



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

Jalan Jenderal Sudirman No. 63 Gorontalo

Telpn : (0435)821930

Kotak Pos : 108

Telex :

Facsimile : (0435) 824472

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



PERIODE JANURAI - JUNI TAHUN 2012

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
A Identitas Perusahaan	I-1
B Lokasi Usaha dan atau Kegiatan	I-1
C Deskripsi Kegiatan	I-2
D Perkembangan Lingkungan Sekitar	I-7
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-18
3. Evaluasi Penataan	II-20
BAB III KESIMPULAN	III-1
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Nomor	Uraian	Halaman
2.1a	Hasil Pengukuran Kualitas Udara Pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan di PLTD Isimu Pada Tahap Operasional	II-11
2.1b	Hasil Pengukuran Kualitas Udara Pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan di PLTD Isimu Pada Tahap Operasional	II-11
2.2	Hasil Pengukuran Kebisingan pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan di PLTD Isimu Pada Tahap Operasional	II-2
2.3	Hasil Pengukuran Getaran pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan Pemukiman di Sekitar Lokasi PLTD Isimu Pada Tahap Operasional	II-13
2.4	Hasil Pengukuran Kualitas Air Limbah di PLTD Isimu	II-16
2.5	Hasil Pengukuran Kualitas Air Sumur dan Air Sungai di Sekitar Lokasi PLTD Isimu Pada Tahap Operasional	II-17

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Uraian	Halaman
1.1	Peta Lokasi PLTD Isimu	I-7
1.2	Single Line Diagram Kelistrikan PLTD Isimu	I-4
1.3	Layout Plan PLTD Isimu Gorontalo	I-5
2.1	Grafik Kecendrungan Tingkat Kebisingan di PLTD Isimu	II-13
2.2	Grafik Kecendrungan Getaran di Sekitar PLTD Isimu	II-14

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/BLH/322.a/XII/2009

Tanggal : 31 Desember 2009

Penanggung Jawab : PLN

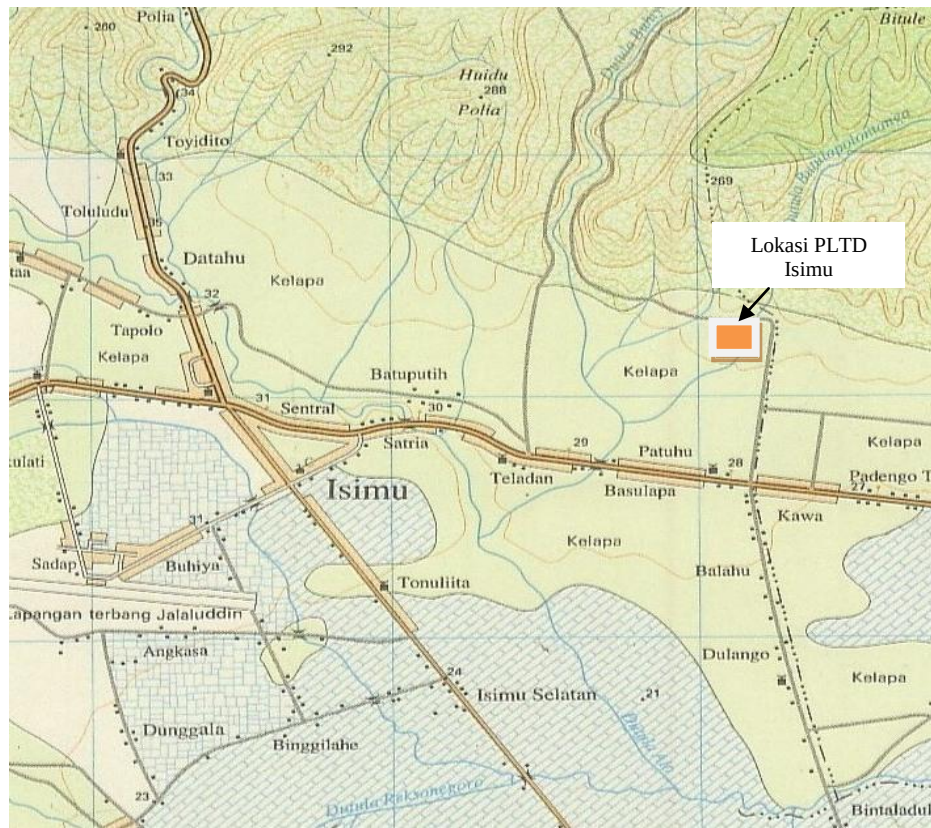
Nama : Prijo Nugroho

Jabatan : Manajer

Izin yang terkait : (terlampir)

B. LOKASI USAHA DAN ATAU KEGIATAN

Lokasi kegiatan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) Isimu PT. PLN (Persero) Wilayah SULUTTENGGO Cabang Gorontalo berada Desa Isimu Utara Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo. Secara geografis terletak pada $122^{\circ} 39' 49''$ s/d $123^{\circ} 05' 59''$ BT dan $00^{\circ} 46' 21''$ LU. Peta lokasi PLTD Isimu dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Peta Lokasi PLTD Isimu

Batas-batas lokasi kegiatan PLTD Isimu adalah:

- Sebelah Utara berbatasan dengan kebun masyarakat
- Sebelah Selatan berbatasan dengan kebun dan pemukiman penduduk
- Sebelah Timur berbatasan dengan kebun dan pemukiman penduduk
- Sebelah Barat berbatasan dengan Gardu Induk Isimu

Lokasi PLTD Isimu PT. PLN (Persero) Wilayah SULUTTENGGO Cabang Gorontalo dapat ditempuh melalui Jalan Raya Isimu dari pusat kota Gorontalo dan berjarak ± 30 km dengan waktu tempuh kira-kira 60 menit dengan kendaraan roda dua atau roda empat.

