

STUDI KUALITAS UDARA DI SEKITAR SUNGAI TELAGAWAJA, DESA MUNCAN, KABUPATEN KARANGASEM BALI

I WAYAN ARTHANA

Fakultas Pertanian, Universitas Udayana
Email: iwarthana60@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian dilakukan di Sekitar Sungai Telagawaja Desa Muncan, Kabupaten Karangasem Bali yang masih alami pada bulan Oktober 2008. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kondisi kualitas udara pada daerah tersebut. Ada enam parameter kualitas udara yang diukur di tiga lokasi yang berbeda. Kadar NO₂ di udara berkisar 24,29-31,87 µg/m³, yang nilainya lebih tinggi dari yang terukur di lokasi Pantai Gunaksa yang belum ada aktivitas apapun tetapi lebih rendah dari kondisi di daerah Sawangan Nusa Dua yang padat aktivitas pariwisata. Kandungan SO₂ berkisar 34,44-44,97 µg/m³, yang lebih rendah dari kondisi di Pelabuhan Padangbai yang padat aktivitas manusia dan lalu lalang kendaraan bermotor. Kandungan Debu rata-rata adalah 105,82 µg/m³, kandungan CO di udara berkisar 497,78-568,89 µg/m³ dan kandungan Pb berkisar 0,250-0,792 µg/m³. Tingkat kebisingan yang berkisar 40,33-53,79 dB(A) nilainya lebih rendah dari yang terukur di pemukiman penduduk pedesaan di daerah Kubu dan juga lebih rendah dari nilai kebisingan di pinggir Pantai Sawangan Nusa Dua. Semua parameter kualitas udara tersebut belum melampaui baku mutu.

Kata kunci : kualitas udara, nitrogen dioksida, sulfur dioksida, timbal, debu, kebisingan

ABSTRACT

The research was done in surrounding Telagawaja River at Muncan Village, Karangasem Regency, Bali at October 2008. The aim of the research was to know the air quality condition in that area. There were six air quality parameters measured at three different sites. The content of NO₂ at the air varied 24,29-31,87 µg/m³ was higher than that in Gunaksa Beach where there are no activities at all but it was lower than that in Sawangan Nusa Dua where full of tourism activities. The level of SO₂ at the range of 34,44-44,97 µg/m³ was lower than that in Padangbai Harbour where full of human activities and transportations. The content of dust at the range of 105,82 µg/m³, CO at the range of 497,78-568,89 µg/m³, Pb at the range of 0,250-0,792 µg/m³. The level of noise at the range of 40,33-53,79 dB(A) was lower than that in village community at Kubu, Karangasem Regency and also lower than that in Sawangan Beach of Nusa Dua. All the air quality parameters are not yet over than standard of safe air quality level.

Key words : air quality, nitrogen dioxide, sulfur dioxide, lead, dust, noise

PENDAHULUAN

Kondisi udara di sekitar Sungai Telagawaja, bagian dekat Desa Muncan Karangasem, merupakan daerah yang masih alami yang berjarak sekitar 60 km dari Kota Denpasar. Vegetasi pinggir sungai masih rapat dan menghijau sehingga menghasilkan panorama alam yang menarik. Oleh karenanya mulai tumbuh beberapa vila milik orang asing untuk dapat menikmati panorama tersebut lebih lama. Kearah darat, terdapat persawahan dengan kondisi penduduk yang relative masih jarang serta bernuansa pedesaan.

Kondisi ekosistem darat di wilayah studi disamping merupakan lahan pertanian/persawahan juga terdapat lahan-lahan tegalan untuk perkebunan di bagian-bagian yang sangat miring. Areal tebing dan lereng yang lebat dengan vegetasi ini merupakan habitat monyet yang hidup secara liar dan keberadaannya tidak berstatus binatang

yang dilindungi. Populasi kera tersebut tidak lebih dari 100 ekor.

