1.200 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Walaupun terjadi peningkatan, tetapi angka masih berada di bawah baku mutu yang dipersyaratkan pada PP Nomor 41 Tahun 1999. Trend hasil pengukuran gas-gas sejak Tahun 2006 sampai dengan Tahun 2013 ditunjukkan pada Gambar 2.1, Gambar 2.2, Gambar 2.3.

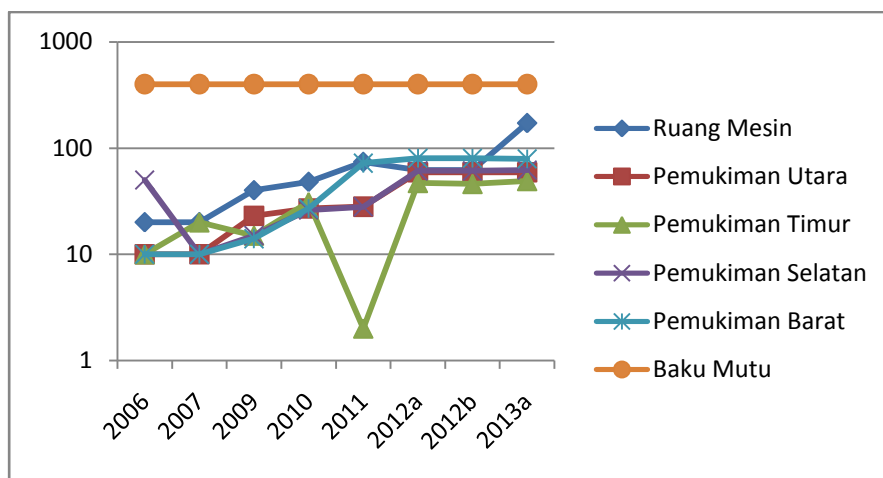
Hasil analisis udara emisi akibat beroperasinya genset dari 10 buah genset yang terukur Pada Oktober Tahun 2012 menunjukkan nilai sebesar 32-42 mg/m^3 (CO), 38 – 48 mg/m^3 (SO_2), 35-51 mg/m^3 (NO_2). Hasil ini masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan. Hasil pengukuran emisi dari operasionalisasi genset pada bulan Juni 2013 menunjukkan bahwa kandungan gas-gas yang dihasilkan dari cerobong genset masih berada di bawah baku mutu yang dipersyaratkan. Trend hasil pengukuran gas-gas hasil emisi cerobong ditunjukkan pada Gambar 2.4.



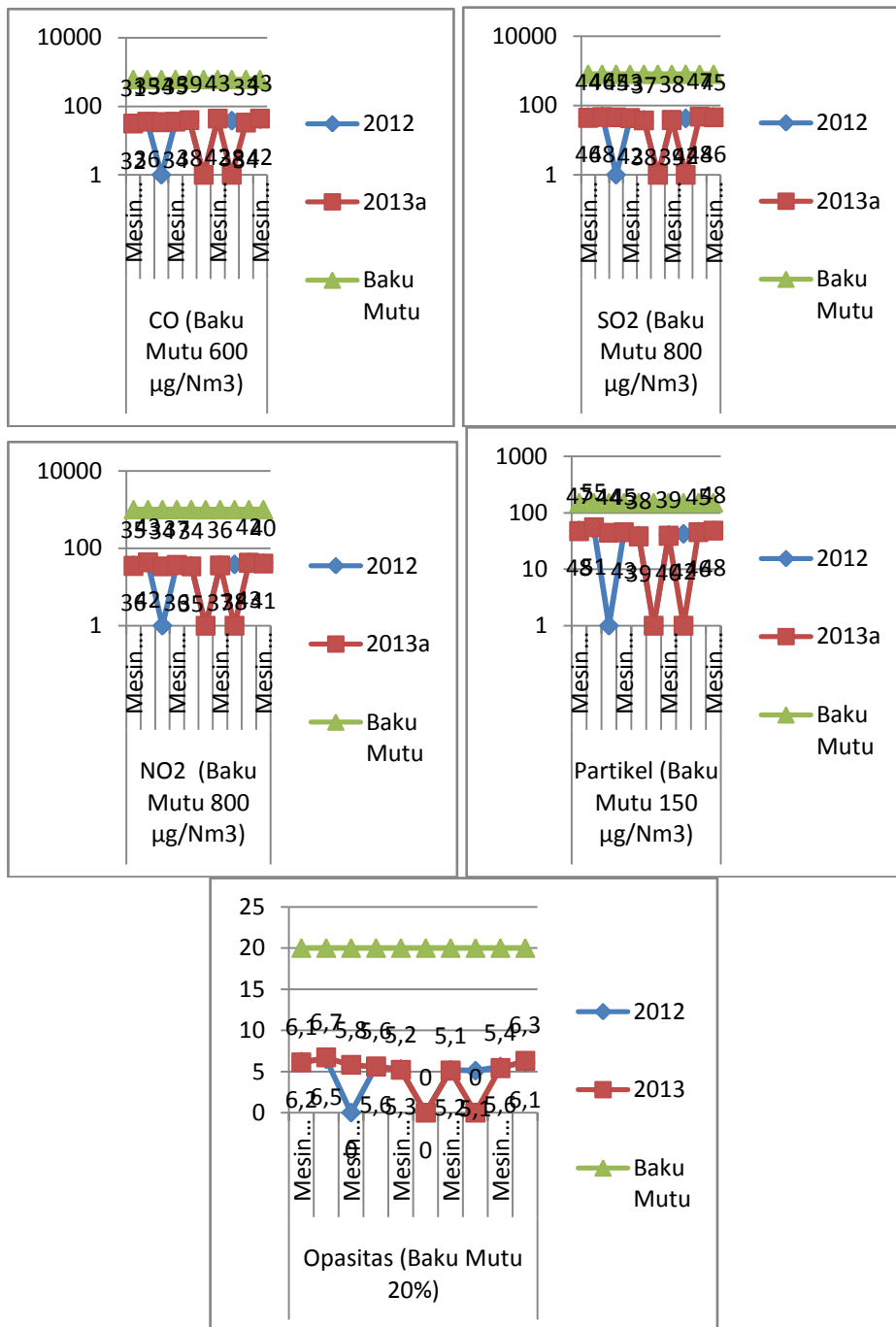
Gambar 2.1 Trend Kandungan Gas CO di sekitar Lokasi PLTD Telaga Gorontalo



Gambar 2.2 Trend Kandungan Gas SO₂ di sekitar Lokasi PLTD Telaga Gorontalo



Gambar 2.3 Trend Kandungan Gas NO_x di sekitar Lokasi PLTD Telaga Gorontalo



Gambar 2.4 Trend Hasil Pengukuran Emisi Gas dari Cerobong di PLTD Telaga

b) Kebisingan

Hasil pengukuran tingkat kebisingan pada saat rona awal dan hasil pemantauan lingkungan di ruang mesin pada PLTD Telaga ditunjukkan pada Tabel 2.8. Hasil pemantauan pada daerah pemukiman sekitar PLTD ditunjukkan pada Tabel 3.0.