C. DESKRIPSI KEGIATAN

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

1. Jenis, Kapasitas dan Pola Operasional PLTD Isimu

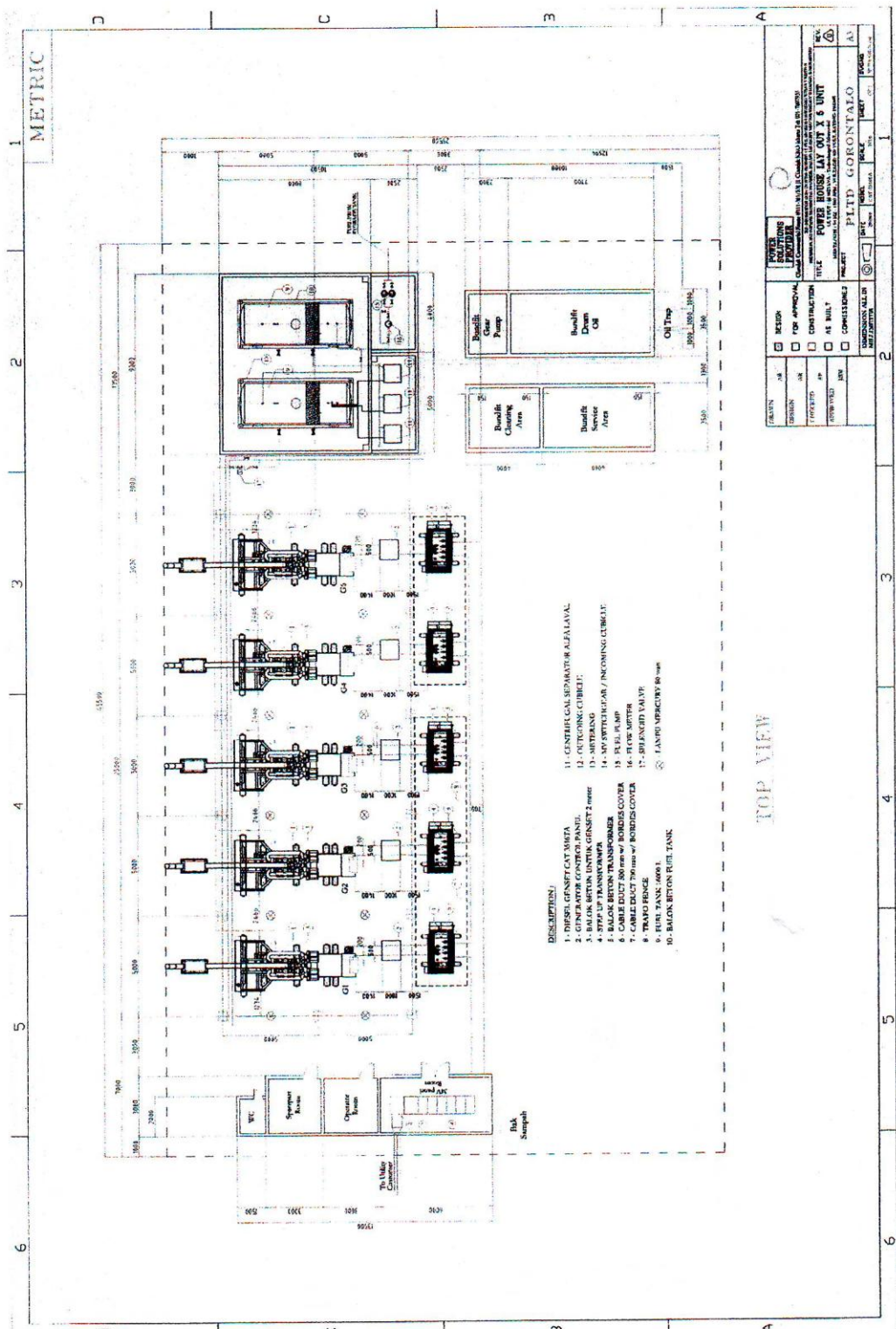
Pembangkit listrik Tenaga Diesel (PLTD) Isimu dioperasikan penuh selama 24 jam. Pengaturan sistem operasional dilakukan dengan bekerja 3 (tiga) shif. Proses kerja mesin diesel adalah proses pembakaran yang mengubah energi panas menjadi tenaga putar yang selanjutnya tenaga putar mesin tersebut dilanjutkan ke generator sehingga menghasilkan energi listrik.

Jenis dan kapasitas mesin yang digunakan pada PLTD Isimu adalah milik Sewatama yang dikontrak/disewa oleh PT. PLN yaitu Sewa Isimu 1, Sewa Isimu 2 dan Sewa Isimu 3. Data kapasitas daya untuk masing-masing mesin tersebut ditunjukkan pada Tabel 1.1