Jenis-jenis vegetasi besar yang ada di sekitar lokasi didominasi oleh kelapa (*Cocos nucifera*), cengkeh (*Syzygium aromaticum*) dan sengan (*Albizia falcata*). Sedangkan tanaman strata bawah yang banyak tumbuh adalah pisang (*Musa paradisiaca*), kaliandra (*Calliandra hematocephala*) dan kopi (*Cofea sp*). Di areal pertanian, pola tanamnya adalah padi-padi palawija yang mana komoditi palawija yang umum ditanam adalah jagung, ketela rambat, kacang panjang dan kacang tanah.

Kondisi jalan di dekat lokasi sudah di hotmix dengan lebar sekitar 5 meter. Pada puncak hari kerja, beban kendaraan mencapai 73,5 SMP, sedangkan pada hari libur mencapai 68 SMP. Pada beban rendah di hari kerja, beban kendaraan hanya mencapai 25,2 SMP dan hari libur hanya mencapai 18,1 SMP. Secara visual kepadatan kendaraan

masih rendah, kecepatan rata-rata 40-50 km/jam. Jenis kendaraan yang dominan adalah sepeda motor.

Dengan demikian gambaran lokasi penelitian ini merupakan daerah yang masih asri dengan sedikit kendaraan bermotor. Penelitian ini menjadi penting untuk dilakukan sebagai data dasar apabila nantinya kawasan ini berubah menjadi kawasan waduk, sesuai dengan rencana dari Dinas Pekerjaan Umum dengan segala ikutannya seperti akan semakin berkembangnya fasilitas pariwisata, pemukiman dan sebagainya agar perubahan yang terjadi terhadap kondisi kualitas udara dimasa datang dapat dianalisis.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober tahun 2008. Penelitian ditujukan untuk mengetahui kondisi kualitas udara ambien sebelum di lokasi sekitar Sungai Telagawaja di Desa Muncan ini dibangun waduk oleh pemerintah. Pengukuran kualitas udara dilakukan terhadap beberapa parameter kimia dan fisik serta tingkat kebisingannya. Hasil pengukuran tersebut kemudian dibandingkan dengan baku mutu kualitas udara ambien yang berlaku di Propinsi Bali. Untuk kualitas udara ambien dilakukan kerjasama dengan Balai Hiperkes (Higine Perusahaan dan Kesehatan Kerja) Provinsi Bali yang merupakan laboratorium yang ditunjuk untuk melakukan pemantauan/pengukuran kualitas udara oleh Kementerian Lingkungan Hidup. Adapun peralatan yang digunakan sebagai berikut :

Tabel 1 Metode dan peralatan analisis kualitas udara

Parameter	Metode Analisis	Alat yang digunakan
Debu	Gravimetri	High Vacuum Sampler
NO ₂	Grietz Saltzmann	Spektrofotometer
SO ₂	Pararo Samiline	Spektrofotometer
CO	Kalium Yodida	Spektrofotometer
Pb	Ditizon Extrac	Spektrofotometer
Kebisingan	Recording	Sound Level Meter

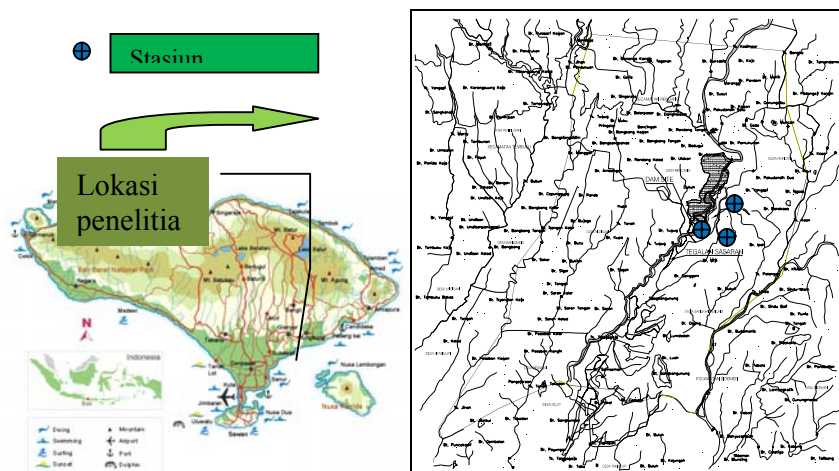
1. Lokasi Sampling

Untuk lokasi sampling komponen udara dan kebisingan dilakukan sebagai berikut :