Tabel 2.8 Hasil Pengukuran Kebisingan pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan Ruang Mesin di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional Tahun 2007 s/d 2012

No	Lokasi	Tahun Pemantauan							Baku Mutu dan Satuan
		2006	2007	2009	2010	2011	2012	2012	
1.	Ruang Mesik MAK AK	115,7	94,2-110,1	92,9	87,5	70,6	68,9	94,6	97 dBA
2.	Ruang Kontrol MAK AK	*	69,4 – 78,5	76,7	75,2	67,3	68,2	64,2	
3.	Ruang Mesin MAK AC	*	94,3 – 116,2	94,3	82,4	78,8	79,4	87,4	
4.	Ruang Kontrol MAKAC	*	59,8 – 73,3	63,4	66,5	68,2	65,7	63,7	
5.	Ruang mesin PEMDA	89,6	91,5 – 105,7	98,6	97,4	85,4	84,2	89,2	
6.	Ruang Mesin SEWATAMA I	120,3	93,0 – 115,3	96,4	98,3	92,5	93,7	93,6	
7.	Ruang Mesin SEWATAMA II	*	83,6 – 85,9	90,5	91,3	92,4	92,4	92,6	
8.	Ruang Mesin SEWATAMA III	*	90,9 – 107,2	93,8	92,5	94,7	93,7	93,8	

Sumber : Dokumen UKL UPL PLTD Telaga (2006) dan Hasil Pemantaun Lingkungan Tahun 2007, 2009, 2010, 2011 dan Tahun Mei 2012 dan Oktober 2012

Keterangan : Waktu pengukuran 30 menit

Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 13/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Kimia di Tempat Kerja.

(*)= tidak ada data; KBS = Kebisingan

Tabel 2.9 Hasil Pengukuran Kebisingan pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan Ruang Mesin di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional Periode Januari – Juni Tahun 2013

No	Lokasi	Tahun Pemantauan 2013	Baku Mutu dan Satuan
		Jan – Juni	
1.	Ruang Mesik MAK AK	101,2	85 dBA
2.	Ruang Kontrol MAK AK	67,3	
3.	Ruang Mesin MAK AC	100,4	
4.	Ruang Kontrol MAKAC	68,7	
5.	Ruang mesin PEMDA	102,3	
6.	Ruang Mesin SEWATAMA I	100,4	
7.	Ruang Mesin SEWATAMA II	100,3	
8.	Ruang Mesin SEWATAMA III	100,2	

Sumber : Hasil Pemantaun Lingkungan Periode Januari – Juni Tahun 2013

Keterangan : Waktu pengukuran 30 menit

Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 13/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Kimia di Tempat Kerja.

Tabel 2.10 Hasil Pengukuran Kebisingan pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan Pemukiman di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional Tahun 2007 s/d 2012

No	Lokasi	Tahun Pemantauan							Baku Mutu dan Satuan
		2006	2007	2009	2010	2011	2012	2012	
1.	Ruang Mesin	*	*	*	*	*	93,6	96,4	97 dBA
2.	Ruang Kantor	*	67,3 – 69,8	65,3	63,4	65,3	61,8	56,8	85 dBA
3.	PLTD Sebelah Utara PLTD Radius 100 m	62,3	60,7-63,5	52,6	53,4	67,8	65,8	64,8	55 dBA
4.	PLTD Sebelah Timur PLTD Radius 100 m	64,8	57,3– 65,9	61,2	56,2	58,2	54,2	54,7	
5.	PLTD Sebelah Selatan PLTD Radius 100 m	65,1	54,1– 64,8	63,4	63,8	67,4	63,5	63,8	
6.	PLTD Sebelah Barat PLTD Radius 100 m	68,3	62,8– 69,4	66,2	64,7	66,5	62,3	64,5	
7.	Tapak Proyek							67,3	97 dBA

Sumber : Dokumen UKL UPL PLTD Telaga (2006) dan Hasil Pemantauan Lingkungan Tahun 2007, 2009, 2010, 2011 dan Mei Tahun 2012 dan Oktober 2012

Keterangan : Waktu pengukuran 30 menit

Kep Men LH Nomor Kep-48/MENLH/11/1996 dan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan transmigrasi No. 13/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Kimia di Tempat Kerja.

(*)= tidak ada data;

Tabel 2.11 Hasil Pengukuran Kebisingan pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan Kantor dan Pemukiman di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional Periode Januari – Juni Tahun 2013

No	Lokasi	Tahun Pemantauan 2013	Baku Mutu dan Satuan
		Jan – Juni	
1.	Ruang Mesin	99,4	85 dBA
2.	Ruang Kantor	56,7	85 dBA
3.	PLTD Sebelah Utara PLTD Radius 100 m	66,5	55
4.	PLTD Sebelah Timur PLTD Radius 100 m	58,8	55
5.	PLTD Sebelah Selatan PLTD Radius 100 m	67,9	55
6.	PLTD Sebelah Barat PLTD Radius 100 m	64,8	55
7.	Tapak Proyek	72,3	55

Sumber : Hasil Pemantauan Lingkungan Periode Januari – Juni Tahun 2013

Keterangan : Waktu pengukuran 30 menit

Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 13/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Kimia di Tempat Kerja.

Pada Tabel 2.9 terlihat bahwa tingkat kebisingan yang terukur pada pengukuran di semua ruang mesin PLTD Telaga masing-masing ruang mesin MAKAK, ruang

mesin MAKAC, dan ruang mesin SEWATAMA berada di atas baku mutu yang ditetapkan. Keadaan kebisingan pada Tahun 2011 cenderung menurun dibandingkan dengan Tahun 2012. Hal ini disebabkan pada Tahun 2012, mesin-mesin MAKAK tidak beroperasi pada saat pengukuran, dan hanya akan beroperasi pada saat beban puncak. Pengukuran pada Oktober 2012 beberapa titik pada ruang mesin kontrol MAKAK, ruang Sewatama I,II, III cenderung stabil tetapi pada ruang mesin MAKAK I, ruang MAKAC dan ruang mesin mengalami peningkatan dan berada di atas baku mutu yang ditetapkan. Tingkat kebisingan pada ruang mesin PEMDA dan ruang mesin SEWATAMA cenderung sama dibanding dengan ruang mesin MAKAK. Hal ini disebabkan mesin PEMDA dan SEWATAMA berada di ruang terbuka dan tidak dibatasi oleh dinding kedap suara. Hal ini mengakibatkan tingkat kebisingan di sekitar ruang mesin tetap tinggi.