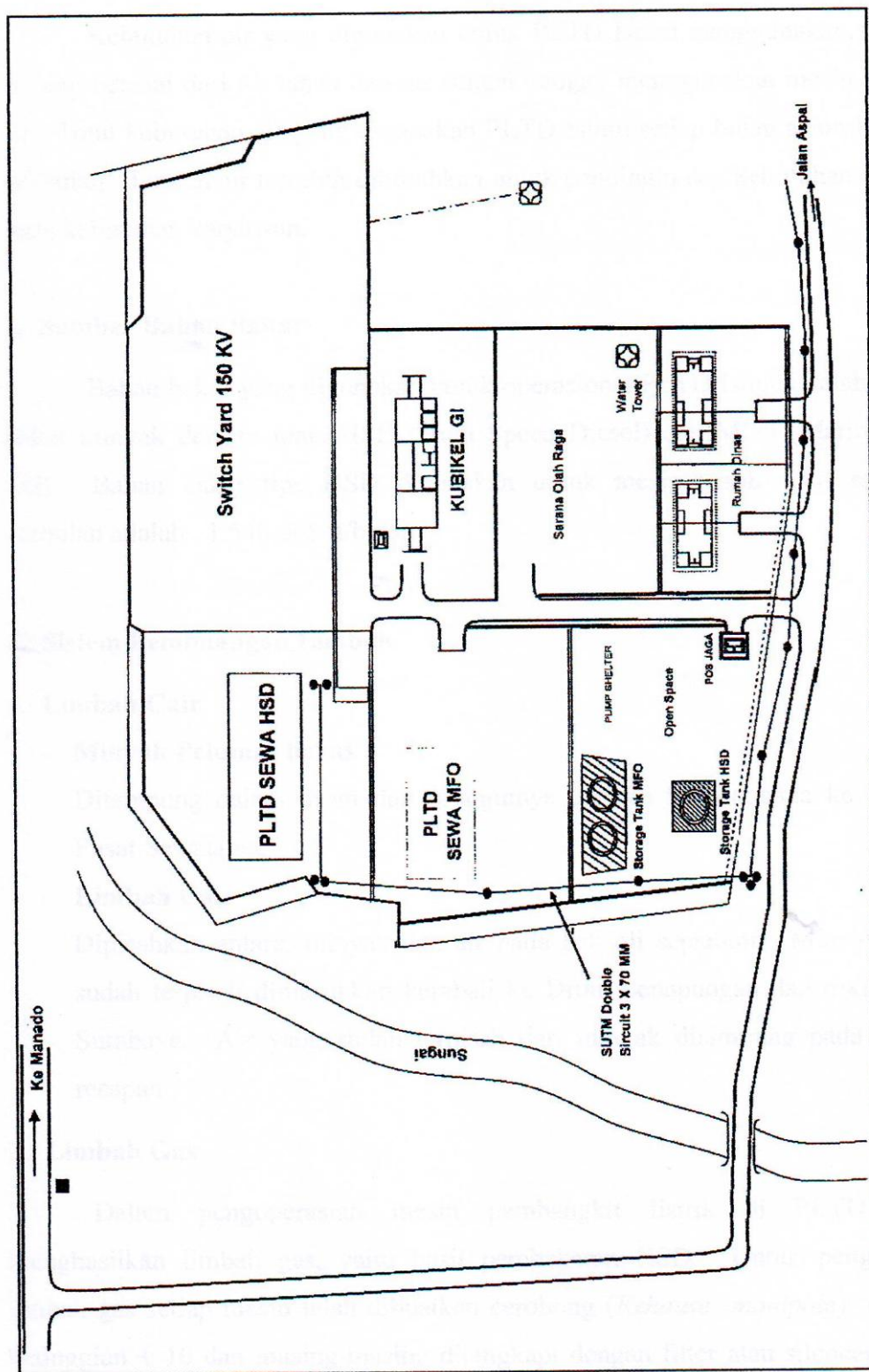
Tabel 1.1 Data Unit Mesin dan Kapasitas Daya PLTD Isimu

No	Unit Mesin	Tahun Operasi	Kapasitas Daya		
			Terpasang (KW)	Mampu KW	Produksi (kWh)
1	Sewa Isimu 1	2009	8.000	5.000	1.150.320
2	Sewa Isimu 2	2010	6.000	5.000	1.156.150
3	Sewa Isimu 3	2011	12.800	4.000	101.014

Sumber: PT. PLN (Persero) Area Gorontalo, Mei 2012



Gambar 1.2 Single Line Diagram Kelistrikan PLTD Isimu



Gambar 1.3 Layout Plan PLTD Isimu Gorontalo

Tenaga listrik yang dihasilkan dikontrol dan dikendalikan melalui panel kontrol selanjutnya untuk penyaluran jarak jauh dinaikkan tegangannya dan diturunkan dengan menggunakan *Trafo Step Down* untuk menghubungkan dan melepaskan tegangan ke sistem penyaluran/distribusi digunakan *Out Going Freeder*.

2. Sumber Air

Kebutuhan air yang digunakan untuk PLTD Isimu menggunakan sumber air yang berasal dari air tanah dan air sungai dengan menggunakan mesin pompa air. Total kebutuhan air yang digunakan PLTD Isimu setiap bulan sejumlah 120 m³/bulan. Jumlah air tersebut dibutuhkan untuk pendinginan dan kebutuhan kantor serta kebutuhan karyawan.

3. Sumber Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan untuk operasional PLTD Isimu adalah bahan bakar minyak dengan jenis HSD (*High Speed Diesel*) dan MFO (*Marine Fuel Oil*). Bahan bakar tipe HSD digunakan untuk mesin pembangkit rata-rata per bulan adalah 1.540.668 liter/bulan.

4. Sistem Pembuangan Limbah

a. Limbah Cair

- Minyak pelumas bekas ditampung dalam drum selanjutnya dikirim ke Surabaya dan ke Kantor Pusat Sewatama.
- Limbah cair dipisahkan antara minyak dan air pada bak oli separator. Minyak yang sudah terpisah dimasukkan ke drum penampungan dan dikirim ke Surabaya. Air yang sudah terpisah dari minyak ditampung pada kolam resapan.

b. Limbah Gas

Dalam pengoperasian mesin pembangkit listrik di PLTD akan menghasilkan limbah gas, yaitu hasil pembakaran HSD. Untuk pengolahan

limbah gas setiap mesin telah dibuatkan cerobong (*Exhaust Manipole*) dengan ketinggian ± 10 dan masing-masing dilengkapi dengan filter atau silencer untuk peredam kebisingan sekaligus pengatur gas keluar.

D. PERKEMBANGAN LINGKUNGAN SEKITAR

Lokasi di sekitar PLTD Isimu merupakan lahan pertanian masyarakat dan semak belukar. Lokasi ini berada ± 2 km dari pusat Kecamatan Isimu. Seiring dengan perkembangan Kabupaten Gorontalo yang semakin pesat, maka lokasi PLTD Isimu yang semula adalah tanah kosong dengan semak belukar kini berkembang menjadi pemukiman penduduk. Pemukiman penduduk mulai berkembang di sebelah Selatan, sebelah Timur dan sebelah Barat PLTD. Hal ini menimbulkan dampak lingkungan yang saling mempengaruhi baik dampak operasionalisasi PLTD Isimu terhadap masyarakat di sekitarnya maupun dampak dari pemukiman tersebut terhadap beroperasinya PLTD Isimu.

