Perjalanan Riset Aplikasi Teknologi Informatika dan Komputer Untuk Pengendalian Pencemaran Lingkungan

Oleh : Heru Dwi Wahyono

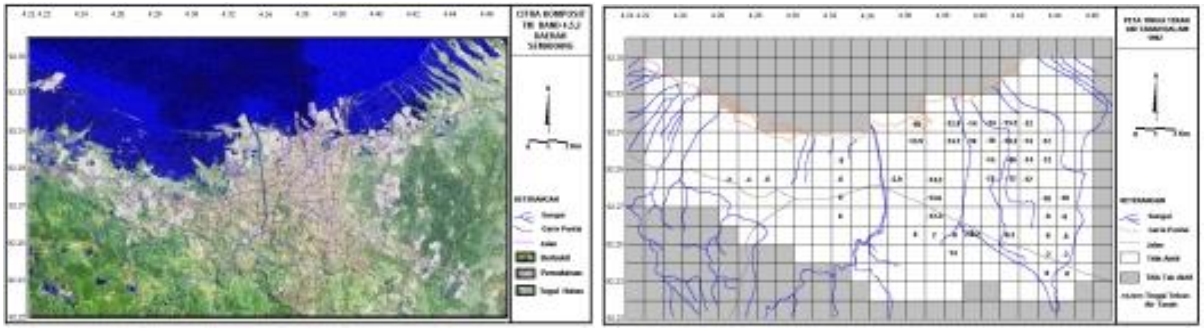
Periset pada Pusat Riset Lingkungan dan Teknologi Bersih – BRIN
Mahasiswa S3 Sekolah Ilmu Lingkungan Universitas Indonesia

Teknologi informasi dan komputer merupakan bidang keilmuan yang sangat dibutuhkan dalam mendukung pembanguanan nasional. Bidang ini juga banyak digunakan oleh bidang lain seperti pendidikan, transportasi, kedokteran, industri hingga pertahanan keamanan nasional dan lain-lain. Riset terapan teknologi informasi dan komputer juga dapat digunakan untuk mendukung pengendalian pencemaran lingkungan. Teori interdisiplin dalam ilmu lingkungan sangat erat kaitannya pada bidang riset terapan ini, karena bidang keilmuan seperti lingkungan, kimia, biologi, fisika instrumen, elektronika, hidrologi, sipil dan lainnya dapat digunakan untuk menghasilkan produk inovasi yang dibutuhan dalam pemantauan dan pengendalian pencemaran lingkungan. Berikut ini adalah perjalanan riset penerapan teknologi informatika dan komputer untuk pengendalian pencemaran lingkungan yang telah dilakukan oleh penulis sepanjang kurun waktu kurang lebih 30 tahun.

1. Sistem Komputasi Pemodelan Air Tanah

Kegiatan penerapan teknologi informatika dan komputer untuk pengendalian pencemaran lingkungan sudah dirintis sejak tahun 1995 oleh kelompok riset yang berada di bawah Pusat Pengkajian Industri Jasa (PSIJ) Kedeputian Analisa Sistem (AS) - BPPT. Sebagai kegiatan awalnya adalah melaksanakan kegiatan simulasi dan modeling intrusi air laut yang berlokasi di Kota Semarang yang dilaksanakan selama 3 tahun sampai 1998. Data untuk simulasi yang biasanya diolah menggunakan superkomputer yang dimiliki oleh ITB Bandung, saat itu membutuhkan waktu beberapa jam hingga beberapa hari untuk menyelesaikan proses pembuatan model intrusi air tanah.

Tantangan untuk mempercepat proses pembuatan model sangat diperlukan untuk menghemat waktu dan biaya kegiatan riset. Dengan tantangan untuk mempercepat proses pengolahan data tersebut, maka saat itu data diproses dengan menggunakan workstation yang berada di Universitas Miyazaki di Jepang. Data input diupload menggunakan jaringan internet dan diproses menggunakan program Fortran yang dieksekusi menggunakan komputer dan sistem operasi berkinerja tinggi yang dulu biasa disebut sebagai workstation hanya dalam beberapa menit saja. Waktu yang singkat ini dapat mempercepat tim peneliti dalam merumuskan rekomendasi kajian intrusi air laut di Kota Semarang. Sehingga kegiatan simulasi dan modeling yang dikerjakan mulai saat itu menggunakan sistem komputer berkinerja tinggi yang disetup di Jakarta.



Gambar 1. Modeling Intrusi Air Laut

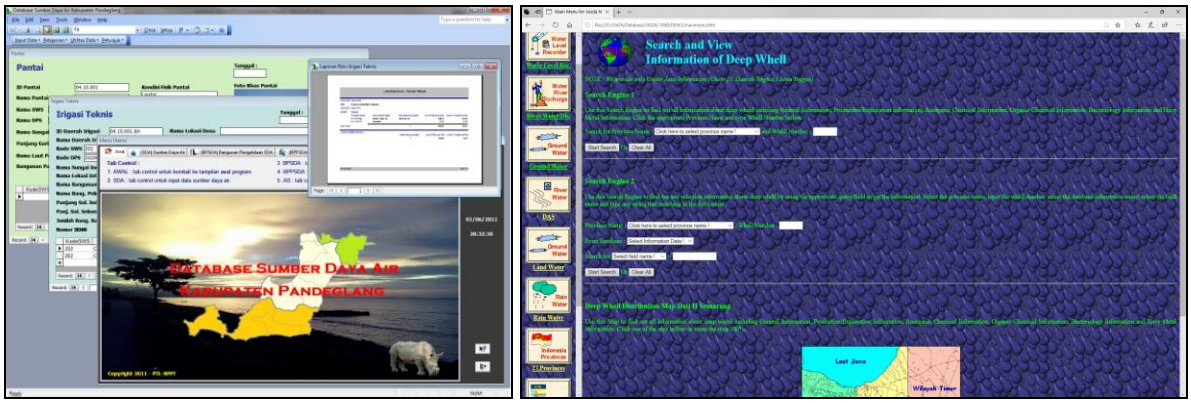
Untuk mempermudah pelaksanaan kegiatan ini selama beberapa tahun, tim peneliti mengusulkan pengadaan pembelian personal komputer dengan spesifikasi yang hampir menyamai komputer berkinerja tinggi yang berada di Universitas Miyazaki - Jepang. Komputer ini diinstalasikan sistem operasi Unix dan software Fortran yang sama untuk mendukung kegiatan modeling dan simulasi lingkungan. Selain itu komputer ini dapat dimanfaatkan juga sebagai komputer server untuk mengelola email dan informasi web dari tim peneliti. Pada tahun 1995 akhirnya bisa diperkenalkan beberapa hasil riset kelompok peneliti ini di BPPT pada bidang teknologi pengelolan air bersih dan pengolahan limbah air melalui alamat web http://www.kelair.bppt.go.id/.

Gambar 2. Website Kelompok Riset Air Bersih dan Limbah Cair

2. Sistem Informasi Sumber Daya Air (SISDA)

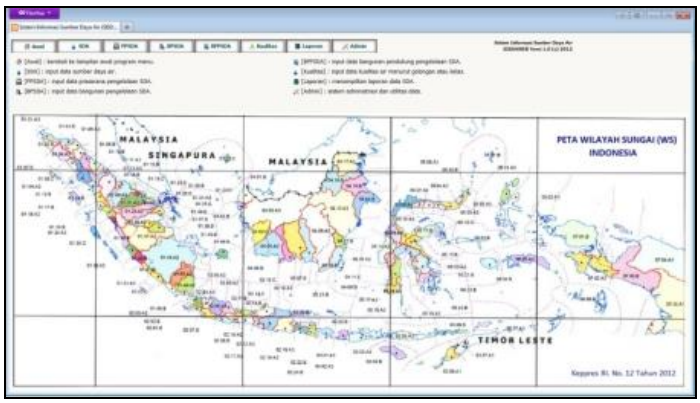
Kegiatan riset terapan berikutnya adalah pengembangan sistem informasi sumber daya air (SISDA) yang dirintis sejak tahun 1997. Gagasan pembuatan SISDA ini diawali karena melihat para peneliti di bidang keairan ini harus selalu melaksanakan perjalan dinas dan survei hanya untuk memperoleh data kualitas air di suatu daerah penelitian. Sedangkan data tersebut sudah disediakan oleh instansi terkait seperti Puslitbang Air, DLH/BPLHD, PU atau Dinas Geologi Tata Lingkungan (DGTL) di Bandung. Biaya dan waktu survei serta perjalanan dinas yang dilakukan dapat dihemat jika data potensi sumberdaya air dan kualitas air di seluruh Indonesia sudah tersedia dalam sebuah portal informasi yang mudah diakses oleh peneliti menggunakan jaringan Internet.