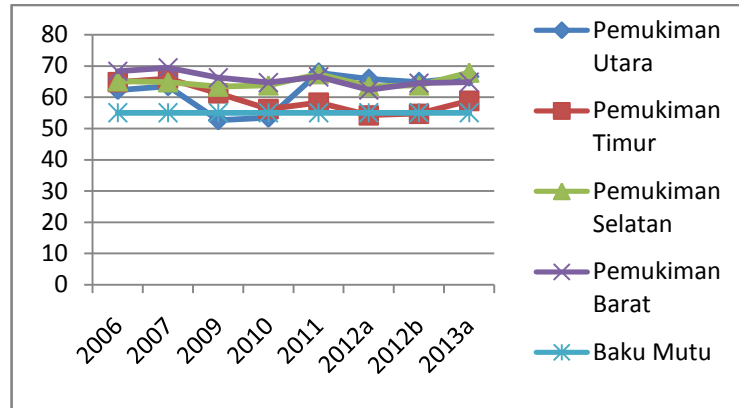
Tingkat kebisingan daerah pemukiman di sebelah Utara, Selatan dan Barat berkisar 63,8 – 67,3 dBA berada di atas baku mutu yang ditetapkan sebesar 55 dBA. Lokasi sebelah timur pemukiman 54,7 cenderung mendekati baku mutu yang ditetapkan sebesar 55 dBA. Hal ini disebabkan lokasi-lokasi tersebut berbatasan langsung dengan jalan raya. Kondisi lalu lintas yang semakin padat, perkembangan perdagangan dan perbengkelan di daerah tersebut menyebabkan tingkat kebisingan di kedua lokasi tersebut lebih tinggi dibanding dengan pemukiman sebelah Timur. Lokasi pengukuran di pemukiman penduduk sebelah Timur jauh dari jalan raya, sehingga kebisingan yang terukur lebih disebabkan oleh kebisingan yang berasal dari PLTU Telaga.

Hasil pengukuran kebisingan pada pemantauan periode Januari – Juni 2013 menunjukkan bahwa tingkat kebisingan pada ruang mesin telah berada di atas baku mutu yang ditetapkan yaitu berkisar 100 – 102,3 dBA. Akan tetapi pada ruang kontrol tingkat kebisingan berada di bawah baku mutu yaitu berkisar 67 – 68 dBA. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut maka kondisi lingkungan di ruang mesin PLTD Telaga berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan pekerja.

Hasil pengukuran kebisingan di pemukiman sekitar lokasi PLTD menunjukkan bahwa tingkat kebisingan berkisar 58,8 – 68,8 dBA. Hal ini menunjukkan bahwa

tingkat kebisingan di pemukiman sekitar lokasi PLTD Telaga telah berada di atas baku mutu yang telah ditetapkan oleh Kep-48/MEN-LH/11/1996 yaitu 55 dBA.

Trend hasil pengukuran kebisingan ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Grafik Trend Pengukuran Kebisingan di Ruang Kantor dan Pemukiman Sekitar Lokasi PLTD Telaga

c) Getaran

Hasil pemantauan getaran pada PLTD Telaga selama selang Tahun 2006 hingga Tahun 2012 ditunjukkan pada Tabel 2.12 dan Tabel 2.13

Tabel 2.12 Hasil Pengukuran Getaran pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan Ruang Mesin di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional Tahun 2006 – Tahun 2012

No	Lokasi	Tahun Pemantauan							Baku Mutu dan Satuan
		2006	2007	2009	2010	2011	2012	2012	
1.	Ruang Mesik MAK AK	*	*	*	*	0,3	0,7	1,7	4 mm/s
2.	Ruang Kontrol MAK AK	*	*	*	*	0,3	0,25	0,25	
3.	Ruang Mesin MAK AC	*	*	*	*	1,2	1,3	1,3	
4.	Ruang Kontrol MAKAC	*	*	*	*	0,8	0,8	0,8	
5.	Ruang mesin PEMDA	*	*	*	*	1,5	1,7	1,7	
6.	Ruang Mesin SEWATAMA I	*	*	*	*	1,6	1,8	1,8	
7.	Ruang Mesin SEWATAMA II	*	*	*	*	1,6	1,9	1,9	
8.	Ruang Mesin SEWATAMA III	*	*	*	*	1,7	1,8	1,8	

Sumber : Dokumen UKL UPL PLTD Telaga (2006) dan Hasil Pemantaun Lingkungan Tahun 2007, 2009, 2010, 2011 dan Tahun Mei 2012 dan Oktober 2012

Tabel 2.13 Hasil Pengukuran Getaran pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan Ruang Mesin di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional Periode Januari – Juni Tahun 2013

No	Lokasi	Tahun Pemantauan 2013	Baku Mutu dan Satuan
		Jan – Juni	
1.	Ruang Mesik MAK AK	1,7	Kepmenaker 13/10/2011 4 mm/s
2.	Ruang Kontrol MAK AK	1,2	
3.	Ruang Mesin MAK AC	1,6	
4.	Ruang Kontrol MAKAC	1,3	
5.	Ruang mesin PEMDA	1,3	
6.	Ruang Mesin SEWATAMA I	1,1	
7.	Ruang Mesin SEWATAMA II	0,9	
8.	Ruang Mesin SEWATAMA III	0,6	

Sumber : Hasil Pemantaun Lingkungan Periode Januari – Juni Tahun 2013

Tabel 2.14 Hasil Pengukuran Getaran pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan Pemukiman di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional Tahun 2006 – Tahun 2012

No	Lokasi	Tahun Pemantauan							Baku Mutu dan Satuan
		2006	2007	2009	2010	2011	2012	2012	
1.	Ruang Mesin	1,4	1,6	1,7	1,5	1,2	1,2	1,5	Kep Menaker No. 51/Men/1999 sda
2.	Ruang Kantor	1	*	1,7	0,5	0,6	0,3	0,2	
3.	PLTD Sebelah Utara PLTD Radius 100 m	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,05	0,02	Kepmen LH No.49/1996 Kepmen LH No.49/1996 Kepmen LH No.49/1996 Kepmen LH No.49/1996 Kep Menaker No. 51/Men/1999
4.	PLTD Sebelah Timur PLTD Radius 100 m	0,5	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	
5.	PLTD Sebelah Selatan PLTD Radius 100 m	0,5	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	
6.	PLTD Sebelah Barat PLTD Radius 100 m	0,5	0,3	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	
7.	Tapak Proyek							0,2	

Sumber : Dokumen UKL UPL PLTD Telaga (2006) dan Hasil Pemantaun Lingkungan Tahun 2007, 2009, 2010, 2011 dan Mei Tahun 2012 dan Oktober 2012

Tabel 2.15 Hasil Pengukuran Getaran pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan Ruang Mesin di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional Periode Januari – Juni Tahun 2013

No	Lokasi	Tahun Pemantauan 2013	Baku Mutu dan Satuan
		Jan – Juni	
1.	Ruang Mesin	1,7	Kepmenaker 13/10/2011 4 mm/s
2.	Ruang Kantor	0,1	
3.	PLTD Sebelah Utara PLTD Radius 100 m	0,03	
4.	PLTD Sebelah Timur PLTD Radius 100 m	0,1	
5.	PLTD Sebelah Selatan PLTD Radius 100 m	0,0	
6.	PLTD Sebelah Barat PLTD Radius 100 m	0,0	
7.	Tapak Proyek	0,2	