- Sampling pertama (stasiun 1) dilakukan di pinggir Sungai Telagawaja, tepatnya di lokasi Vila Raja Dhani. Kondisi sekitarnya bervegetasi alami. Berbatasan dengan itu terdapat areal persawahan masyarakat, tetapi relatif jauh dari pemukiman penduduk. Kondisi jalan menuju lokasi ini merupakan jalan sawah yang belum diaspal.
- Sampling kedua (stasiun 2) dilakukan sekitar 800 meter dari lokasi pertama mendekati jalan raya. Kondisinya adalah persawahan dan ada jalan yang sudah di hotmix. Lokasi pemukiman masyarakat pedesaan berjarak sekitar 1 km dari lokasi ini.
- Sampling ketiga (stasiun 3) dilakukan sekitar 500 meter dari lokasi ke dua. Kondisinya adalah areal tegalan, sedikit sawah dan merupakan jalan akses menuju kuburan masyarakat. Lokasi pemukiman masyarakat pedesaan berjarak sekitar 500 m dari lokasi ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi Pb (Timbal) berkisar antara 0,252 – 0,792 ppm (Tabel 2). Nilai tertinggi terukur justru di stasiun 1 yaitu dipinggir sungai. Kemungkinan hal ini berkaitan dengan kegiatan penyensoran kayu yang dilakukan oleh masyarakat. Sebelum melakukan pengukuran, sempat terdengar suara mesin sensor kayu yang cukup keras. Kandungan Pb (timbal) di udara termasuk pencemar kimiawi. Timbal diklasifikasikan sebagai racun sistemik dan teratogenik, sedangkan dalam bentuk uap Pb termasuk zat pencemar mutagenic. Timbal dan garamnya baik garam organik maupun anorganik termasuk bahan bersifat neurotoksik (Goetz and Cohan, 1993).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di sekitar Sungai Telagawaja



Gambar 1. Lokasi sampling Di stasiun 1



Gambar 2. Lokasi sampling Di stasiun 2



Gambar 3. Lokasi sampling Di stasiun 3

Timbal sangat toksik. Apabila banyak Pb yang terhirup dan masuk ke dalam tubuh maka akan menimbulkan masalah. Kadar Pb yang tinggi di dalam darah menyebabkan terganggunya pembentukan sel darah merah. Mekanismenya adalah dengan membloking produksi enzim untuk pembentukan sel darah merah (haemoglobin), sehingga darah hanya membawa sedikit oksigen. Selanjutnya sel-sel dan organ tubuh lama kelamaan akan menjadi rusak. Gejala keracunan ini menyebabkan gangguan kesehatan seperti anemia, kerusakan ginjal, menurunnya tingkat kecerdasan dan menurunnya produktivitas (Soedomo, 2001).

Kondisi kandungan Pb yang masih rendah di lokasi penelitian erat kaitannya dengan kondisi volume kendaraan yang masih jarang sebagai sumber pensuplai kadar Pb terbesar di lokasi ini. Putere (2004) yang melakukan penelitian tentang pola hubungan antara volume kendaraan bermotor dengan Pb di udara mendapatkan bahwa terdapat hubungan yang erat antara jumlah kendaraan dengan kadar Pb di beberapa ruas jalan di Kota Denpasar. Hubungan tersebut bersifat positif dimana semakin tinggi volume kendarannya maka semakin tinggi juga kandungan Pb di udara. Dalam kaitannya dengan standar baku mutu, maka kondisi kandungan Pb di lokasi penelitian di Desa Muncan ini masih jauh berada dibawah standar baku mutu lingkungan yang sebesar 2 ppm. Adapun hasil pengukuran kualitas udara selengkapnya tersaji dalam Tabel 2.