Pada tahun 1998 telah berhasil dikembangkan aplikasi web Sistem Informasi Sumber Daya Air (SISDA) yang dapat diakses melalui website tim peneliti bidang air yang sudah dibangun pada tahun sebelumnya. Awalnya aplikasi SISDA ini dapat digunakan untuk mengelola data debit sungai di Seluruh Indonesia berdasarkan data dari masing-masing Pos Duga Air yang ada tersebar di seluruh pelosok di Indonesia. Sekarang aplikasi SISDA dapat digunakan tidak hanya data potensi SDA debit air sungai, namun juga dapat mengelola data kualitas air sungai, rawa, pantai dan bangunan-bangunan SDA yang ada di Indonesia. Aplikasi SISDA juga dikembangkan selain berbasis web juga berbasis Windows. Berikut ini adalah tampilan aplikasi sistem informasi sumber daya air yang berbasis windows (kiri) dan berbasis web (kanan)



Gambar 3. Software SISDA Berbasis Windows dan Aplikasi Web

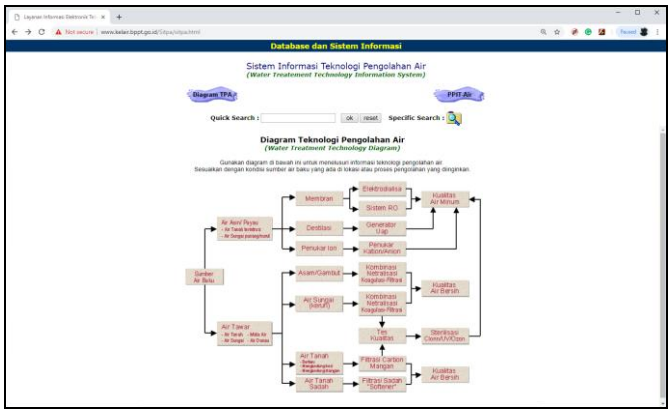
Pada tahun 2003 SISDA diterapkan di Provinsi Gorontalo dengan beberapa penyempurnaan tampilan aplikasinya dengan menambahkan peta provinsi Gorontalo untuk navigasi penelusuran datanya. Pada tahun 2004 dengan fitur yang hampir sama, SISDA juga diterapkan di Pemerintah Kota Samarinda. Pada tahun 2005 rangangan database SISDA juga dipresentasikan untuk memberikan masukan pada kegiatan pengembangan sistem pengelolaan database sumberdaya air SWS Bengawan Solo. Pada tahun 2011 aplikasi SISDA juga diterapkan di Kabupaten Pandeglang, Jawa Barat. Sampai dengan tahun 2013 SISDA terus dikembangkan sesuai kebutuhan pengguna dari Kementerian PU. Hingga pada akhir 2013 versi terakhir SISDA berubah nama menjadi Sistem Informasi Sungai dan Pantai (SISPA) dengan penambahan beberapa modul dan fitur pelaporan di dalamnya.



Gambar 4. Aplikasi Web Sistem Informasi Sungai dan Pantai (SISPA)

3. Sistem Informasi Teknologi Pengolahan Air (SITPA)

Sejak awal dibentuknya kelompok riset bidang keairan oleh Direktur Pusat Sistem Industri Jasa pada tahun 1984 telah banyak menghasilkan produk teknologi pengelolaan air bersih dan pengolahan limbah cair. Pada tahun 1997 dengan menggunakan anggaran kegiatan IPTEKDA DIPA BPPT pada programm kegiatan Pos Pelayanan Informasi Teknologi (PPIT), telah disusun beberapa dokumen hypertext berisi paket-paket teknologi pengolahan air bersih dan limbah cair yang dapat diakses melalui alamat website kelompok penelitian ini. Aplikasi ini kemudian dikembangkan menjadi Sistem Informasi Teknologi Pengolahan Air (SITPA) yang berisi paket-paket teknologi dan artikel-artikel ilmiah yang membahas masalah teknologi pengelolaan air bersih dan pengolahan air limbah. Selain menghasilkan aplikasi web SITPA, kegiatan ini juga menerbitkan e-book 10 Paket Teknologi Pengolahan Air yang versi cetaknya diterbitkan oleh penerbit BPPT.



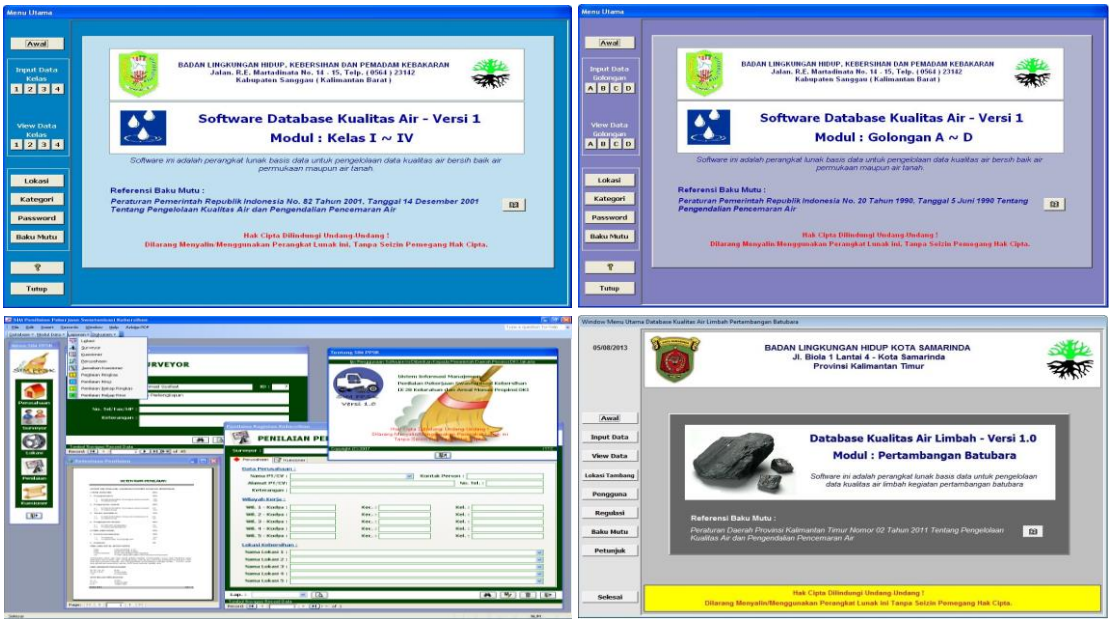
Gambar 5. Aplikasi Web Sistem Informasi Teknologi Pengolahan Air (SITPA)

Selain paket teknologi dan artikel ilmiah, kegiatan pengembangan SITPA juga menghasilkan konten informasi berupa tayangan video rubrik teknologi pengolahan air yang diselenggarakan oleh stasiun TVRI selama beberapa tahun. Selain melengkapi informasi teknologi pengolahan air dan limbah cair, semua konten pada SITPA juga secara langsung dapat memperkaya konten informasi website kelompok riset bidang keairan ini. Sampai dengan tahun 2003 konten SITPA semakin banyak, sehingga menjadi cikal bakal dikembangkannya database teknologi lingkungan, sehinga SITPA tidak hanya berisi teknologi pengolahan air dan limbah cair, namun berisi juga informasi teknologi lingkungan lainnya. Selain itu database teknologi lingkungan ini menjadi arsip bagi berkas-berkas elektronik artikel ilmiah 4 jurnal dikelola dan diterbitkan oleh Pusat Teknologi Lingkungan BPPT.