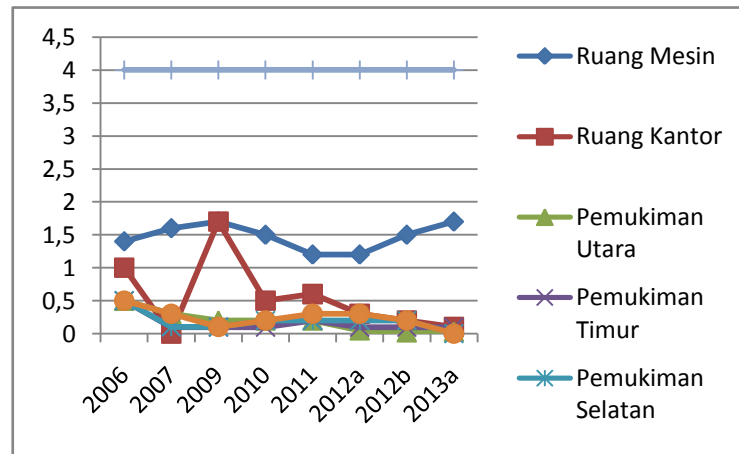
Sumber : Hasil Pemantaun Lingkungan Periode Januari – Juni Tahun 2013

Pada Tabel 2.12 terlihat bahwa tingkat getaran di ruang mesin dan pada pemukiman di sekitar lokasi PLTD Telaga berkisar 0,7 – 1,9 mm/detik pada Tahun Oktober 2012 (Pengukuran II). Hasil ini secara keseluruhan cenderung stabil jika dibandingkan dengan pengukuran pada Mei 2012 (Pengukuran I). Tingkat getaran pada ruang mesin PLTD Telaga cenderung menurun. Satu lokasi yang cenderung naik yaitu lokasi ruang mesin MAKAK 1 meningkat yaitu dari 0.7 menjadi 1.7. Tetapi hasil ini berada dibawah baku mutu Kep Menaker No 13/10/2011 sebesar 4 mm/s.

Secara umum tingkat getaran disekitar ruang mesin berada di bawah baku mutu yang ditetapkan. Hasil pengukuran tingkat getaran (Tahap II Tahun 2012) pada lokasi ruang kantor dan radius 100 m sekitar PLTD cenderung stabil dibandingkan dengan pengukuran Tahun 2012 (Tahap I 2012).

Hal ini disebabkan pada saat dilakukan pengukuran pada Tahun 2012 jumlah mesin yang beroperasi lebih sedikit dibandingkan pada saat pengkuran tahun sebelumnya. Oleh sebab itu tingkat getaran juga cenderung lebih rendah dibanding tingkat getaran pada tahun sebelumnya.

Hasil pengukuran pada bulan Juni 2013 menunjukkan bahwa tingkat getaran di ruang mesin, ruang kantor dan pemukiman sekitar lokasi PLTD Telaga berkisar 0,0 – 1,7 mm/detik dan berada di bawah baku mutu yang ditetapkan oleh Kepmenaker nomor 13/10/2011 yaitu 4 mm/detik. Trend hasil pengukuran getaran ditunjukkan pada Gambar



Gambar 2.6 Grafik Trend Hasil Pengukuran Getaran di Ruang Kantor dan Pemukiman Sekitar Lokasi PLTD Telaga

1.2 Kualitas Air

Dalam melakukan pemantauan kualitas air setelah dilakukan kegiatan pengelolaan lingkungan, dilakukan pengambilan sampel air, baik air tanah maupun air limbah. Untuk air limbah dilakukan pengambilan sampel pada saluran pembuangan yang terdapat di lokasi PLTD Telaga. Pada saat ini PLTD Telaga telah memperbaiki bak pengolahan limbah cair sehingga hasil pemeriksaan laboratorium menunjukkan bahwa parameter limbah telah berada di bawah baku mutu yang ditetapkan.

Lokasi pengambilan sampel pada saluran 2 (dua) titik yaitu sebelum pengolahan dan setelah pengolahan. Untuk air tanah dilakukan pengambilan sampel pada sumur penduduk yang terdapat di sekitar PLTD Telaga sebanyak 3 (tiga) titik sampel yaitu sumur penduduk di sebelah Timur PLTD Telaga, satu titik di sebelah Selatan PLTD Telaga atau di Jalan Bali dan satu titik di sebelah Barat Jl. Agus Salim.

Data kualitas air diperoleh melalui sampling dan di analisis di laboratorium HIPERKES Manado. Kualitas air minum/air tanah hasil pemantauan kemudian dibandingkan dengan baku mutu berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum. Kualitas air saluran hasil pemantauan kemudian dibandingkan dengan Permen LH Nomor 08 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pembangkit Listrik Tenaga Thermal. Data kualitas air pada saat rona awal dan setelah pemantauan lokasi sebelum dan sesudah pengolahan ditunjukkan pada Tabel 2.16. Data kualitas air pada saat rona awal dan setelah pemantauan pada air tanah dangkal ditunjukkan pada Tabel 2.17 dan Tabel 2.18.

Tabel 2.16 Hasil Pengukuran Kualitas Air Limbah Pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional Tahun 2006 – Tahun 2012

Parameter	Satuan	Lokasi Sampel dan Tahun Pengukuran														Baku Mutu	Ket.
		Sebelum Pengolahan							Setelah Pengolahan								
		2006	2007	2009	2010	2011	2012	2012	2006	2007	2009	2010	2011	2012	2012		
FISIK																	
Suhu	°C	31,4	33,1	-	-	-	-	-	32	31,1	-	-	-	-	-	38-40	
Padatan Terlarut (TDS)	mg/L	2310	279	-	-	-	-	-	2020	297	-	-	-	-	-	2000-4000	
Padatan Tersuspensi	mg/L	970	107	-	-	-	-	-	600	4	-	-	-	-	-	200-400	
Salinitas	0/oo	2,3	0,3	-	-	-	-	-	2,1	0,3	-	-	-	-	-	-	
Daya Hantar Listrik	ms/cm	4270	577	-	-	-	-	-	3970	620	-	-	-	-	-	-	
Kekeruhan	TCU	80,3	15,2	-	-	-	-	-	10,4	1,61	-	-	-	-	-	-	
KIMIA																	
pH	mg/L	7,93	8,1	-	-	-	-	-	7,76	8,48	-	-	-	-	-	6-9	
Besi (Fe)	mg/L	0,016	0,019	-	-	-	-	-	0,014	0,021	-	-	-	-	-	5-10	
Fenol	mg/L	1,786	-	-	-	-	-	-	0,598	-	-	-	-	-	-	0,5-1	
Mangan	mg/L	0,01	2,2242	-	-	-	-	-	0,0075	1,0555	-	-	-	-	-	2-5	
Timbal (Pb)	mg/L	0,17	0,5850	-	-	-	-	-	0,27	0,0288	-	-	-	-	-	0,1-1	
Khlorida (Cl)	mg/L	0,1	0,00	-	-	-	-	-	0,1	0,00	-	-	-	-	-	-	
Amoniak Bebas (NH ₃ -N)	mg/L	1,41	0,61	-	-	-	-	-	0,53	0,65	-	-	-	-	-	1-5	
N-NO ₂ (Nitrit)	mg/L	0,1	1	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	1-3	
N-NO ₃ (Nitrat)	mg/L	1	0,1	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	20-30	
Fosfat (PO ₄)	mg/L	0,35	0,11	-	-	-	-	-	0,22	0,13	-	-	-	-	-	-	
Sulfida (H ₂ S)	mg/L	0,1	0	-	-	-	-	-	0,03	0	-	-	-	-	-	0,05-0,1	
DO	mg/L	3,2	3,24	-	-	-	-	-	3,21	4,15	-	-	-	-	-	>4	
BOD	mg/L	735	50	-	-	-	-	-	140	15	-	-	-	-	-	50-150	
COD	mg/L	2460	224	410	70	46	36	32	600	24	420	45	24	18	8	300	MS
Minyak/Oli	mg/L	4470	0,032	280	15	24,6	22,4	13,4	581	0,001	163,4	1,9	12	9	2,1	15	MS
TOC	mg/L	-	-	0,00056	1,13	4,2	1,3	0,4	-	-	0,00028	0,2	3,4	0,6	0,6	110	MS