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 Isimu yang diteloh disahkan melalui Surat Keputusan Kepala Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Gorontalo NO. 660/BLH/322.a/XII/2009 Tanggal 31 Desember 2009.

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:

Kualitas Udara

- **Jenis Dampak**

Jenis dampak yang dikelola adalah menurunnya kualitas udara.

- **Sumber Dampak**

Sumber dampak menurunnya kualitas udara 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 Isimu, 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 Isimu

- **Periode/waktu Pengelolaan**

Periode pelaksanaan pengelolaan adalah selama masa operasionalisasi sistem pembangkit.

Kebisingan

- **Jenis Dampak**

Jenis dampak yang dikelola adalah meningkatnya tingkat kebisingan disekitar lokasi PLTD Isimu.

- **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 Isimu adalah pohon kelapa, tiara payung, bougenvil, jambu biji, pepaya, nangka, mangga.
- a. Operator harus menggunakan peralatan K3.
- b. Gedung pembangkit harus menggunakan peredam suara. PLTD Isimu memiliki 2 ruang mesin utama yaitu ruang mesin MAKAK dan MAKAC. Kedua ruang ini telah dibatasi oleh dinding peredam suara. Sedangkan ruang mesin milik PEMDA dan SEWATAMA masih berada di ruang terbuka yang tidak dibatasi oleh dinding peredam suara.

- **Tolok Ukur Pengelolaan**

Tolok ukur pengelolaan dampak kebisingan adalah Kepmen LH Nomor 48 Tahun 1996 tentang tingkat kebisingan untuk pemukiman.

- **Lokasi Pengelolaan**

Lokasi pengelolaan adalah di dalam areal/tapak proyek PLTD Isimu

- **Periode/waktu Pengelolaan**

Periode pelaksanaan pengelolaan adalah selama masa operasionalisasi sistem pembangkit.

Getaran

- **Jenis Dampak**

Jenis dampak yang dikelola adalah timbulnya getaran disekitar lokasi PLTD Isimu.

- **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.

- Lokasi Pengelolaan

Lokasi pengelolaan adalah di dalam areal/tapak proyek PLTD Isimu dan lokasi sekitarnya.

- Periode/waktu Pengelolaan

Periode pelaksanaan pengelolaan adalah selama masa operasionalisasi sistem pembangkit.

Kualitas Air

- Jenis Dampak

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

- 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 ceceran bahan bakar dalam wadah tertentu (drum) dan selanjutnya dimusnahkan atau dibakar dalam insenerator.
- Tolok Ukur Pengelolaan
Tolok ukur pengelolaan dampak kualitas air adalah Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 1996 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri.
- Lokasi Pengelolaan
Lokasi pengelolaan adalah di dalam areal/tapak proyek PLTD Isimu.
- Periode/waktu Pengelolaan
Periode pelaksanaan pengelolaan adalah selama masa operasionalisasi sistem pembangkit.

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 Isimu.
- 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 Isimu.
- Lokasi Pengelolaan

Lokasi pengelolaan adalah di lokasi sekitar PLTD Isimu meliputi Kelurahan Pulubal 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 Isimu adalah sebagai berikut:

Kualitas Udara

- Jenis dampak
Jenis dampak yang dipantau adalah menurunnya kualitas udara
- 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 Isimu dan lokasi di sekitar PLTD Isimu yaitu lokasi pemukiman penduduk sebelah utara, timur, selatan dan barat dari PLTD Isimu.
- 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 Isimu dan frekuensi pemantauan 6 (enam) bulan sekali.

Kebisingan

- Jenis dampak
Jenis dampak yang dipantau adalah meningkatnya kebisingan di sekitar lokasi PLTD Isimu.
- Sumber Dampak
Sumber dampak meningkatnya kebisingan adalah kegiatan pengoperasian sistem pembangkit.
- Lokasi Pemantauan
Lokasi dilaksanakannya pemantauan adalah pada tapak proyek PLTD Isimu dan lokasi di sekitar PLTD Isimu yaitu lokasi pemukiman penduduk sebelah utara, timur, selatan dan barat dari PLTD Isimu.
- 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 Isimu dan frekuensi pemantauan 6 (enam) bulan sekali.

Getaran

- Jenis dampak
Jenis dampak yang dipantau adalah timbulnya getaran di sekitar lokasi PLTD Isimu.
- Sumber Dampak
Sumber dampak getaran adalah kegiatan pengoperasian sistem pembangkit.
- Lokasi Pemantauan

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

- 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 Isimu dan frekuensi pemantauan 6 (enam) bulan sekali.

Kualitas Air

- Jenis dampak
Jenis dampak yang dipantau adalah menurunnya kualitas air di sekitar lokasi PLTD Isimu.
- 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 Isimu .
- 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 Kesehatan Lingkungan Dinas Kesehatan Kabupaten Gorontalo dan Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Penyakit Menular (BTKL-PPM) Manado.

- **Jangka Waktu dan Frekuensi Pemantauan**

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

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 Isimu 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 Isimu. Analisis data dilakukan secara deskriptif.

- **Jangka Waktu dan Frekuensi Pemantauan**

Jangka waktu pemantauan adalah selama masa operasional PLTD Isimu 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 Isimu telah dilaksanakan pada saat penyusunan UKL/UPL PLTD Isimu yang dilaksanakan pada Bulan November Tahun 2009. Berdasarkan UKL/UPL PLTD Isimu (2009) komponen lingkungan yang diperkirakan akan terkena dampak dari kegiatan operasionalisasi PLTD Isimu, yaitu komponen fisik-kimia (kualitas udara, getaran dan kebisingan), kualitas air, tanah, 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 Isimu. Hal ini bertujuan agar tidak terjadi bias hasil pengukuran.

a) 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 Isimu, yaitu sebelah

Utara, sebelah Timur, sebelah Selatan dan sebelah Barat PLTD Isimu. Parameter kualitas udara yang diukur adalah kandungan debu, gas CO, SO₂, dan NO_x.