Table 2. Hasil pengukuran kualitas udara di sekitar Sungai Telagawaja, Desa Muncan, Kabupaten Karangasem

No.	Lokasi Pengukuran	Parameter					
		NO ₂ (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	Debu (µg/m ³)	CO (µg/m ³)	Pb (µg/m ³)	Kebisingan dB(A)
1.	Areal pinggir sungai	24,29	35,92	105,82	497,78	0,792	53,79
2.	Areal persawahan	31,87	34,44	105,82	497,78	0,250	40,33
3.	Areal tegalan/kuburan	28,81	44,97	105,82	568,89	0,520	48,33
Baku mutu		400	900	230	30.000	2,000	65,00

Parameter fisik lainnya adalah debu yang mana konsentrasinya di tiga stasiun pengamatan nilainya sama yaitu 105,820 µg/m³. Konsentrasi debu di tiga lokasi tersebut semuanya masih dibawah 50 % dari kadar yang dipersyaratkan dalam standar baku mutu lingkungan yang 230 µg/m³. Hal ini karena pada lokasi-lokasi tersebut masih sangat alami dan belum ada kegiatan yang dapat menjadi sumber pencemar terhadap parameter debu. Debu ini sendiri merupakan partikel padat yang berdiameter antara 0,1 – 1000 mikron. Secara umum, gangguan yang dapat ditimbulkan oleh adanya kadar debu yang tinggi adalah penyakit infeksi saluran nafas bagian atas yang dicirikan oleh gejala batuk-batuk dan bahkan dapat diikuti oleh demam.

Konsentrasi gas nitrogendioksida (NO₂), nilainya berkisar antara 24,29 – 31,87 µg/m³, sedangkan nilai ambang batas mutu udara ambien (Peraturan Gubernur Bali No.08 Tahun 2007) untuk gas NO₂ adalah sebesar 400 µg/m³. Dengan demikian kadar gas nitrogendioksida (NO₂) ini masih jauh dibawah ambang batas baku mutu. Konsentrasi yang tertinggi dijumpai di stasiun 2 yaitu di dekat jalan raya yang sudah di hotmix. Gas nitrogendioksida merupakan jenis gas yang berwarna coklat kemerahan dan berbau tajam. Tingkat toksik dari gas NO₂ ini adalah empat kali lebih beracun dibandingkan dengan gas NO. Akibat dari keracunan dari gas nitrogendioksida ini adalah kesulitan bernafas, tapi belum ada laporan orang mati karena keracunan NO₂.

Gas karbonmonoksida (CO) dari semua sampel konsentrasinya berkisar antara 497,78 – 568,89 µg/m³ yang mana masih berada dibawah standar baku mutu lingkungan yaitu sebesar 30.000 µg/m³. Sifat dari gas CO ini dalam tubuh akan berikatan dengan haemoglobin sehingga darah tak bisa membawa oksigen. Akibat lebih lanjutnya adalah terjadinya gangguan sistem syaraf, gangguan panca indra dan perubahan fungsi jantung. Pada tingkat dosis 10 – 80 COHb dalam darah (%) akan dapat mengakibatkan gangguan berupa pening, mual, berkunang-kunang, pingsan, kesukaran bernafas dan bahkan dapat menimbulkan kematian.

Untuk kandungan gas Sulfurdioksida (SO₂) di lokasi penelitian konsentrasinya berkisar antara 34,44 – 44,97 µg/m³. Apabila konsentrasi gas Sulfurdioksida mencapai nilai >5 ppm maka akan dapat mengakibatkan iritasi saluran pernafasan. Bagi beberapa individu yang sensitif, tingkat konsentrasi gas Sulfurdioksida mencapai nilai 1-2 ppm sudah berbahaya. Konsentrasi gas sulfurdioksida yang berkisar antara 34,44 – 44,97 µg/m³ di lokasi penelitian ini, masih jauh berada di bawah standar baku mutu lingkungan yaitu sebesar 900 µg/m³.