Sumber: Hasil Analisis Laboratorium, Desember 2006,2007,2008,2009,2011,Mei 2012 dan Oktober 2012

Keterangan: Permen LH Nomor 08 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pembangkit Listrik Tenaga Thermal

MS = Memenuhi Syarat; TMS = Tidak Memenuhi Syarat

Tabel 2.17 Hasil Pengukuran Kualitas Air Limbah Pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional Periode Januari – Juni Tahun 2013

Parameter	Satuan	Sebelum Pengelolaan		Setelah Pengelolaan		Baku Mutu
		2013a	2013b	2013a	2013b	
COD	mg/L	152		42		300
TOC	mg/L	9,1		< 0,5		110
Minyak dan Lemak	mg/L	< 5		< 5		15

Sumber: Hasil Analisis Laboratorium, Juni 2013

Keterangan: Permen LH Nomor 08 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pembangkit Listrik Tenaga Thermal

MS = Memenuhi Syarat; TMS = Tidak Memenuhi Syarat

Tabel 2.18 Hasil Pengukuran Kualitas Air Tanah Pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional

Parameter	Satuan	Lokasi Sampel dan Tahun Pengukuran														Baku Mutu	
		Sumur Sebelah Timur PLTD							Sumur Sebelah Selatan PLTD								Sumur Utara PLTD
		2006	2007	2009	2010	2011	2012	2012	2006	2007	2009	2010	2011	2012	2012		2012
FISIK																	
Suhu	°C	30,8	31,2	29,1	28,7	29,9	29,1	30,3	30,5	30,8	29,3	29,1	28,5	28,7	30,7	30,6	± 3
TDS	mg/L	2190	446	947	104	951	367	425	1820	382	981	120	486	284	407	419	1500
TSS	mg/L	15,2	2,0	3	2,3	3	2	2	10,6	2,2	4	3,2	3,5	3,1	3,2	2	50
Salinitas	0/oo	2,3	0,5	1	2,5	0,01	0,01	0,39	1,9	0,4	1	2,3	0,02	0,1	0,57	0,58	-
DHL	ms/cm	4280	930	2,5	570	1300	0,37	0,59	3590	795	2,7	570	610	0,34	0,43	0,34	-
Kekeruhan	TCU	1,22	0,49	6,25	3,4	4,8	3,60	4,52	2,74	0,41	5,45	3,6	6,4	3,2	3,2	2,47	25
KIMIA																	
pH	mg/L	7,44	8,21	6,98	8,41	7,3	7,4	7,18	7,44	8,49	7,02	8,29	6,7	6,9	7,35	7,21	6,5-9
Besi (Fe)	mg/L	0,012	0,049	0,119	0,023	0,18	0,17	0,17	0,0095	0,089	0,037	0,025	0,14	0,21	0,231	0,19	1,0
Mangan	mg/L	0,0001	1,571	0,016	0,362	0,012	0,013	0,012	0,00015	4,9732	0,019	0,247	0,018	0,018	0,017	0,018	0,5
Timbal (Pb)	mg/L	0,24	0,0411	0,056	0,0216	0,037	0,024	0,024	0,35	0,0040	0,047	0,0318	0,042	0,038	0,036	0,023	0,05
Klorida (Cl)	mg/L	0,1	0,00	57	37	61	41	41	0,1	0,00	59	41	44	43	45	39	600
NH ₃ -N	mg/L	0,37	0,49	0,36	0,14	0,42	0,38	0,45	0,31	0,41	0,38	0,18	0,29	0,32	0,34	0,37	-
Nitrit	mg/L	0,06	0,1	0,1	0,1	0,72	0,23	0,21	0,068	0,1	0,1	0,14	0,67	0,65	0,62	0,32	1
Nitrat	mg/L	0,5	1	4,104	3,273	2,11	2,08	2,07	0,54	1	3,104	2,79	3,38	3,37	3,34	2,26	10
Fenol	mg/L	0,373	-	0,19	0,11	0,24	0,21	0,19	0,351	-	0,26	0,13	0,14	0,16	0,17	0,24	-
Fosfat (PO ₄)	mg/L	0,1	0,07	0,046	0,029	0,048	0,047	0,045	<0,02	0,19	0,39	0,038	0,035	0,051	0,053	0,045	(-)
Sulfida (H ₂ S)	mg/L	0,08	0,00	0,048	0,038	0,056	0,065	0,063	<0,005	0,00	0,032	0,034	0,029	0,29	0,32	0,57	(-)
DO	mg/L	3,45	5,34	4,81	8,7	4,1	4,05	4,12	3,32	5,01	4,79	6,8	4,01	4,02	4,12	4,54	<4
BOD	mg/L	5	0,4	2,32	2,17	1,92	1,97	1,98	3,4	0,4	2,66	2,83	1,78	1,87	1,94	1,95	2
COD	mg/L	13,9	1,1	15,64	5,76	4,47	4,72	6,56	7,8	1,6	15,37	4,87	4,15	4,15	6,62	6,74	10
Minyak/Oli	mg/L	22,8	0,00	0,36	0,001	0,28	0,24	0,26	8,2	0,00	0,27	0,01	0,12	0,12	0,16	0,20	-
Mikrobiologi																	
Total Coliform (TC)	Sel/100 ml	17	150	-	64	105	6	-	13	460	-	104	95	5	-	-	0

Sumber: Hasil Analisis Laboratorium, Desember 2007, 2009, 2010, 2011, Mei 2012 dan Oktober 2012
Keterangan: Kriteria Baku Mutu PER MEN KES RI No. 416/Menkes/PER/1990

Lokasi Sampel 1: Sumur di sebelah Timur PLTD Telaga

Lokasi Sampel 2: Sumur di Sebelah Selatan PLTD Telaga

Lokasi Sampel 3: Sumur di sebelah Utara PLTD Telaga diukur Oktober 2011 Lokasi Sampel 4: Air tanah/Sumur Bor PLTD Telaga

Tabel 2.19 Hasil Pengukuran Kualitas Air Tanah Pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional

Parameter	Satuan	Lokasi Sampel dan Tahun Pengukuran														Baku Mutu
		Sumur Sebelah Barat PLTD							Sumur Bor PLTD							
		2006	2007	2009	2010	2011	2012	2012	2006	2007	2009	2010	2011	2012	2012	
FISIK																
Suhu	°C	31,3	31,2	29,4	29,4	28,2	28,3	31,2		30,5	29,8	28,8	29,5	29,4	30,4	± 3
TDS	mg/L	1600	320	956	91	1048	235	421		354	950	89	900	285	315	1500
TSS	mg/L	5,2	2	2	0,4	4	3	4		2,4	3	2,4	4	2,3	2,4	50
Salinitas	0/oo	1,6	0,3	1	1,8	0,02	0,2	0,13		0,4	1	2,1	0,3	0,2	0,17	-
DHL	ms/cm	3160	668	2,6	440	148	0,68	0,58		741	2,7	420	243	0,35	0,18	-
Kekeruhan	TCU	1,29	0,61	4,35	3,4	1,98	0,93	2,81		4,38	4,25	0,4	3,21	2,41	2,72	25
KIMIA																
pH	mg/L	7,34	8,39	7,15	8,62	7,3	7,2	7,05		7,55	7,11	8,41	7,6	7,7	7,36	6,5-9
Besi (Fe)	mg/L	0,015	0,021	0,009	0,023	0,13	0,14	0,24		0,035	0,05	0,026	0,16	0,12	0,14	1,0
Mangan	mg/L	0,00018	2,7116	0,001	0,362	0,019	0,018	0,019		3,53966	0,009	0,014	0,014	0,016	0,016	0,5
Timbal (Pb)	mg/L	0,19	0,0092	0,0036	0,0317	0,036	0,037	0,039		0,0183	0,132	0,251	0,135	0,115	0,072	0,05
Khlorida (Cl)	mg/L	0,1	0	37	37	31	29	35		0	24	23	22	22	21	600
NH ₃ -N	mg/L	0,46	0,01	0,28	0,14	0,27	0,026	0,25		0,67	0,42	0,27	0,39	0,37	0,34	-
Nitrit	mg/L	0,07	0,1	0,1	0,1	0,72	0,78	1,36		0,1	0,1	0,1	0,21	0,21	0,018	1
Nitrat	mg/L	0,64	1	13,682	3,273	2,72	3,23	3,26		1	7,368	2,18	1,04	1,04	1,04	10
Fenol	mg/L	0,304	-	0,11	0,13	0,18	0,16	0,18		-	0,27	0,12	0,32	0,27	0,25	-
Fosfat (PO ₄)	mg/L	<0,02	0,27	0,26	0,024	0,026	0,024	0,025		0,18	0,086	0,027	0,073	0,058	0,056	(-)
Sulfida (H ₂ S)	mg/L	0,004	0	0,024	0,039	0,033	0,39	0,41		0	0,034	2,86	0,034	0,043	0,041	(-)
DO	mg/L	3,38	5,45	4,87	5,9	4,32	4,21	4,19		5,12	4,85	8,7	4,05	4,03	4,02	<4
BOD	mg/L	2,9	0,8	2,41	2,45	1,96	1,89	1,84		3	2,26	1,73	1,85	1,82	1,86	2
COD	mg/L	6,4	3,7	8,63	5,81	8,43	6,52	6,83		5,9	14,73	3,14	4,7	6,65	6,67	10
Minyak/Oli	mg/L	31,1	0	0,18	0,001	0,13	0,012	0,23		0	0,023	0,001	0,21	0,24	0,24	-
Mikrobiologi																
Total Coliform (TC)	Sel/100 ml	5	9	-	78	92	5	-		>3	-	130	80	4	-	0

Sumber: Hasil Analisis Laboratorium, Desember 2007, 2009, 2010, 2011, Mei 2012 dan Oktober 2012

Keterangan : Kriteria Baku Mutu PER MEN KES RI No. 416/Menkes/PER/1990

Lokasi Sampel 1 : Sumur di sebelah Timur PLTD Telaga Lokasi Sampel 3: Sumur di sebelah Barat PLTD Telaga

Lokasi Sampel 2; Sumur di Sebelah Selatan PLTD Telaga Lokasi Sampel 4: Air tanah/Sumur Bor PLTD Telaga

Tabel 2.20 Hasil Pemantauan Kualitas Air Tanah Dangkal di Sekitar Lokasi PLTD Telaga Pada Tahap Operasional Periode Januari – Juni Tahun 2013

Parameter	Satuan	Periode Januari – Juni 2013					Baku Mutu
		1	2	3	4	5	
FISIK							
Suhu	°C	28,7	28,7	28,5	28,4	29,4	± 3
TDS	mg/L	225	343	245	325	316	1500
TSS	mg/L	3,2	2	2,5	3,4	4	50
Salinitas	0/oo	0,2	0,01	0,21	0,2	0,2	-
DHL	ms/cm	0,46	0,35	0,72	0,43	0,64	-
Kekeruhan	TCU	3,42	3,34	3,60	3,6	3,72	25
KIMIA							
pH	mg/L	7,8	7,6	7,71	7,8	7,65	6,5-9
Besi (Fe)	mg/L	0,23	0,17	0,23	0,24	0,17	1,0
Mangan	mg/L	0,018	0,018	0,017	0,018	0,019	0,5
Timbal (Pb)	mg/L	0,117	0,027	0,024	0,032	0,036	0,05
Khlorida (Cl)	mg/L	23	38	38	36	33	600
NH ₃ -N	mg/L	0,34	0,34	0,34	0,35	0,24	-
Nitrit	mg/L	0,21	0,029	0,023	0,041	0,76	1
Nitrat	mg/L	2,04	2,11	3,65	3,18	3,21	10
Fenol	mg/L	0,26	0,24	0,21	0,17	0,16	-
Fosfat (PO ₄)	mg/L	0,054	0,048	0,042	0,052	0,023	(-)
Sulfida (H ₂ S)	mg/L	24,1	37	47	38	34	(-)
DO	mg/L	4,06	4,095	4,57	4,14	4,26	<4
BOD	mg/L	1,87	1,96	1,93	2,85	1,87	2
COD	mg/L	7,65	8,67	7,56	6,34	6,48	10
Minyak/Oli	mg/L	0,34	0,22	0,23	0,18	0,15	-
Mikrobiologi							
Total Coliform (TC)	Sel/100 ml	0	4	6	4	4	0

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium, Bulan Juni 2013

Keterangan: Lokasi 1 = Sumur bor di lokasi PLTD; Lokasi 2 = Sumur penduduk sebelah Timur PLTD Telaga;

Lokasi 3 = sumur penduduk di sebelah Utara PLTD Telaga; Lokasi 4 = sumur penduduk di sebelah Selatan;

Lokasi 5 = sumur penduduk di sebelah Barat PLTD Telaga

Baku mutu : Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492/MENKES/PERMEN/IV/2010.

Hasil pemantauan terhadap pengelolaan limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan operasionalisasi PLTD Telaga menunjukkan bahwa pihak manajemen PLTD Telaga telah memiliki komitmen yang baik terhadap pengelolaan limbah cair. Hal ini ditunjukkan dengan adanya kolam pengolah limbah yang telah berfungsi dengan baik. Hasil analisis terhadap limbah cair menunjukkan bahwa kandungan COD pada kolam setelah pengelohan adalah 42 mg/L (di bawah baku mutu 300 mg/L), kandungan TOC adalah 9,1 mg/L (di bawah baku mutu 110 mg/L) dan oli/minyak kandungannya adalah < 5 mg/L (dibawah baku mutu 15 mg/L). Dengan demikian disimpulkan bahwa limbah cair PLTD Telaga telah layak untuk dialirkan ke lingkungan. Bioindikator menunjukkan bahwa pada kolam hasil pengelohan limbah dapat dihidupi oleh ikan.