4. Database Pengelolaan Data Kualitas Lingkungan

Krisis moneter yang melanda Indonesia sejak tahun 1997/1998 menyebabkan berkurangnya anggaran DIPA yang disediakan oleh negara untuk BPPT, sehingga hanya kegiatan prioritas saja yang mendapatkan pembiayaan penelitian saat itu. Kegiatan penerapan teknologi IT di bidang lingkungan bukan termasuk kegiatan prioritas saat itu, sehingga karena tidak adanya anggaran penelitian, maka kegiatan penerapan teknologi IT untuk pengendalian pencemaran lingkungan difokuskan pada pengembangan database kualitas lingkungan yang dapat dilakukan tanpa memerlukan anggaran yang besar. Sejak tahun 1998 sudah mulai dirintis kegiatan perancangan database kualitas air untuk beberapa obyek pemantauan.

Pada tahun 1999 sampai tahun 2005 telah dihasilkan dan diterapkan banyak aplikasi software database kualitas lingkungan untuk berbagai keperluan pengelolaan data lingkungan, diantaranya database kualitas air sungai yang sesuai kelas (I~IV) dan golongan air (A-D), database kualitas air limbah industri untuk 43 jenis industry yang sesuai peraturan kementerian lingkungan hidup untuk pengelolaan air limbah industri, database kebisingan, database drainase kota Jakarta, database pengelolaan sampah, database pengelolaan GRK, database swastanisasi kebersihan kota Jakarta, dan lain-lain. Selain pemda di beberapa daerah di Indonesia, pengguna aplikasi ini adalah industri dan perusahaan swasta.



Gambar 6. Beberapa Aplikasi Software Database Kualitas Lingkungan

5. Pemantauan Kualitas Air Secara Online dan Realtime

Pada tahun 2005, kegiatan penerapan teknologi informasi dan komputer untuk pengendalian pencemaran lingkungan sudah mulai menyentuh penggunaan perangkat keras sistem telemetri (pemantauan jarak jauh). Penelitian ini dimulai dengan memanfaatkan peralatan TDS meter untuk menentukan nilai kandungan zat padat terlarut di dalam air menjadi perangkat sensor untuk pengukuran TDS secara online dan realtime. Kegiatan ini bertujuan untuk mengembangkan teknologi telemetri pemantauan kualitas air secara online dan realtime menggunakan perangkat sensor kualitas air dan dengan memanfaatkan infrastruktur teknologi komunikasi GSM. Pelaksanaan kegiatan ini melibatkan beberapa tenaga ahli di BPPT saat itu khususnya terkait instrumentasi, elektronika, kimia, dan hidrologi dari unit kerja lain.

Selanjutnya pada tahun 2006 dihasilkan prototipe pertama peralatan online monitoring kualitas air berbasis microcontroller yang selanjutnya disebut sebagai Microcontroller Based Onlimo (MCB) - GSM. Onlimo sendiri adalah kependekan dari Online Monitoring, yaitu sistem pemantauan kualitas air secara online dan realtime menggunakan unit sensor yang terintegrasi dengan unit smart data logger, unit transmisi data atau media komunikasi data, dan sistem database untuk pengelolaan data pemantauan. Onlimo dapat diterapkan untuk pemantauan kualitas air di sungai, di perairan laut atau untuk memantau

air limbah di suatu kawasan industri. Selain sensor, sistem Onlimo dikembangkan seluruhnya menggunakan komponen yang ada di Indonesia. Aplikasi yang dikembangkannya pun menggunakan Bahasa Indonesia agar udah dioperasikan oleh pengguna.

Gambar 7. Produk Smart Data Logger Onlimo Prototipe dan Versi 1

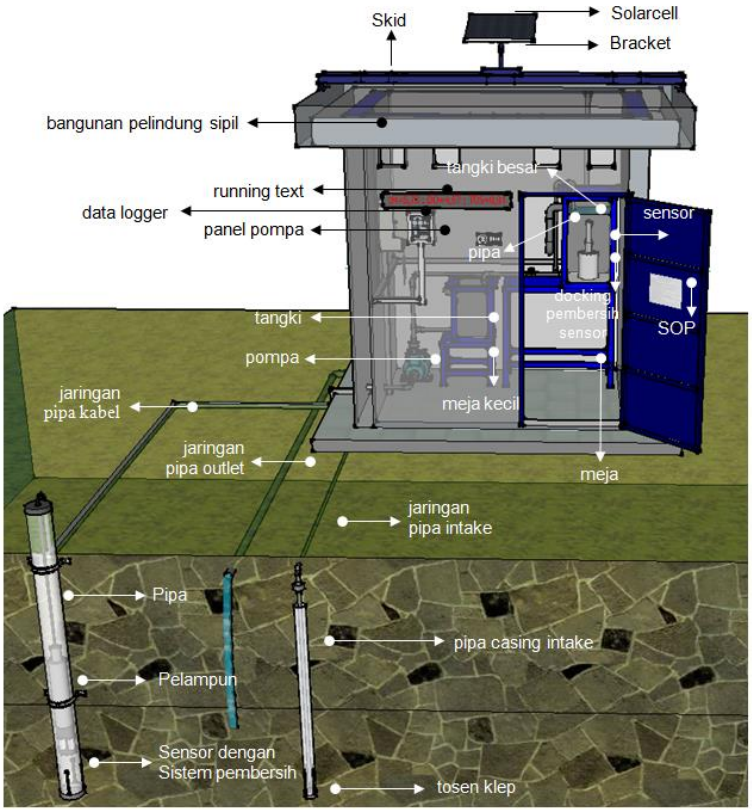
Onlimo versi pertama berbasis microcontroler dan teknologi GSM (*Global System for Mobile Communications*) sebagai infrastruktur jaringan komunikasi dan teknologi SMS (*Short Message Service*) sebagai media komunikasi datanya. Prototipe pertama peralatan, dihasilkan pada tahun 2007 dan diberi nama Onlimo GSM. Sistem Data Loggernya dikembangkan dengan merancang mainboard Onlimo dan menanamkan *Program Logic Control* (PLC) ke dalamnya. Dari hasil ujicoba prototipe ini diperoleh beberapa perbaikan dan peningkatan fitur sehingga menghasilkan produk onlimo dalam beberapa versi. Onlimo versi 1.0 diujicobakan di Kali Cideng selama kurang lebih satu tahun, dan sejak tahun 2007 hingga saat ini sudah diciptapkan Onlimo GSM versi 4.0 yang sudah diterapkan di sungai-sungai di beberapa daerah di Indonesia.

Onlimo GSM V1.0 Onlimo GSM V2.0 Onlimo GSM V3.0 Onlimo GSM V4.0

Gambar 8. Smart Data Logger Onlimo MCB - GSM dan Versi Pengembangannya

Dengan berbekal pengalaman mengembangkan produk telemetri Onlimo yang dapat memantau kualitas air hanya 1 parameter (2005), kemampuan peralatan Onlimo ditingkatkan sehingga dapat memonitoring 6 parameter kualitas air (2007-2008), kemudian 9 parameter kualitas air (2009-2013), 11 parameter kualitas air (2014-2015) dan saat ini Onlimo dapat memonitor 13 parameter kualitas air sekaligus dalam satu waktu (2016-sekarang). Parameter kualitas air tersebut adalah : Temperatur, Dissolved Oxygen (DO), pH, Total Dissolved Subtance (TDS), Conductivity (DHL), Salinitas, Turbidity/Kekeruhan, Seawater Specific Grafity (SwSG), Kedalalaman / Depth, Amonia, Nitrat, ORP, Chemical Oxygen

Demand (COD), dan Total Suspended Solid (TSS). Selain itu telah dihasilkan juga beberapa komponen sistem pendukung Onlimo, seperti sistem samping otomatis, sistem pelampung sensor, sistem pembersih sensor otomatis, sistem power suplay tenaga surya dan sistem software dan lain-lain.