Data kualitas udara, getaran dan kebisingan pada saat rona awal dan setelah pemantauan ditunjukkan pada Tabel 2.1

Tabel 2.1a Hasil Pengukuran Kualitas Udara Pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan di PLTD Isimu Pada Tahap Operasional

No	Parameter	Satuan	Lokasi Sampel dan Tahun Pengukuran												Baku Mutu PP No. 41/1999
			1				2				3				
			2009	2010	2011	2012	2009	2010	2011	2012	2009	2010	2011	2012	
1	Suhu	⁰ C	32	31	35	36	29	29	34,1	32,1	29	30	32,4	32,6	
2	Total debu/partikel	Mg/Nm ³	27	46	41	57	41	39	36	36	35	32	32	34	230
3	Karbon Monoksida (CO)	ppm	2	4,48	172	1.160	2	3,48	31	31	2	2,32	30	170	30.000
4	Sulfur Dioksida (SO ₂)	µg/Nm ³	100	70	90	127	25	35	22	23	18	27	22	27	900
5	Oksida Nitrogen (NO _x)	µg/Nm ³	60	85	83	95	23	43	23	22	15	29	23	25	400
6	Kelembaban	% H	62,2	65	54	54	72	69	65	66	71	69	62	65	
7	Kecepatan Angin	m/detik	1,6	1	2,25	2,63	1,8	1,2	1,86	1,97	1,6	1,2	1,92	1,87	

Sumber: UKL/UPL PLTD Isimu dan Hasil Pengukuran Pada Saat Pemantauan Januari 2008, 2010, 2011 dan 2012

Tabel 2.1b Hasil Pengukuran Kualitas Udara Pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan di PLTD Isimu Pada Tahap Operasional

No	Parameter	Satuan	Lokasi Sampel dan Tahun Pengukuran												Baku Mutu PP No. 41/1999
			4				5				6				
			2009	2010	2011	2012	2009	2010	2011	2012	2009	2010	2011	2012	
1	Suhu	⁰ C	29	30	32,3	32,5	29	30	34,3	34,7	-	-	41,3	41,2	
2	Total debu/partikel	Mg/Nm ³	30	32	29	31	36	32	32	45	-	-	87	126	230
3	Karbon Monoksida (CO)	ppm	2	2,32	31	160	2	2,32	43	147	-	-	1.140	2,230	30.000
4	Sulfur Dioksida (SO ₂)	µg/Nm ³	16	21	21	28	16	21	23	28	-	-	236	237	900
5	Oksida Nitrogen (NO _x)	µg/Nm ³	15	24	24	26	14	24	21	27	-	-	210	213	400
6	Kelembaban	% H	72	69	55	57	72	69	55	66	-	-	51	51,4	
7	Kecepatan Angin	m/detik	1,7	1,2	1,53	1,42	1,8	1,2	2,69	2,63	-	-	2,9	2,89	

Sumber: UKL/UPL PLTD Isimu dan Hasil Pengukuran Pada Saat Pemantauan Januari 2008, 2010, 2011 dan 2012

Keterangan: *) Kep. MENAKER Nomor. 51/1999 tentang Nilai Ambang Batas (NAB) Faktor Fisika di tempat kerja dengan waktu pemajanan 8 jam/hari.

Lokasi 1 = Ruang Mesin

Lokasi 3 = Pemukiman Sebelah Timur

Lokasi 4 = Pemukiman Sebelah Selatan

Lokasi 2 = Pemukiman Sebelah Utara

Lokasi 5 = Pemukiman Sebelah Barat

Lokasi 6 = Cerobong PLTD

Pada Tabel 2.1 terlihat bahwa kandungan gas-gas baik gas Sulfur Dioksida (SO₂), Karbon Monoksida (CO) dan Nitrogen Dioksida (NO₂) 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 1.140 ppm dan pada Tahun 2012 meningkat menjadi 2.230 ppm, akan tetapi nilai masih di bawah batas baku mutu yang ditetapkan. Demikian pula kandungan gas CO di sekitar pemukiman masyarakat, terutama di sekitar pemukiman sebelah Barat. Peningkatan kandungan gas CO di sekitar pemukiman masyarakat disebabkan oleh peningkatan volume lalu lintas dan aktifitas lainnya di sekitar lokasi PLTD Isimu.

Kandungan gas pada ruang mesin dan pemukiman di sekitar lokasi PLTD cenderung stabil dan tidak mengalami peningkatan. Peningkatan kandungan gas SO₂ pada ruang mesin disebabkan oleh jumlah mesin yang beroperasi lebih banyak dibanding pada saat pengukuran Tahun 2009.

b) Kebisingan

Hasil pengukuran tingkat kebisingan pada saat rona awal dan hasil pemantauan lingkungan di ruang mesin pada PLTD Isimu ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Hasil Pengukuran Kebisingan pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan di PLTD Isimu Pada Tahap Operasional

No	Lokasi					Baku Mutu dan Satuan
		2009	2010	2011	2012	
1.	Ruang Mesin	91,5	94,5	104,6	106,8	70 dBA
2.	Ruang Kantor	90,1	92,3	81,3	81,7	85 dBA
3	Ruang Staf	80,6	78,6	67,3	69,2	
4.	Pemukiman/kebun sebelah Utara	47,1	49,3	67,8	68,9	55 dBA
5.	Pemukiman/kebun Sebelah Timur	74,6	73,8	58,2	63,7	55 dBA
6.	Pemukiman/kebun Sebelah Selatan	72,4	71,5	67,4	68,5	55 dBA
7.	Pemukiman/kebun Sebelah Barat	59,5	56,4	66,5	66,5	55 dBA