Hasil pengukuran parameter fisik yaitu kebisingan berkisar antara 40,33-53,79 dBA masih berada di bawah standar baku mutu lingkungan untuk kawasan pemukiman pada waktu siang yaitu sebesar 65 dBA (Peraturan Gubernur Bali No.08 Tahun 2007). Tingkat kebisingan yang timbul tersebut menunjukkan bahwa di lokasi penelitian dan sekitarnya hampir belum ada kegiatan yang dapat menjadi sumber kebisingan karena masih sangat alami.

Kebisingan merupakan suatu istilah yang digunakan untuk menyatakan suatu bunyi yang intensitasnya tidak diinginkan, termasuk bunyi yang merupakan hasil samping dari kegiatan-kegiatan lain seperti kegiatan industry dan transportasi. Termasuk juga bunyi yang dianggap mengganggu dari kegiatan bercakap-cakap dan suara music yang tidak dikehendaki oleh pendengar (Wilson, 1989).

Kebisingan merupakan gelombang suara yang memiliki sifat seperti gelombang cahaya yang mana dapat mengalami refleksi atau pantulan dan juga dapat mengalami defraksi atau penyebaran. Refleksi terjadi karena adanya perbedaan media perambatan yang mana semakin besar perbedaan media tersebut semakin besar pula refleksi yang terjadi dan semakin kecil yang ditransmisikan (Harris, 1991).

Tingkat kebisingan yang melebihi level tertentu dapat membangkitkan masalah kesehatan berupa stress dan selanjutnya dapat menyebabkan terjadinya gangguan fisik maupun psikologi (Suharsono, 2000). Umumnya, pengaruh kebisingan digolongkan menjadi empat bagian yaitu dapat menimbulkan kejengkelan, mengganggu aktivitas dan menurunkan konsentrasi kerja. Hal lain dapat menimbulkan kehilangan pendengaran sebagian atau total serta dapat mengakibatkan terjadinya kemunduran fisik dan mental.

Tingkat kebisingan yang terukur di lokasi penelitian erat kaitannya dengan volume kendaraan yang merupakan sumber bunyi utama, di samping sumber-sumber lain. Warastuthi, (2003) yang melakukan penelitian berupa analisis tingkat kebisingan akibat mobilitas kendaraan bermotor mendapatkan bahwa semakin jauh dari sumber bunyi, terjadi penurunan tingkat kebisingan. Penurunan ini bervariasi untuk jarak yang sama pada lokasi yang berbeda. Penurunan tingkat kebisingan di Jalan Raya

Tabel 3. Perbandingan kualitas udara di sekitar Sungai Telagawaja dengan beberapa kondisi kualitas udara di lokasi yang berbeda

No.	Lokasi Penelitian	Parameter Kualitas Udara					
		NO ₂ (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	Debu (µg/m ³)	CO (µg/m ³)	Pb (µg/m ³)	Kebisingan dB(A)
1.	Areal pinggir sungai ¹⁾	24,29	35,92	105,82	497,78	0,792	53,79
2.	Areal persawahan ¹⁾	31,87	34,44	105,82	497,78	0,250	40,33
3.	Areal tegalan/kuburan ¹⁾	28,81	44,97	105,82	568,89	0,520	48,33
4.	Tapak Proyek Kubu ²⁾	27,03	20,77	55,188	426,67	0,105	49,3
5.	Areal pemukiman di Desa Karang Sari Kubu ²⁾	28,11	35,05	220,75	746,67	0,157	57,2
6.	Areal pemukiman di Desa Batu Ringgit Kubu ²⁾	40,42	28,98	341,50	480,00	0,210	56,0
7.	Dermaga kayu Padang bai ²⁾	22,17	78,26	35,92	200,00	*	*
8.	Ferminal Padangbai ³⁾	24,23	78,25	107,76	233,33	*	*
9.	Dermaga Padangbai ³⁾	14,30	83,37	71,84	266,67	*	*
10.	Pemukiman ³⁾	20,81	83,36	35,92	233,34	*	*
11.	Tapak Proyek Gunaksa ⁴⁾	14,76	34,56	96,61	526,75	0,060	*
12.	Areal pemukiman di Dusun Jumpai Kangin Gunaksa ⁴⁾	12,24	33,13	96,62	658,44	0,198	*
13.	Ruang Terbuka Galian C, Utara tapak Proyek (±1 km) Gunaksa ⁴⁾	12,23	30,31	193,27	1053,49	0,190	*
14.	Pinggir Jalan Sawangan, Nusa Dua ⁵⁾	85,15	171,16	55,25	801,25	0,784	46,1
15.	Pinggir Pantai Sawangan Nusa Dua ⁵⁾	90,72	163,57	55,36	235,36	0,548	60,2
16.	Tapak Proyek PLTU Celukan Bawang ⁶⁾	34,27	19,84	89,606	425,67	*	44,9
17.	Pintu Masuk Celukan Bawang ⁶⁾	10,20	18,18	179,210	497,78	*	62,3
18.	Pemukiman Penduduk Celukan Bawang ⁶⁾	8,06	7,81	89,606	640,00	*	48,6
19.	Baku mutu	400	900	230	30.000	2,0	65,0