Gambar 9. Disain Pemasangan Sistem Peralatan Telemetri Onlimo Versi 3.0 – 3.5

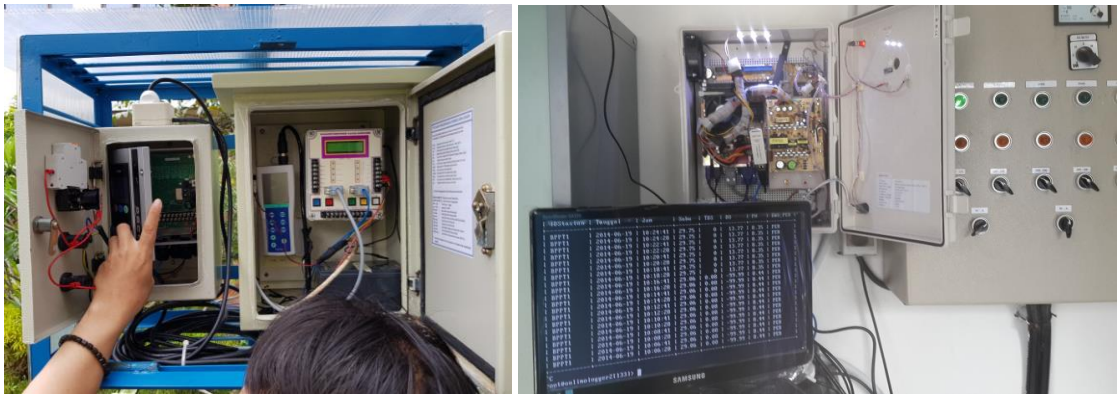
Penelitian terkait produk Onlimo sejak tahun 2005 hingga sekarang terus dilanjutkan untuk menghasilkan produk-produk turunannya untuk mendukung pemantauan kualitas air. Selain digunakan untuk memantau kualitas air di lokasi yang sudah tetap (fixed monitoring), onlimo juga dikembangkan untuk keperluan pemantauan bergerak (mobile monitoring). Pada produk Onlimo untuk mobile monitoring ditambahkan fitur pencatatan koordinat lokasi pemantauan, sehingga dapat diplotkan kembali ke dalam peta lokasi-lokasi dan jalur pergerakan perangkat mobile onlimo. Pada tahun 2013 sejumlah 6 unit produk mobile Onlimo diterapkan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan untuk memonitoring kualitas perairan pantai di 6 lokasi daerah di Indonesia.

Gambar 10. Mobile Monitoring Kualitas Air Dengan Peralatan Telemetri Onlimo

Untuk mendapatkan metode pengembangan smart data logger yang baru, maka pada tahun 2012 telah dimulai pengembangan produk Onlimo dengan teknologi yang berbeda dengan teknologi sebelumnya. Dengan pembiayaan dari program Insinas Ristek, pada tahun 2012 telah dirintis untuk pengembangan produk Onlimo berbasis micro processor (MPB) dan open source software (OSS). Microprocessor sendiri adalah teknologi yang sudah digunakan pada komputasi digital dan smartphone. Sedangkan teknologi OSS atau perangkat lunak sumber terbuka adalah teknologi untuk pengembangan aplikasi komputer tanpa lisensi seperti Linux, BSD, dan Android. Digunakannya teknologi ini untuk produk Onlimo bertujuan untuk mempermudah proses pengembangan dan produksinya serta untuk mengurangi biaya investasi sebuah sistem telemetri pemantauan kualitas air. Versi pertama Onlimo MPB - OSS menggunakan perangkat motherboard PC bekas yang masih layak pakai sebagai perangkat smart data loggernya. Penggunaannya selain bertujuan untuk mempermudah proses pengadaannya juga untuk mengurangi limbah elektronik computer yang setiap saat semakin banyak. Namun penerapannya hanya dapat digunakan untuk penggunaan indoor, misalnya di dalam ruang operator sebuah instalasi pengolahan air atau air limbah.

Gambar 11. Versi Pertama Onlimo Berbasis Microprocessor dan Open Source Software

Selanjutnya, pada tahun 2013 kegiatan penelitian dan pengembangan Onlimo MPB–OSS difokuskan untuk pemantauan kualitas air di perkantoran dan industri. Kemudian pada tahun 2014, prototipe kedua tipe Onlimo diterapkan untuk pemantauan kualitas air limbah industri yang dipasang pada outlet Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di gedung perkantoran BPPT Jl. MH. Thamrin dan gedung perkantoran di Geostek Serpong. Data yang dihasilkan oleh kedua sistem telemetri ini dipantau di Pusat Data yang dibangun di Geostek dan hasilnya dapat ditelusuri melalui situs web Onlimo. Kegiatan pengembangan Onlimo untuk memantau air limbah industri terus dikembangkan sampai sekarang untuk mendukung program pemerintah dalam mengendalikan pencemaran kualitas air. Saat ini parameter Amonia, Nitrat dan COD merupakan parameter penting dalam mengendalikan pencemaran air limbah domestik yang dikeluarkan baik dari gedung perkantoran maupun industri.



Gambar 12. Onlimo MCB-GSM dan Onlimo MPB-OSS Untuk Pemantauan IPAL

Pencemaran yang terus menerus terjadi di sungai-sungai di Indonesia mendorong pemerintah untuk menggunakan teknologi dalam meningkatkan kinerja pemantauannya. Maka pada tahun 2014 pemerintah melalui Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) bekerjasama dengan Pusat Teknologi Lingkungan BPPT untuk mulai menerapkan pemantauan kualitas air sungai dan danau secara online dan realtime. Pada tahun 2014 mulai dilaksanakan kegiatan studi pemantauan kualitas air sungai Citarum menggunakan teknologi Onlimo. Pada tahun ini dihasilkan dokumen perencanaan penerapan teknologi pemantauan kualitas air sungai secara online di 15 DAS prioritas. Selain akan menerapkan teknologi Onlimo di beberapa lokasi di 15 DAS Prioritas, juga dibangun dan dikembangkan pusat data pemantauan kuaitas air online di kantor KLHK.

Gambar 13. Data Center Online Monitoring Kualitas Air di Serpong

Sejak tahun 2008 teknologi Onlimo sudah banyak diterapkan untuk memantau kualitas air permukaan secara online dan realtime di beberapa lokasi di Indonesia. Beberapa di antaranya diterapkan oleh Badan Lingkungan Hidup Daerah (BLHD), Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), beberapa industri dan perusahaan melalui program *Coorporate Social Responsibility* (CSR). Sejak tahun 2014 BPPT telah mulai bekerjasama dengan KLHK dalam menerapkan teknologi Onlimo untuk pemantauan kualitas air sungai di beberapa lokasi pada DAS prioritas. Gambar berikut ini adaah peta lokasi stasiun pemantauan kualitas air online yang dipasang menggunakan produk Onlimo.

Gambar 14. Peta Lokasi Pembangunan Pilot Proyek Stasiun Online Monitoring Kualitas Air Menggunakan Teknologi Onlimo (sumber BPPT)

Di Pulau Jawa telah diinstalasikan sistem Onlimo di 3 stasiun di Sungai Ciliwung, 2 stasiun di Sungai Citarum, 2 stasiun di Sungai Cisadane, 1 stasiun di Sungai Cikapundung, 2 stasiun di Sungai Serayu, 2 stasiun di Sungai Bengawan Solo, 2 stasiun di IPAL domestik perkantoran. Di Pulau Sumatera telah diinstalasikan sistem Onlimo di 2 stasiun di Danau Toba, 1 stasiun di Sungai Asahan, 2 stasiun di Danau Maninjau, 2 stasiun di Pulau Bintan, 1 stasiun di Bendung Jabung,1 stasiun di Bendung Agroguruh. Di Pulau Kalimantan telah diinstalasikan sistem Onlimo di 4 stasiun di danau Semayang dan Melintang serta 1 stasiun di Sungai Kapuas. Sebagaian besar yang terpasang adalah fixed monitoring system dengan bangunan pelindung berbentuk sipil beton. Berikut ini adalah tabel data stasiun Onlimo yang sudah di pasang di beberapa lokasi di Indonesia dan dikelola oleh BPPT.