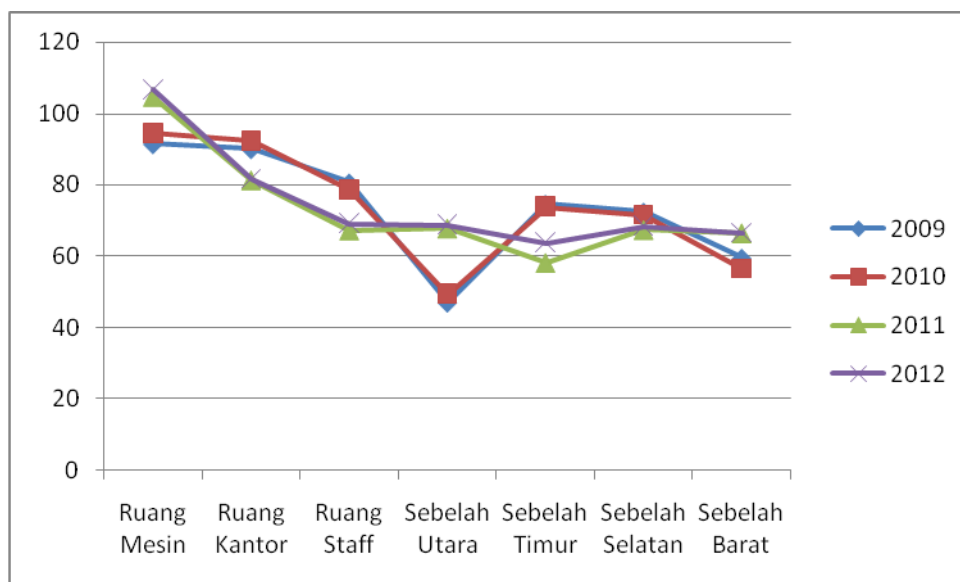
Sumber : Dokumen UKL UPL PLTD Isimu (2009) dan Hasil Pemantauan Lingkungan Tahun 2007, 2009, 2010, 2011 dan Mei Tahun 2012

Keterangan : Waktu pengukuran 30 menit

Kep Men LH Nomor Kep-48/MENLH/11/1996.

(*)= tidak ada data; KBS = Kebisingan

Pada Tabel 2.2 terlihat bahwa tingkat kebisingan yang terukur di semua ruang mesin PLTD Isimu telah berada di atas baku mutu yang ditetapkan. Keadaan kebisingan pada Tahun 2012 cenderung meningkat dibandingkan dengan Tahun 2012. Hal ini disebabkan pada Tahun 2012 ada ketambahan mesin pembangkit. Tingkat kebisingan pada ruang kantor cenderung menurun dari Tahun 2009 hingga Tahun 2012. Tingkat kebisingan di perkebunan dan pemukiman masyarakat berada di atas baku mutu yang ditetapkan. Hal ini disebabkan mesin SEWATAMA berada di ruang terbuka dan tidak dibatasi oleh dinding kedap suara. Grafik kecendrungan tingkat kebisingan di sekitar PLTD Isimu ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Grafik Kecendrungan Tingkat Kebisingan di PLTD Isimu

c) Getaran

Getaran adalah suatu gerakan bolak balik suatu massa melalui keadaan seimbang terhadap suatu titik acuan. Baku tingkat getaran mekanik adalah batas maksimal tingkat getaran mekanik yang diperbolehkan dari suatu usaha dan/atau kegiatan pada media padat sehingga tidak menimbulkan gangguan terhadap kenyamanan dan kesehatan serta keutuhan bangunan.

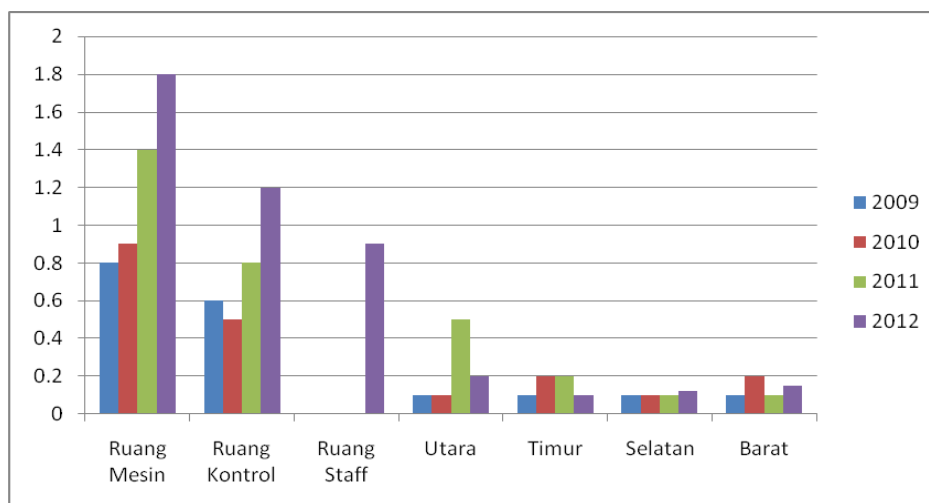
Hasil pemantauan getaran pada PLTD Isimu selama selang Tahun 2009 hingga Tahun 2012 ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Hasil Pengukuran Getaran pada Saat Rona Awal dan Hasil Pemantauan Lingkungan Pemukiman di Sekitar Lokasi PLTD Isimu Pada Tahap Operasional

No	Lokasi	Getaran				Baku Mutu dan Satuan
		2009	2010	2011	2012	
1.	Ruang Mesin	0,8	0,9	1,4	1,8	Kep Menaker No. 51/Men/1999
2.	Ruang Kontrol	0,6	0,5	0,8	1,2	sda
3.	Ruang Staff	-	-	-	0,9	sda
4.	Pemukiman/kebun sebelah Utara	0,1	0,1	0,5	0,2	Kepmen LH No.49/1996 4 mm/s
5.	Pemukiman/kebun Sebelah Timur	0,1	0,2	0,2	0,10	
6.	Pemukiman/kebun Sebelah Selatan	0,1	0,1	0,1	0,12	
7.	Pemukiman/kebun Sebelah Barat	0,1	0,2	0,1	0,15	