Sumber : ¹⁾Penelitian ini; ²⁾ PT. Manunggal Power (2008); ³⁾ Dinas Perhubungan Provinsi Bali (2005); ⁴⁾ Dinas Perhubungan Kabupaten Klungkung (2007); ⁵⁾ PT. Graha Alam Lestari (2003); ⁶⁾ PT. General Energy Bali (2009); * tidak ada datanya

Sempidi Kabupaten Badung, dari jarak 20 meter ke 40 meter, menurun sebesar 3,2 dBA. Sedangkan di jalan raya Kuta, pada jarak yang sama, penurunannya hanya mencapai 1,6 dBA. Kemudian untuk jarak 40 meter ke 60 meter dari sumber suara kendaraan, di jalan Sempidi menurun sebesar 3,9 dBA sedangkan di jalan Raya Kuta menurun sebesar 4,9 dBA.

Kadar gas nitrogendioksida (NO₂) di lokasi penelitian yang nilainya berkisar antara 24,29 – 31,87 µg/m³, ternyata hampir dua kali dari nilai kadar NO₂ yang terukur di Pantai Gunaksa yang berkisar antara 12,23 – 14,30 µg/m³ yang mana areal Pantai Gunaksa ini memiliki tingkat dilusi udara yang tinggi karena berada di pinggir pantai yang belum ada aktivitas apapun. Namun demikian, kadar dipenelitian ini jauh lebih rendah dibandingkan

dengan kadar NO₂ di daerah Sawangan Nusa Dua yang berkisar 85,15 – 90,72 µg/m³, yang belakangan semakin padat dengan aktivitas pariwisata (Tabel 3).

Konsentrasi gas Sulfurdioksida (SO₂) yang berkisar antara 34,44 – 44,97 µg/m³, jauh lebih rendah dari kadar SO₂ di Pelabuhan Padangbai (78,25 – 83,37 µg/m³) yang padat dengan aktivitas manusia dan lalu lalang kendaraan bermotor. Akan tetapi kandungan dalam penelitian ini sedikit lebih tinggi dari kandungan SO₂ di Pantai Utara Bali, tepatnya di daerah Celukan Bawang yang hanya mencapai 7,81 – 19,84 µg/m³ (Tabel 3).

Kadar debu yang konsentrasi rata-ratanya 105,820 µg/m³, menunjukkan nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan kadar debu di lokasi pemukiman penduduk di daerah Kubu (220,75 – 341,50 µg/m³) yang tergolong kering sehingga banyak debu. Kemudian kadar gas karbonmonoksida (CO) yang berkisar antara 497,78 – 568,89 µg/m³ hampir separuh dari kadar CO di ruang terbuka galian C, 1 km utara tapak proyek Gunaksa yang mencapai 1053,49 µg/m³. Di ruang terbuka ini banyak truk-truk bermuatan penuh pasir yang lalu lalang. Di samping itu, lokasi galian ini juga dekat dengan jalan bypass Tohpati-Kusamba yang lalu lintasnya padat.