Tabel 1. Data Stasiun Pemantauan Kualitas Air Onlimo di Indonesia

No.	ID Stasiun	Nama Stasiun	Koord. Lintang	Koord. Bujur	Obyek Pantau	Tahun
1.	KLH1	Stasiun M. Istiqlal	-6.17140	106.83109	Sungai	2014
2.	KLHK1	Stasiun Pemantauan Masjid Istiqlal	-6.17140	106.83103	Sungai	2015
3.	KLHK2	Stasiun Pintu Air Manggarai	-6.20784	106.84850	Sungai	2015
4.	KLHK3	Stasiun Pemantauan Pintu Air Irigasi Majalaya	-7.07405	107.74887	Sungai	2015
5.	KLHK4	Stasiun Pemantauan Kelapa Dua	-6.35264	106.83564	Sungai	2016
6.	KLHK5	Stasiun Pemantauan Bendung Empang	-6.60777	106.79288	Sungai	2016
7.	KLHK6	Stasiun Pemantauan Bendung Pasar Baru	-6.16907	106.62772	Sungai	2016
8.	KLHK7	Stasiun Pemantauan Bendung Gerak Serayu	-7.52544	109.20233	Sungai	2016
9.	KLHK8	Stasiun Pemantauan Bendung Wanganaji	-7.29888	109.91708	Sungai	2016
10.	KLHK9	Stasiun Pemantauan Bendung Colo	-7.75060	110.90203	Sungai	2016
11.	KLHK10	Stasiun Pemantauan Bendung Gerak Babat	-7.04107	112.21772	Sungai	2016
12.	KLHK11	Stasiun Pemantauan Toba Marom	2.40516	99.07741	Danau	2016
13.	KLHK12	Stasiun Pemantauan Toba Ajibata	2.65932	98.93245	Danau	2017
14.	KLHK13	Stasiun Pemantauan Bendung Inalum	2.48798	99.20923	Sungai	2017
15.	KLHK14	Stasiun Pemantauan Bendung Gerak Jabung	-5.45596	105.65651	Sungai	2017
16.	KLHK15	Stasiun Pemantauan Bendung Dayeuh Kolot	-6.98469	107.61640	Sungai	2017

17.	KLHK16	Stasiun Pemantauan Agroguruh	-5.19901	105.17934	Sungai	2017
18.	BPPT1	IPAL BPPT DL OSS	-6.18511	106.82147	IPAL	2014
19.	BPPT2	IPAL BPPT DL GSM	-6.18511	106.82147	IPAL	2014
20.	GEOS1	IPAL Geostek DL OSS	-6.35815	106.67168	IPAL	2014
21.	GEOS2	IPAL Geostek DL GSM	-6.35815	106.67168	IPAL	2014
22.	GEOS3	Stasiun Ujicoba Onimo OSS Versi 2.5	-6.35815	106.67168	IPAL	2018
23.	KKP1	Stasiun Mobile Kementerian KKP	mobile	mobile	Laut	2013
24.	KKP2	Stasiun Mobile Kementerian KKP	mobile	mobile	Laut	2013
25.	KKP3	Stasiun Mobile Kementerian KKP	mobile	mobile	Laut	2013
26.	KKP4	Stasiun Mobile Kementerian KKP	mobile	mobile	Laut	2013
27.	KKP5	Stasiun Mobile Kementerian KKP	mobile	mobile	Laut	2013
28.	KKP6	Stasiun Mobile Kementerian KKP	mobile	mobile	Laut	2013
29.	BLH1	Stasiun Sungai Pela (Muara Pela)	-0.23651	116.56737	Danau	2013
30.	BLH2	Stasiun Desa Semayang	-0.18796	116.45520	Danau	2013
31.	BLH3	Stasiun Desa Melintang	-0.28167	116.40963	Danau	2013
32.	BLH4	Stasiun Desa Enggelam	-0.24813	116.33500	Danau	2013
33.	CKPD	Stasiun AWLR Sungai Cikapundung	-6.88233	107.60633	Sungai	2011
34.	PDAM	Onlimo PDAM Imam Bonjol	-0.04130	109.35338	Sungai	2010
35.	MAN2	Stasiun Linggai	-0.25787	100.19340	Danau	2010
36.	MAN1	Stasiun Sungai Tampang	-0.30817	100.16538	Danau	2009
37.	BIN1	Stasiun Pelabuhan Navigasi Kijang	0.87083	104.61282	Pantai	2007
38.	BIN2	Stasiun KPLP Pertamina Tanjung Uban	1.06177	104.21783	Pantai	2008
39.	T1	Stasiun mobile luputan acara SIGI SCTV	mobile	mobile	Pantai	2008
40.	T2	Stasiun mobile luputan acara SIGI SCTV	mobile	mobile	Pantai	2008
41.	T3	Stasiun mobile luputan acara SIGI SCTV	mobile	mobile	Pantai	2008
42.	T4	Stasiun mobile luputan acara SIGI SCTV	mobile	mobile	Pantai	2008
43.	SB1	BPPT Kali Cideng	-6.18411	106.82225	Kali	2007
44.	SB2	Lantai 20 BPPT Gd II	-6.18450	106.82186	Kolam	2007

Untuk keberlanjutan penerapan teknologi online monitoring ini, sejak tahun 2016 KLHK telah mensosialisasikan teknologi pemantauan kualitas air secara online kepada dinas-dinas lingkungan hidup di seluruh Indonesia melalui beberapa pertemuan rapat kerja secara bertahap. Pada tahun 2017 dan 2018 KLHK juga telah menerbitkan peraturan pendukungnya agar dinas lingkungan hidup daerah dapat merencanakan dan melaksanakan kegiatan ini. Berikut ini adalah kedua peraturan pemerintah terkait pemantuan kualitas air secara online dan real time.

1. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2017 Tentang Petunjuk Operasional Penggunaan Dana Alokasi Khusus Fisik Penugasan Bidang Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, Petunjuk Teknis Penyediaan sistem pemantauan kualitas air secara kontinyu, otomatis, dan online. Peraturan ini direvisi setiap tahunnya.
2. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.93/MENLHK/SETJEN/KUM.1/8/2018 Tentang Pemantauan Kualitas Air Limbah Secara Terus Menerus Dan Dalam Jaringan Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan.

MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN
REPUBLIK INDONESIA

PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN
REPUBLIK INDONESIA
NOMOR P.68/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2017
TENTANG
PETUNJUK OPERASIONAL PENGGUNAAN DANA ALOKASI KHUSUS FISIK
PENUGASAN BIDANG LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN REPUBLIK INDONESIA,

Menimbang : a. bahwa untuk melaksanakan ketentuan Pasal 59 ayat (1) Peraturan Pemerintah Nomor 55 Tahun 2005 tentang Dana Perimbangan, Menteri Teknis memiliki kewenangan menyusun Petunjuk Teknis Penggunaan Dana Alokasi Khusus;

b. bahwa dengan adanya perubahan arah kebijakan Dana Alokasi Khusus Bidang Lingkungan Hidup dan Kehutanan menjadi bagian dalam Dana Alokasi Khusus Fisik Penugasan Bidang Lingkungan Hidup dan Kehutanan, perlu menetapkan petunjuk operasional penggunaan Dana Alokasi Khusus Fisik Penugasan Bidang Lingkungan Hidup dan Kehutanan;

c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan tentang Petunjuk Operasional Penggunaan Dana Alokasi Khusus Fisik Penugasan Bidang Lingkungan Hidup dan Kehutanan;

MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN
REPUBLIK INDONESIA

PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN
REPUBLIK INDONESIA
NOMOR P.93/MENLHK/SETJEN/KUM.1/8/2018
TENTANG
PEMANTAUAN KUALITAS AIR LIMBAH SECARA TERUS MENERUS DAN
DALAM JARINGAN BAGI USAHA DAN/ATAU KEGIATAN