Hasil analisis laboratorium bulan Juni Tahun 2013 menunjukkan bahwa kualitas air sumur di sekitar lokasi PLTD Telaga masih memenuhi syarat sebagai air minum. Hal ini terlihat dari hasil analisis seluruh parameter yang dipersyaratkan masih berada di bawah baku mutu untuk syarat air minum.

1.3 Sikap dan Persepsi Masyarakat

Berdasarkan hasil survei terhadap (30 responden) masyarakat di sekitar PLTD Telaga yang diambil di 4 titik yaitu sebelah Timur, Selatan, Barat dan Utara PLTD Telaga, rata-rata responden (masyarakat) berumur 34 tahun, beragama islam dan 90% sudah berkeluarga.

Tingkat pendidikan masyarakatnya paling banyak adalah tamat SLTA, dimana secara berurut ; 42% SLTA, 15% SD, 25% SLTP, dan 18% tamat Perguruan Tinggi (PT), Dengan pekerjaan utama didominasi oleh wiraswasta dan dagang (65%) sedangkan sisanya 35% adalah (PNS, honor daerah, pegawai swasta, pensiunan, dan pembantu RT).

Rata-rata penghasilan per-bulan masyarakat secara berurut > Rp.1.000.000 (65%), Rp.500.000 – Rp.1.000.000 (20%), dan Rp.300.000 – Rp.500.000 (15%), dengan jumlah tanggungan keluarga rata-rata 4 orang.

Secara totalitas masyarakat yang tinggal di sekitar PLTD Telaga adalah penduduk asli daerah tersebut. Kalapun ada beberapa yang bukan, itu hanya

berasal dari kecamatan lain yang sebelumnya merupakan satu kecamatan yang kemudian dimekarkan.

Lokasi tempat tinggal masyarakat sebagian besar di dekat sumber bising dan asap (65%), dan sisanya (35%) masyarakatnya berlokasi tinggal di dekat jalur jalan lalu lintas.

Adapun penyakit yang diderita masyarakat yang diakibatkan oleh perubahan cuaca, iklim dan lain sebagainya (influenza, sakit kepala, batuk, demam, dan mag) sebesar 50%. Untuk pengobatan, masyarakat setempat memilih puskesmas/dokter sebagai tempat berobat, dimana sebagian besar (80%) berobat ke puskesmas dengan biaya Rp.10.000-Rp.20.000, dan hanya sebagian kecil (20%) yang berobat ke dokter pribadi dengan biaya > Rp.35.000-50.000. Pilihan masyarakat untuk berobat ke puskesmas lebih besar karena biayanya dapat dijangkau (murah) dan petugas kesehatan selalu ada (*stand by*) serta lokasi puskesmas tidak terlalu jauh.

Adapun konsumsi rokok oleh masyarakat didominasi oleh laki-laki, dimana laki-laki : > 9 batang/hari (44,4%), 6-9 batang/hari (33,3), dan tidak merokok (22,2%). Dan perempuan 100% tidak merokok. Sedangkan bahan makanan untuk kebutuhan sehari-hari diperoleh masyarakat dari pasar lokal (dalam wilayah kecamatan).

Hasil wawancara menunjukkan bahwa masyarakat di sekitar lokasi PLTD Telaga telah terbiasa dengan kebisingan yang bersumber dari operasionalisasi PLTD Telaga. Beberapa keluhan dilontarkan oleh penduduk yang bermukim di sebelah Selatan PLTD Telaga antara lain keluhan rumah yang retak-retak dan air sumur yang berbau. Beberapa harapan dari masyarakat adalah pihak PLN dapat melaksanakan program Corporate Social Responsibility (CSR) kepada masyarakat yang bermukim di sekitar lokasi PLTD Telaga. Program yang diharapkan masyarakat adalah pemberian beasiswa, keringanan pembayaran rekening listrik, dan program binaan usaha bagi usaha mikro.

2 Evaluasi Tingkat Kritis (*critical level evaluation*)

Evaluasi tingkat kritis adalah evaluasi terhadap potensi risiko dimana suatu kondisi akan melebihi baku mutu atau standard lainnya, baik untuk periode waktu saat ini maupun waktu mendatang. Evaluasi tingkat kritis dimaksudkan untuk menilai tingkat kekritisian (*critical level*) dari suatu dampak. Evaluasi tingkat kritis dapat dilakukan dengan data hasil pemantauan dari waktu ke waktu maupun data dari pemantauan sesaat.

2.1 Kualitas Udara Amiben

Parameter kualitas udara yang dikelola dan dipantau meliputi kebisingan, getaran, dan kandungan gas-gas (CO, Nox dan SO₂).

a) Kebisingan

Dari data yang dipaparkan di atas, tingkat kebisingan baik di dalam lokasi PLTU (ruang mesin, ruang kontrol dan ruang kantor) berada di atas baku mutu yang ditetapkan melalui Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 13/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Kimia di Tempat Kerja. Hal ini akan sangat berisiko terhadap kesehatan pekerja dan masyarakat di sekitar lokasi PLTD Telaga. Berdasarkan kondisi tersebut, maka pihak PLTD Telaga harus memperhatikan penggunaan peralatan Keselamatan, Kesehatan Kerja (K3) dan melaksanakan kegiatan pengelolaan dengan baik.

Untuk mereduksi kebisingan agar tidak mengganggu kenyamanan penduduk di sekitar PLTD Telaga, maka pihak manajer PLTD Telaga melakukan penanaman pohon di sepanjang pagar pembatas PLTD Telaga.

b) Getaran

Tingkat getaran pada saat pemantauan dilakukan untuk semua lokasi pengukuran masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan. Tingkat getaran terbesar pada pemantauan Juni 2013 berada di ruang mesin MAK AK PLTD Telaga yaitu sebesar 1,7 mm/det². Besarnya getaran tersebut masih berada di

bawah baku mutu yang ditetapkan yaitu 4 mm/s. Tingkat getaran pada pemukiman di sekitar lokasi PLTD Telaga pada Juni 2013 berkisar 0,0 dan 0,1 mm/s. Ini menunjukkan bahwa tingkat getaran dari waktu ke waktu relatif stabil. Hasil ini juga berada di bawah baku mutu yang ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 13/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Kimia di Tempat Kerja yaitu 4 mm/s.

c) Kandungan Gas

Kandungan gas SO₂ pada ruang mesin PLTD Telaga dan pemukiman di sekitar lokasi PLTD Telaga berkisar 47 – 135 µg/Nm³, kandungan gas CO berkisar 230-1200 µg/Nm³, dan kandungan gas NO₂ berkisar 47 – 172 µg/Nm³. Hasil pemantauan menunjukkan bahwa kandungan gas-gas baik di ruang mesin dan pemukiman di sekitar lokasi PLTD Telaga masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan berdasarkan PP Nomor 41 Tahun 1999 yaitu 900 µg/Nm³ untuk gas SO₂, 30.000 untuk gas CO dan 400 untuk gas NO₂.