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

Pada Tabel 2.3 terlihat bahwa tingkat getaran di ruang mesin dan pada pemukiman di sekitar lokasi PLTD Isimu berkisar 0,1 – 0,9 mm/s. Tingkat getaran sekitar perkebunan dan pemukiman PLTD Isimu cenderung stabil. Hal ini disebabkan karena di sekitar lokasi PLTD Isimu banyak terdapat tanaman baik baik tanaman budi daya maupun semak belukar Tanaman inilah yang menjadi peredam getaran di sekitar lokasi PLTD Isimu. Grafik kecendrungan getaran di sekitar lokasi PLTD Isimu ditunjukkan pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Grafik Kecendrungan Getaran di Sekitar PLTD Isimu

d) Kualitas Air

Untuk memperoleh data kualitas air di PLTD Isimu dan sekitarnya dilakukan pengambilan sampel air baik dari air tanah dan air sungai. Untuk air sungai dilakukan pengambilan sampel pada sumber air PLTD yang dialirkan dari mata air Sungai Polontanga. Untuk air permukaan dilakukan pengambilan sampel pada air Sungai Monggelomo dan sumur penduduk di bagian Selatan PLTD Isimu.

Data kualitas air diperoleh melalui sampling dan analisis laboratorium. Kualitas air di sekitar lokasi untuk air minum/air tanah dangkal mengacu pada Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 492/MENKES/PERMEN/2010 tentang Syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum. Parameter-parameter kualitas air yang dianalisis meliputi parameter fisik, kimia. Selanjutnya sampel air dianalisis di Laboratorium Kesehatan HIPERKES Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi Manado Sulawesi Utara.

Dalam operasionalisasi PLTD Isimu salah satu parameter yang harus dipantau adalah pengelolaan air limbah. Untuk air limbah dilakukan pengambilan sampel pada saluran pembuangan yang terdapat di lokasi PLTD Isimu. Saluran tersebut menampung limbah cair dan mengalirkan ke bak-bak pengolahan dan selanjutnya disalurkan atau dibuang ke sumur-sumur resapan. Lokasi pengambilan sampel pada saluran sebelum dan sesudah pengolahan. Pemantauan air limbah dilakukan pada Bulan Mei 2012 dan baku mutu dibandingkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 08 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air limbah bagi usaha dan/atau Kegiatan Pembangkit Listrik Tenaga Thermal. Parameter air limbah yang dipantau adalah air yang mengandung minyak yang meliputi COD, TOC dan minyak/oli.

Hasil analisis laboratorium limbah cair sebelum pengolahan dan sesudah pengolahan ditunjukkan pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Hasil Pengukuran Kualitas Air Limbah di PLTD Isimu

Parameter	Satuan	Hasil Pengukuran di Bak Pengolahan			Baku Mutu	Ket.
		2010	2011	2012		
COD	mg/L	27	34	67	300	MS
Minyak/Oli	mg/L	1,2	1,5	4,8	1500	MS
TOC	mg/L	0,28	0,9	2,9	110	MS

Sumber: Hasil Analisis Laboratorium, Desember 2007

Keterangan: Baku Mutu Limbah Cair Kegiatan Industri KEP-MEN LH No.51/MENLH/10/1995

MS = Memenuhi Syarat; TMS = Tidak Memenuhi Syarat

Hasil pengukuran limbah cair di PLTD Isimu pada tahap operasional menunjukkan masih di bawah baku mutu yang ditetapkan. Kandungan COD cenderung meningkat dari Tahun 2010 hingga Tahun 2012. Demikian pula dengan kandungan minyak/oli dan TOC. Akan tetapi hasil pengukuran menunjukkan bahwa seluruh parameter air limbah masih memenuhi syarat.

Pengukuran kualitas air sumur dan air sungai di sekitar lokasi PLTD Isimu dilakukan dengan mengambil sampel air sumur penduduk di sebelah Selatan PLTD Isimu, air Sungai Monggelomo dan Sungai Polontanga. Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa kualitas air sumur dan air sungai di sekitar lokasi PLTD Isimu masih belum tercemar. Hal ini ditunjukkan dengan nilai hasil pengukuran semua parameter masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan. Hasil pengukuran kualitas air sumur dan air sungai ditunjukkan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Hasil Pengukuran Kualitas Air Sumur dan Air Sungai
di Sekitar Lokasi PLTD Isimu Pada Tahap Operasional

Parameter	Satuan	Lokasi Sampel dan Tahun Pengukuran												Baku Mutu
		1				2				3				
		2009	2010	2011	2012	2009	2010	2011	2012	2009	2010	2011	2012	
FISIK														
Suhu	°C	26,8	29,4	28,9	28,4	28,3	28,1	28,9	28,6	29,1	28,6	28,9	28,4	± 3
TDS	mg/L	190	330	1048	382	297	470	1048	187	855	64	48	47	1500
Salinitas	0/oo	0,1	1,3	0,02	0,02	0,1	1,8	0,2	0,2	0,3	1,5	0,2	0,2	-
DHL	ms/cm	0,3	68	148	0,48	0,56	47	148	0,48	0,75	32	148	0,65	-
Kekeruhan	TCU	4,32	4	6,98	6,23	4,83	5	4,87	4,83	4,25	1,4	1,98	1,94	25
KIMIA														
pH	mg/L	6,71	8,05	7,5	7,5	6,95	8,19	7,5	7,5	7,05	7,9	7,3	7,4	6,5-9
Besi (Fe)	mg/L	0,009	0,032	0,029	0,024	0,007	0,024	0,028	0,029	0,024	0,0182	0,0176	0,0172	1,0
Mangan	mg/L	0,015	0,002	0,018	0,017	0,011	0,003	0,004	0,004	0,021	0,002	0,021	0,024	0,5
Nitrat	mg/L	0,1	2,32	0,34	4,12	0,1	2,29	0,54	0,52	0,1	0,054	0,41	2,18	1
Nitrit	mg/L	7,753	0,002	4,11	0,34	4,104	0,001	3,41	3,47	7,723	0,003	2,17	0,46	10
DO	mg/L	5,84	5,7	4,7	4,70	5,89	5,3	4,7	4,57	5,06	5,8	4,65	4,73	<4

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

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

Lokasi Sampel 1 : Sungai Polontanga

Lokasi Sampel 2; Sungai Moongelomo

Lokasi Sampel 3: Sumur di sebelah Selatan PLTD Isimu

e) Sikap dan Persepsi Masyarakat

Berdasarkan hasil survei terhadap masyarakat di sekitar PLTD Isimu yang diambil di 4 titik yaitu sebelah Timur, Selatan, Barat dan Utara PLTD Isimu, rata-rata responden (masyarakat) berumur 28-68 tahun dan sudah berkeluarga.