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN REPUBLIK INDONESIA,

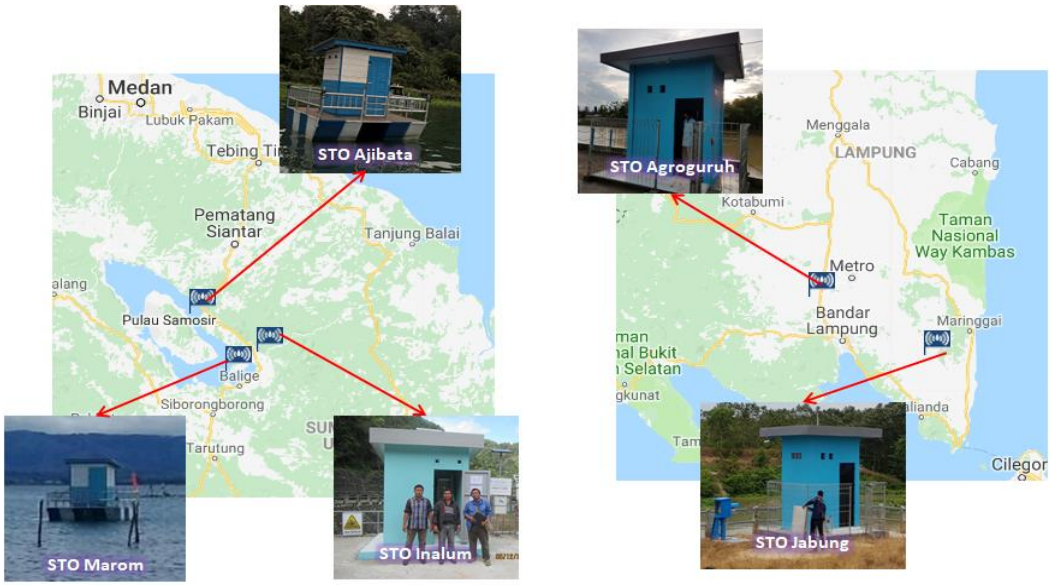
Menimbang : a. bahwa untuk melaksanakan ketentuan Pasal 68 Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, setiap orang yang melakukan usaha dan/atau kegiatan berkewajiban memberikan informasi yang terkait dengan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup secara benar, akurat, terbuka dan tepat waktu serta mentaati ketentuan mengenai baku mutu lingkungan hidup dan/atau baku kerusakan lingkungan hidup;

b. bahwa untuk memperoleh informasi yang terkait dengan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup secara benar, akurat, terbuka dan tepat waktu serta ketaatan mengenai baku mutu lingkungan hidup dan/atau baku kerusakan lingkungan hidup, perlu dilakukan pemantauan kualitas air limbah secara terus menerus dan dalam jaringan bagi usaha dan/atau kegiatan;

Gambar 15. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Terkait Pemantauan Kualitas Air Secara Online dan Dalam Jaringan

Gambar berikut ini adalah stasiun pemantauan onlimo yang dibangun oleh KLHK sejak tahun 2015 sampai 2017 di 16 lokasi di Pulau Jawa dan Pulau Sumatera.

Gambar 16. Stasiun Onlimo KLHK di Pulau Jawa

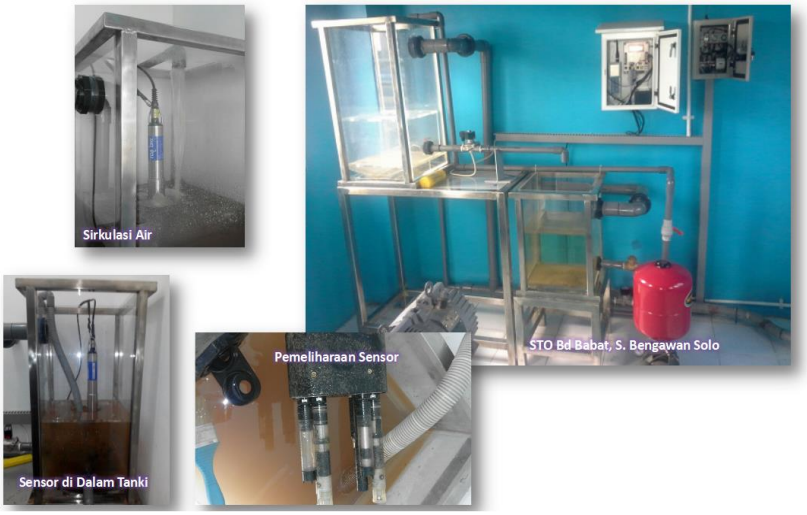


Gambar 17. Stasiun Onlimo KLHK di Pulau Sumatera

Untuk mendukung kegiatan pengendalian pencemaran kualitas air yang dilaksanakan oleh KLHK, kegiatan litbang sistem telemetri terus dilaksanakan dengan berbagai inovasi yang telah dihasilkan oleh Pusat Teknologi Lingkungan, diantaranya :

- Sistem sampling air menggunakan *direct immersed* dan sistem pompa otomatis.
- Sistem pemindah sensor otomatis untuk menjaga kebersihan sensor secara otomatis.
- Sistem pembersih sensor otomatis.
- Sistem smart data logger berbasis single board computer (SBC) / microprocessor.
- Sistem pompa air bertahap (cascade) menggunakan tenaga surya.
- Sistem penjaminan kualitas data pemantuan kualitas air, dan lain-lain.

Gambar di bawah ini adalah sistem sampling air sungai otomatis menggunakan sistem pompa yang dikembangkan dan sudah diterapkan pada stasiun Onlimo di 17 Lokasi di Indonesia. Sistem pompa ini dikembangkan untuk memudahkan pemeliharaan perangkat sensor yang dapat bekerja secara otomatis setiap jam sekali selama 10 menit dengan dikendalikan oleh panel kontrol dari data logger.



Gambar 18. Sistem Sampling Air Menggunakan Sistem Pompa Otomatis

Selain sistem sampling menggunakan sistem pompa, juga telah dikembangkan dan diterapkan sistem sampling air secara *direct immersed* dengan mencelupkan sensor langsung ke dalam air melalui pipa pelindung menggunakan pelampung yang dibuat khusus untuk membuat sensor tetap terapung beberapa centimeter di bawah permukaan air. Gambar berikut adalah sistem sampling *direct immersed* yang sudah diterapkan di stasiun Onlimo di 17 lokasi di Indonesia. Sistem sampling seperti ini perlu dipasang pada dinding bangunan sipil yang ada di pinggir sungai.

Gambar 19. Sistem Sampling Air *Direct Immersed*

Untuk memelihara kebersihan sensor dari kotoran yang menempel ke badan sensor dan ke probe sensor, telah dikembangkan prototipe sistem pemindah sensor secara otomatis seperti gambar di bawah ini. Sensor akan dipindahkan ke dalam tangki air bersih dan tangki air sungai bergantian secara otomatis dengan dikendalikan oleh perangkat data logger. Sistem ini sudah didaftarkan hak ciptanya dalam bentuk paten sederhana.

Gambar 20. Sistem Pemindah Sensor Otomatis Untuk Pemeliharaan Sensor

Kegiatan penelitian dan pengembangan sistem onlimo juga bekerjasama dengan beberapa perusahaan dari Jepang, yaitu Tanahashi Denki Corp., Horiba Co. Ltd, dan AMC Co. Ltd. untuk mengembangkan sistem pembersih sensor kualitas yang disesusaikan dengan kondisi alam sungai di Indonesia. Kerjasama ini telah dilaksanakan sejak tahun 2017 dan telah menghasilkan sebuah prototipe alat pembersih sensor secara otomatis yang bekerja terintegrasi dengan perangkat smart data logger. Kegiatan penelitian dan ujicoba prototipe peralatan dilaksanakan di Stasiun Onlimo Manggarai dan di Kota Osaka Jepang.