Hasil pemantauan emisi gas pada cerobong menunjukkan bahwa kandungan gas CO, SO₂, NO₂, partikel dan Opasitas berada di bawah ambang batas yang dipersyaratkan pada Peraturan Menteri LH Nomor 21/MENLH/12/2008.

2.2 Kualitas Air

Pemantauan kualitas air yang dilakukan adalah limbah cair dan kualitas air tanah. Hasil analisis parameter air semua berada dibawah baku mutu. Dari data hasil analisis kualitas air secara umum parameter kimia dan fisik untuk limbah cair telah mengalami perbaikan, hal ini dapat dilihat pada parameter kandungan minyak/oli dalam air baik sebelum pengolahan maupun setelah pengolahan. Pada Tahun 2006 kandungan minyak/oli sebelum pengolahan sebesar 4470 mg/l dan setelah pengolahan adalah 581 mg/l, setelah dilakukan pemantauan Tahun 2007 kandungan minyak/oli pada bak sebelum pengolahan menjadi 0,032 mg/l dan setelah pengolahan menjadi 0,001. Kandungan minyak dan oli mengalami penurunan pada pengukuran tahap I Tahun 2013 dibandingkan dengan Tahap II

Tahun 2012. Kandungan minyak dan Oli pada pemantauan Desember Tahun 2012 adalah 13,4 mg/L dan < 5 mg/L pada pemantauan Juni 2013.

Demikian pula dengan parameter lain seperti COD dari 32 mg/L pada pemantauan Desember Tahun 2012 menjadi 42 mg/l pada pemantauan bulan Juni Tahun 2013, dan TOC dari 0,6 mg/L pada pemantauan Desember 2012) menjadi < 0.5 mg/l pada pemantauan Juni Tahun 2013.

Kualitas air tanah/ sumur penduduk parameter fisik dan kimia umumnya memenuhi syarat untuk air minum.

2.3 Sosial Ekonomi dan Budaya

Dari hasil wawancara dengan responden yaitu masyarakat yang bermukim di sekitar lokasi PLTD Telaga menunjukkan bahwa masyarakat sangat mengharapkan pihak PLTD Telaga menerapkan program Corporate Social Responsibility (CSR) seperti pemberian beasiswa, keringanan pembayaran rekening listrik.

3 Evaluasi Penataan (*compliance evaluation*)

Evaluasi penataan adalah evaluasi terhadap tingkat kepatuhan dari pemrakarsa kegiatan untuk memenuhi berbagai ketentuan yang terdapat dalam izin atau pelaksanaan dari ketentuan-ketentuan yang terdapat dalam dokumen pengelolaan lingkungan hidup.

Data hasil pemantauan menunjukkan bahwa telah terjadi perubahan/perbaikan pada kualitas air, udara maupun getaran. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan pengelolaan lingkungan untuk kualitas gas emisi dan kualitas air yang dilakukan sudah baik. Namun demikian kebisingan cenderung berada di atas ambang baku mutu yang ditetapkan. Sehingga pengelolannya lebih ditingkatkan. Pihak PLTD tetap harus mempertahankan dan meningkatkan pengelolannya dengan tetap melaksanakan :

1. Penanaman pohon untuk peredam suara (pohon bambu angin dan pohon berdaun jarum) di sekeliling dekat pagar bagian dalam PLTD Telaga. Penanaman pohon jati di belakang lokasi PLTD Telaga kurang efektif

untuk meredam kebisingan karena terdapat sela-sela yang mengakibatkan kebisingan tidak teredam dengan baik.

2. Mewajibkan setiap pekerja untuk menggunakan peralatan keselamatan kerja, misalnya *ear plug*.

Dampak timbulnya persepsi negatif masyarakat merupakan dampak turunan dari meningkatnya tingkat kebisingan sebagai akibat operasionalisasi PLTD Telaga. Apabila dampak kebisingan tersebut dapat dikelola dengan baik, maka dampak persepsi masyarakat juga akan terkelola dengan baik.

BAB III

KESIMPULAN

Hasil pelaksanaan pengelolaan lingkungan PLTD tahap Operasional maka hal-hal yang telah dilakukan oleh PT. PLN (Persero) Area Gorontalo selaku pemrakarsa adalah :

1. Bahwa pemrakarsa telah melaksanakan kewajiban pengelolaan lingkungan sesuai arahan dokumen Upaya Pengelolaan Lingkungan (UKL) dan Upaya Pemantauan Lingkungan (UPL). Pelaksanaan pengelolaan yang telah baik dilaksanakan adalah pengolahan limbah cair, penataan lingkungan di halaman PLTD dan penataan terhadap keselamatan kerja.
2. Parameter lingkungan yang masih diatas ambang baku mutu adalah tingkat kebisingan. Dengan demikian kegiatan pengelolaan lebih ditingkatkan antara lain untuk menanam pohon-pohon dengan jenis yang berdaun kecil (bambu) di sepanjang pagar pembatas PLTD Telaga dengan pemukiman penduduk, serta penggunaan alat keselamatan kerja bagi pada karyawan.
3. PT. PLN (Persero) Area Gorontalo selaku pemrakarsa wajib menerapkan program Corporate Social Responsibility (CSR) sebagai komitmen perusahaan terhadap lingkungan sosialnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G. dan Sri Sumestri S. 1987. *Metode Penelitian Air*. Cetakan pertama Surabaya.
- APHA, 1976. *Standart Method for Examination of Water and Waste Water*. Fourteenth Edition. PHA-AWWA-WPFC Publishing Co., Washington D.C.
- Aris Mundandar., Dr. S. Kuwahara., 1972., *Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik, Jilid III Gardu Induk*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air. Bagi Pengelola Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius, Jogyakarta.
- Fardiaz, Srikandi, 1992. *Polusi Air dan Udara*. Edisi I, Cetakan I, Yogyakarta: Yayasan Kanisius.
- Gunawan, S. 1991. *Analisis Mengenai Dampak Lingkungan*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- PT. PLN (Persero). 2007. Orientation Folder for Site Visit PLTU Gorontalo 2 x 25 MW.
- PT. PLN (Persero). 2007. Project Orientation and Addenda Thereto.
- PT. PLN Laporan Dokumen AMDAL Pembangunan T/L 150 kV Buroko(Atinggola)-Isimu-Marisa, Isimu-Botupingge dan PLTU Gorontalo (Anggrek)-Incomer, Tahun 2008
- Purba, J. 2002. *Pengelolaan Lingkungan Sosial*. Jakarta: Kantor MNLH-Obor.
- Sachlan, M. 1982. *Planktonologi*. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang. Universitas Gajah Mada Press, Yogyakarta, 295 hal.
- Salim, E. 1983. *Manusia dan Lingkungan*. UI Press, Jakarta
- Slamet Riyadi, Al. 1992. *Pencemaran Udara*. Penerbit Usaha Nasional.
- Tribuana, Nanan. 2000. *Pengukuran Medan Listrik dan Medan Magnet di Bawah SUTET 500 kV*. Elektro Indonesia, Nomor 32 Tahun VI, 2000.