Nilai kebisingan yang berkisar antara 40,33-53,79 dBA, sedikit lebih rendah dari nilai kebisingan yang terukur di pemukiman penduduk pedesaan di daerah Kubu yang mencapai 56,0 – 57,2 dBA dan juga lebih rendah dari nilai kebisingan di pinggir Pantai Sawangan Nusa Dua yang mencapai 60,2 dBA. Data perbandingan selengkapnya disajikan pada Tabel 3.

SIMPULAN

1. Kadar NO₂ di udara berkisar 24,29-31,87 µg/m³, yang nilainya lebih tinggi dari yang terukur di lokasi pantai Gunaksa yang belum ada aktivitas apapun tetapi lebih rendah dari kondisi di daerah Sawangan Nusa Dua yang padat aktivitas pariwisata.
2. Kandungan SO₂ berkisar 34,44-44,97 µg/m³, yang lebih rendah dari kondisi di Pelabuhan Padangbai yang

padat aktivitas manusia dan lalu lalang kendaraan bermotor.

3. Kandungan Debu rata-rata adalah 105,82 µg/m³, kandungan CO di udara berkisar 497,78-568,89 µg/m³ dan kandungan Pb berkisar 0,250-0,792 µg/m³.
4. Tingkat kebisingan yang berkisar 40,33-53,79 dB(A) nilainya lebih rendah dari yang terukur di pemukiman penduduk pedesaan di daerah Kubu dan juga lebih rendah dari nilai kebisingan di pinggir Pantai Sawangan Nusa Dua.
5. Semua parameter kualitas udara tersebut belum melampaui baku mutu.

DAFTAR PUSTAKA

- Dinas Perhubungan Kabupaten Klungkung. 2007. Laporan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Rencana Pembangunan Dermaga Gunaksa, Dawan, Kabupaten Klungkung. Semarang, Bali.
- Dinas Perhubungan Provinsi Bali. 2005. Laporan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Rencana Pembangunan Dermaga II Padangbai. Satuan Kerja Pengembangan Lalu Lintas Angkutan Sungai, Danau dan Penyebrangan Bali. Denpasar.
- Goetz, C.G. and M.M. Cohan. 1993. Clinical Neurology Neurotoxic Agents. Revised Editions. Vol. 2. J.B. Lippicott Company. Philadelphia.
- Harris, C.M. 1991. Handbook of Acoustic Measurement and Noise Control. Third Edition. Mc. Graw Hill Inc. New York.
- PT. General Energy Bali. 2009. Laporan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Rencana Pelabuhan Khusus PLTU Celukan Bawang. Singaraja.
- PT. Graha Alam Lestari. 2003. Laporan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Rencana Pembangunan Hotel Graha Alam Lestari. Denpasar.
- PT. Manunggal Power. 2008. Laporan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Rencana Pembangunan PLTU Kubu, Kabupaten Karangasem.
- Putere, S.R.S.W.M. 2004. Pola Hubungan antara Volume Kendaraan Bermotor dengan Kadar Partikulat, Pb Udara dan Prediksi Kualitas Udara Di Kota Denpasar. Tesis Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Udayana, Denpasar.
- Soedomo, M. 2001. Kumpulan Karya Ilmiah Pencemaran Udara. ITB Bandung.
- Suharsono, H. 2000. Dampak pembangunan pada kualitas udara dan kebisingan. Makalah Pelatihan Dosen-Dosen Perguruan Tinggi Negeri dan Swasta se Jawa-Bali dalam Bidang Amdal. Bogor, 14-18 September.
- Warastuthi, M.R. 2003. Analisis Tingkat kebisingan Akibat Mobilitas Kendaraan Bermotor di Kabupaten Badung, Bali. Tesis Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Udayana, Denpasar.
- Wilson, C.W. 1989. Noise Control. Harper & Row Publisher. New York.