Gambar 21. *Joint Research* Sistem Pembersih Sensor Otomatis Dengan Negara Jepang

Selain melaksanakan inovasi sistem pemeliharaan sensor, kegiatan litbang terkait onlimo juga melaksanakan inovasi untuk mengatasi kesulitan-kesulitan yang dialami pada saat pemasangan stasiun Onlimo. Di beberapa daerah sulit untuk mendapatkan lokasi pembangunan stasiun Onlimo yang aman dan memudahkan proses instalasi dan operasional serta pemeliharaan peralatan. Selain membutuhkan biaya yang tidak sedikit, penggunaan banguna pelindung sipil beton sangat sulit dilaksanakan di daerah terpencil di pinggir sungai. Oleh karena itu tim Onlimo telah mengembangkan Stasiun Onlimo dalam satu lemari panel yang mudah untuk dipindahkan saat mobilisasi.

Gambar 22. Sistem Lemari Panel Stasiun Onlimo Untuk Daerah Terpencil

Perkembangan teknologi seluler yang menggunakan microprocessor berbasis Arm Processor juga diadopsi oleh produk Onlimo. Sejak tahun 2016 tim Onlimo BPPT, telah mengembangkan perangkat smart data logger menggunakan teknologi yang berbeda dengan sebelumya, yaitu berbasis single board computer (SBC) dengan processor Arm untuk pemantauan kualitas air. Dengan menggunakan SBC berbasis teknologi Arm processor ini, maka onlimo dapat dikembangkan dengan biaya yang murah dan cepat dalam proses perakitannya. Berikut ini adalah beberapa model data logger Onlimo berbasis SBC yang telah dikembangkan.

Gambar 23. Beberapa Versi Smart Data Logger Onlimo Berbasis SBC

Permasalahan lain yang ada di lapangan adalah ketika di lokasi tidak ada sumber listrik PLN dan harus menerapkan sistem sampling dengan pompa, maka sumber energi yang dapat diandalkan hanyalah tenaga surya. Untuk memecahkan masalah tersebut telah dikembangkan sistem pompa bertingkat menggunakan tenaga surya. Pompa yang digunakan adalah pompa DC 24V yang dipasang secara paralel bertingkat untuk memopa air dari sungai sampai ke di atas ke dalam tangki penampung air. Gambar berikut ini adalah prototipe tipe sistem pompa tenaga surya yang sudah dikembangkan oleh Tim Onlimo PTL.

Gambar 24. Sistem Sampling Dengan Pompa Tenaga Surya

Selain kegiatan rancang bangun sistem hardware telemetri Onlimo, kegiatan riset juga dilakukan terhadap perangkat lunak yang mendukung kinerja sistem Onlimo. Selain pengembangan database dan aplikasi web Onlimo yang sudah dijelaskan di atas, telah dikembangkan pula algoritma penjaminan kualitas data pemantuan kualitas air. Data yang dihasillkan oleh sensor selain data riil juga dihasilkan data sampah yang tidak terpakai. Data ini biasa disebut sebagai data anomali karena dihasilkan akibat sensor menerima gangguan secara fisik atau elektrik pada saat dioperasikan. Algoritma yang dikembangkan berfungsi mengembalikan data anomali tersebut ke dalam susunan data yang sebenarnya.

Data Anomali

IDStasiun	Tanggal	Jam	Suhu	DHL	TDS	Salinitas	DO	PH	Turbidity	Kedalaman	SwSG	Nitrat	Ammonia	ORP
KLHK1	2016-12-01	00:00:00	24	25.4	0.2	0.1	4.01	7.64	113.5		0	99	14.04	10
KLHK1	2016-12-01	01:00:00	-6	-1	200000	-5	-8	-9.9	5000		-5	99999	-55	100082.72
KLHK1	2016-12-01	02:00:00	-10	25.4	0.2	0.1	4.25	7.68	81.1		0	99999	14.7	100077.72
KLHK1	2016-12-01	03:00:00	27.7	25.5	0.2	0.1	3.94	-9	74.3		0	99999	14.09	100092.72
KLHK1	2016-12-01	04:00:00	27.7	25.4	0.2	0.1	4.27	7.68	62.8		0	99999	13.89	100058.72

Data Setelah Filter

IDStasiun	Tanggal	Jam	Suhu	DHL	TDS	Salinitas	DO	PH	Turbidity	Kedalaman	SwSG	Nitrat	Ammonia	ORP
KLHK1	2016-12-01	00:00:00	24	25.4	0.2	0.1	4.01	7.64	113.5		0	99	14.04	10
KLHK1	2016-12-01	01:00:00	**24**	**25.4**	**0.2**	**0.1**	**4.01**	**7.64**	**113.5**		**0**	**99**	**14.04**	**10**
KLHK1	2016-12-01	02:00:00	**24**	25.4	0.2	0.1	4.25	7.68	81.1		0	**99**	14.7	**10**
KLHK1	2016-12-01	03:00:00	27.7	25.5	0.2	0.1	3.94	**7.68**	74.3		0	**99**	14.09	**10**
KLHK1	2016-12-01	04:00:00	27.7	25.4	0.2	0.1	4.27	7.68	62.8		0	**99**	13.89	**10**

1. Tabel Rekapitulasi Data Pemantuan Bulan August 2017 (712 record)

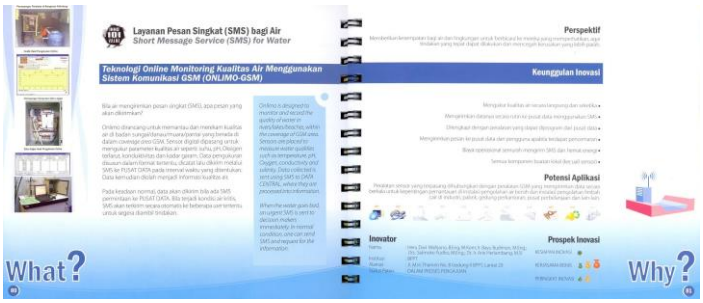
Nilai	Suhu [oC]	TDS [mg/l]	DHL [us/cm]	DO [mg/l]	pH	Turbidity [ntu]	Amonia [mg/l]	Nitrat [mg/l]	COD [mg/l]
Baku Mutu	38.00	1,000.00	1,000.00	4.00	6.00 - 9.00	5.00	5.00	10.00	25.00
Minimum	20.00	0.00	9.40	3.57	6.86	0.50	0.00	0.00	0.00
Maksimum	23.70	200.00	36.00	6.45	7.41	49.60	2.57	3.00	0.00
Rata-Rata	21.32	103.23	19.97	5.22	7.12	14.38	0.02	0.01	0.00

2. Analisa Nilai Storet

Nilai	Suhu [oC]	TDS [mg/l]	DHL [us/cm]	DO [mg/l]	pH	Turbidity [ntu]	Amonia [mg/l]	Nitrat [mg/l]	COD [mg/l]
Minimum	0	0	0	-2	0	0	0	0	0
Maximum	0	0	0	0	0	-1	0	0	0
Rata-rata	0	0	0	0	0	-3	0	0	0
Total Storet	-6	Status Mutu	CEMAR RINGAN						

Gambar 25. Pengembangan Algoritma Aplikasi Penjaminan Kualitas Data Pemantauan

Selain telah menghasilkan beberapa produk sistem hardware dan perangkat software teknologi pengendalian pencemaran kualitas air, tim Onlimo BPPT juga telah mendapatkan penghargaan atas produk Onlimo yang masuk dalam "101 Inovasi Teknologi Paling Prospektif 2009" di Indonesia dari Menteri Riset dan Teknologi.