Tingkat pendidikan masyarakatnya paling banyak adalah tamat SD dan SMP dan ada juga yang tamat perguruan tinggi. Pekerjaan utama di sekitar lokasi PLTD Isimu adalah petani, pedagang dan wiraswasta. Masyarakat yang bermukim di sekitar lokasi PLTD Isimu adalah penduduk asli.

Keluhan masyarakat terhadap penyakit yang diderita adalah influenza, batuk, demam dan mag. Selama PLTD Isimu beroperasi, belum ada keluhan-keluhan dari masyarakat tentang gangguan kebisingan dan getaran.

B. 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 kekritisan (*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

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 PLTD (ruang mesin, ruang kontrol dan ruang kantor) berada di atas baku mutu yang ditetapkan melalui Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. KEP. 51/MEN/1999 tentang nilai ambang batas faktor fisika di tempat kerja. Hal ini akan sangat berisiko terhadap kesehatan pekerja dan masyarakat di sekitar lokasi PLTD Isimu. Berdasarkan kondisi tersebut, maka pihak PLTD Isimu harus memperhatikan penggunaan peralatan Keselamatan, Kesehatan Kerja (K3).

b) Getaran

Tingkat getaran pada saat pemantauan dilakukan untuk semua lokasi pengukuran masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan. Tingkat getaran terbesar berada di ruang mesin PLTD Isimu yaitu sebesar 0,8 – 1,8 mm/s. Tingkat getaran pada pemukiman di sekitar lokasi PLTD Isimu berkisar 0,1 dan 0,1 mm/s. Ini menunjukkan bahwa tingkat getaran di sekitar lokasi PLTD Isimu masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan berdasarkan Keputusan Menaker Nomor: Kep-51/Men/1999 sebesar 4 m/s.

c) Kandungan Gas

Kandungan gas SO₂ pada ruang mesin PLTD Isimu dan pemukiman di sekitar lokasi PLTD Isimu berkisar 23 µg/Nm³, kandungan gas CO berkisar 31 µg/Nm³, dan kandungan gas NO₂ berkisar 22 µg/Nm³. Hasil pemantauan menunjukkan bahwa kandungan gas-gas baik di ruang mesin dan pemukiman di sekitar lokasi PLTD Isimu masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan berdasarkan PP Nomor 41 Tahun 1999 yaitu 900 µg/Nm³ untuk gas SO₂, 3000 untuk gas CO dan 400 untuk gas NO₂.

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. Data hasil analisis kualitas air secara umum parameter kimia dan fisik masih berada d bawah baku mutu. Untuk limbah cair telah mengalami peningkatan, hal ini dapat dilihat pada parameter kandungan minyak/oli dalam air pada bak pengolahan mengalami peningkatan. Pada Tahun 2010 kandungan minyak/oli pada bak pengolahan sebesar 1,2 mg/l, pada Tahun 2011 sebesar 1,5 mg/l dan pada Tahun 2012 sebesar 4,8 mg/l. Kondisi ini menunjukkan adanya penurunan pengolahan limbah cair. Sistem pemisahan minyak dari air masih belum optimal sehingga kadar minyak/oli dalam air limbah meningkat walaupun masih di bawah baku mutu yang ditetapkan.

2.3 Sosial Ekonomi dan Budaya

Dari hasil wawancara dengan responden yaitu masyarakat yang bermukim di sekitar lokasi PLTD Isimu menunjukkan bahwa masyarakat berharap tidak terjadi lagi pemadaman listrik secara berkala.

C. 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, tetapi pada komponen kebisingan dan getaran di beberapa lokasi pengukuran masih berada diatas baku mutu. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan pengelolaan lingkungan yang dilakukan belum optimal. Beberapa kegiatan pengelolaan lingkungan yang belum dilaksanakan dengan baik adalah:

1. Penanaman pohon untuk peredam suara (pohon bambu angin dan pohon berdaun jarum) di sekeliling dekat pagar bagian dalam PLTD Isimu.
2. Penggunaan peralatan keselamatan kerja.
3. Pembuatan ruang kedap suara untuk mesin SEWATAMA.
4. Pembuatan bak pengolahan air limbah sesuai persyaratan pengelolaan limbah cair

BAB III

KESIMPULAN

Hasil pelaksanaan pengelolaan lingkungan PLTD Isimu tahap Operasional maka hal-hal yang telah dilakukan oleh PT. PLN selaku pemrakarsa adalah :

1. Bahwa pengelolaan lingkungan telah melaksanakan kewajiban pengelolaan lingkungan sesuai arahan dokumen Upaya Pengelolaan Lingkungan (UKL) dan Upaya Pemantauan Lingkungan (UPL), tetapi belum optimal, dimana hasil analisis laboratorium masih ada beberapa parameter yang melebihi ambang baku mutu. Untuk parameter air dan kandungan gas (CO, Nox dan Sox) sudah baik.
2. Parameter lingkungan yang masih diatas ambang baku mutu agar pengelolaan lebih ditingkatkan antara lain untuk menanam pohon-pohon dengan jenis yang berdaun kecil (bambu), juga dilakukan pembuatan dinding bagi mesin-mesin yang terbuka serta penggunaan alat keselamatan kerja bagi pada karyawan.

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.