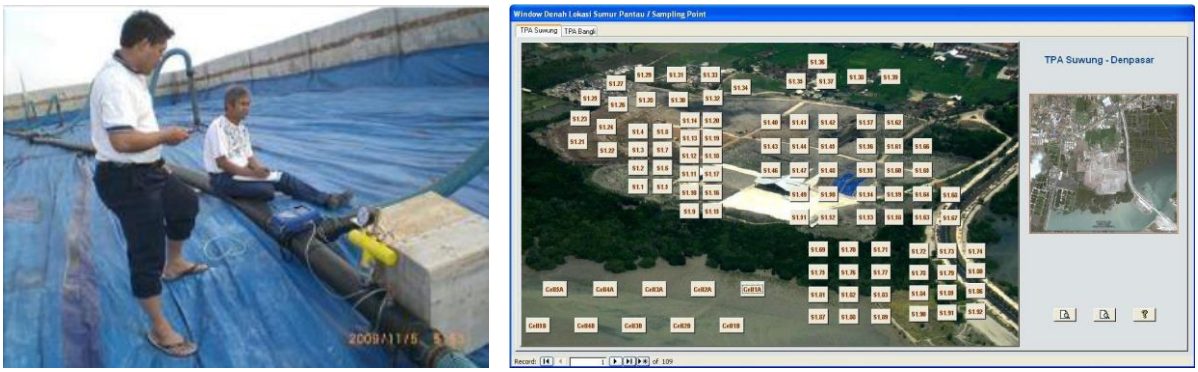
Gambar 27. Sertifikat Penghargaan Onlimo 2009

6. Pengembangan Sistem Pemantauan Gas Metan

Tantangan pengembangan system pemantuan kualitas lingkungan tidak berhenti pada pengembangan system pemantauan kualitas air saja. Pada tahun 2009 tantangan kembali muncul untuk mengembangkan system pemantuan gas metan baik untuk keperluan monitoring produksi metan di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah maupun untuk monitoring pengaruh metan pada efek gas rumah kaca di sekitar wilayah TPA. Penelitian terkait pengolahan sampah di Indonesia membutuhkan dukungan teknologi komputer dan system informasi untuk membantu para peneliti di bidang persampahan dalam mengelola gas metan yang dihasilkan oleh timbulan sampah yang berpotensi sebagai bahan bakar energy terbarukan.

Gas metan yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk menggerak-kan motor turbin pembangkit listrik. Jumlah konsentrasi komposisi gas metan dan gas oksigen yang diperlukan sebagai bahan bakar untuk menggerakkan motor turbin harus konsisten agar produksi listrik yang dihasilkan juga bisa stabil. Oleh karena itu konsentrasi produksi gas metan dan gas oksigen dari timbulan sampah perlu dikelola sedemikian rupa sehingga mudah dipantau oleh petugas di lapangan. Sistem monitoring gas metan diinstalasikan pada beberapa titik pemantauan gas metan. Dengan menggunakan gas analyser GA2000 konsentrasi gas metan, oksigen dan parameter lainnya dapat dipantau secara realtime setiap jamnya. Data disimpan dalam memory yang mampu menyimpan 2000 record data. Untuk kepentingan penelitian data di dalam memory dapat diunduh menggunakan aplikasi yang sudah dikembangkan.

Ujicoba di lapangan sistem pemantauan gas metan ini dilakukan melalui kerjasama penelitian penerapan teknologi pengolahan sampah antara pemerintah daerah Bali di lokasi TPA Suwung dan TPA Bangli pada tahun 2009. Salah satu kegiatan penelitian yang dilakukan adalah memantau gas metan pada *landfill* gas system cell. Di lokasi penelitian ini diinstalasikan system sampling gas untuk memantau gas metan yang dihasilkan dari setiap sumur pantau gas yang telah disiapkan. Penelitian ini bertujuan mengetahui produksi gas metan yang dihasilkan oleh landfill. Konsentrasi gas metan dan lainnya perlu diketahui untuk menentukan tindakan yang harus dilakukan pada sistem landfill. Gambar berikut ini adalah kegiatan pemantauan gas metan di TPA dengan menggunakan aplikasi *landfill gas analyser manager* yang dikembangkan untuk mendukung penelitian tersebut.

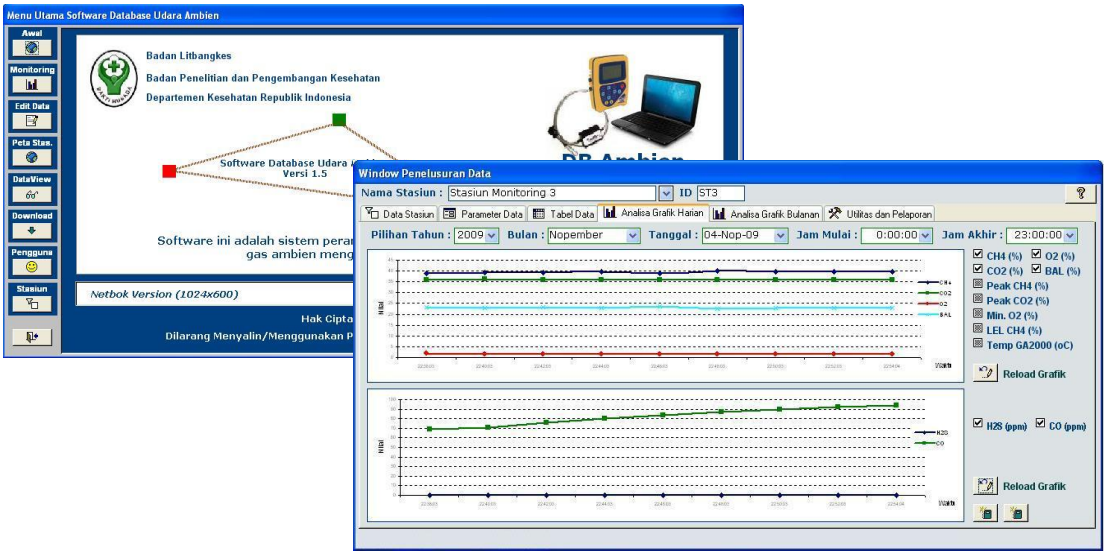


Gambar 28. Sistem Pemantauan Gas Metan dan Gas Rumah Kaca di TPA

Pada tahun 2010 telah dilaksanakan kerjasama dengan Dinas Kesehatan DKI Jakarta dalam penerapan teknologi pemantauan gas metan untuk pengembangan 3 unit stasiun bumi gas rumah kaca di dua lokasi di sekitar TPA. Kegiatan ini bertujuan untuk meneliti efek gas rumah kaca (GRK) di sekitar TPA terhadap kesehatan masyarakat yang tinggal di wilayah dekat timbunan sampah. Gambar berikut ini adalah foto salah satu stasiun bumi GRK yang sudah dikembangkan dan kegiatan pelatihan tentang pengoperasian dan perawatan sistem peralatan pemantau gas metan kepada beberapa orang peneliti dari Dinas Kesehatan Provinsi DKI Jakarta.

Gambar 29. Sistem Pemantauan Gas Metan Untuk Gas Rumah Kaca

Konsentrasi gas metan di udara ambien yang telampau tinggi dapat menyebabkan ketidaknyamanan bagi masyarakat yang tinggal di daerah tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitiannya agar dapat segera dapat diambil tindakan pencegahan untuk mengurangi resiko terhadap bencana bagi masyarkat. Data yang dihasilkan dari stasiun bumi gas rumah kaca dianalisi menggunakan aplikasi database yang sudah dikembangkan seperti gambar di bawah ini.



Gambar 30. Software Pengelolaan Data GRK Untuk Udara Ambien

7. Pengembangan Sistem Informasi B3 dan POPs

Kerjasama dengan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tidak hanya pada masalah pengendalian pencemaran air, namun juga masalah tentang Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) dan Persisten Organic Pollutans (POPs). Kegiatan pengembangan Sistem Informasi B3 dan POPs diawali dengan mempelajari isi dari Nasional Implementation Plan (NIP) yang telah disusun oleh KLHK sebagai tindak lanjut konvensi Stokholm terkait POPs dan B3. Di dokumen NIP disebutkan pentingnya menyusun sebuah sistem informasi sebagai portal informasi antara pemerintah penghasil regulasi dan industri dan masyarakat sebagai pengguna dan penerima dampak penggunaan B3 dan POPs.

Kegiatannya pengembangan dimulai dengan melakukan studi literatur melalui pencarian informasi di internet, dan diperoleh informasi bahwa banyak negara di Eropa sudah mengembangkan sistem informasi terkait POPs. Sedangkan di Asia Tenggara baru dilakukan oleh Singapura, yang isinya masih sangat minim berupa teknik analisis dan sampling. Di Selandia Baru dan Australia telah dikembangkan sistem informasi POPs yang lebih banyak isinya, sehingga berguna bagi masyarakat dan industri di sana.

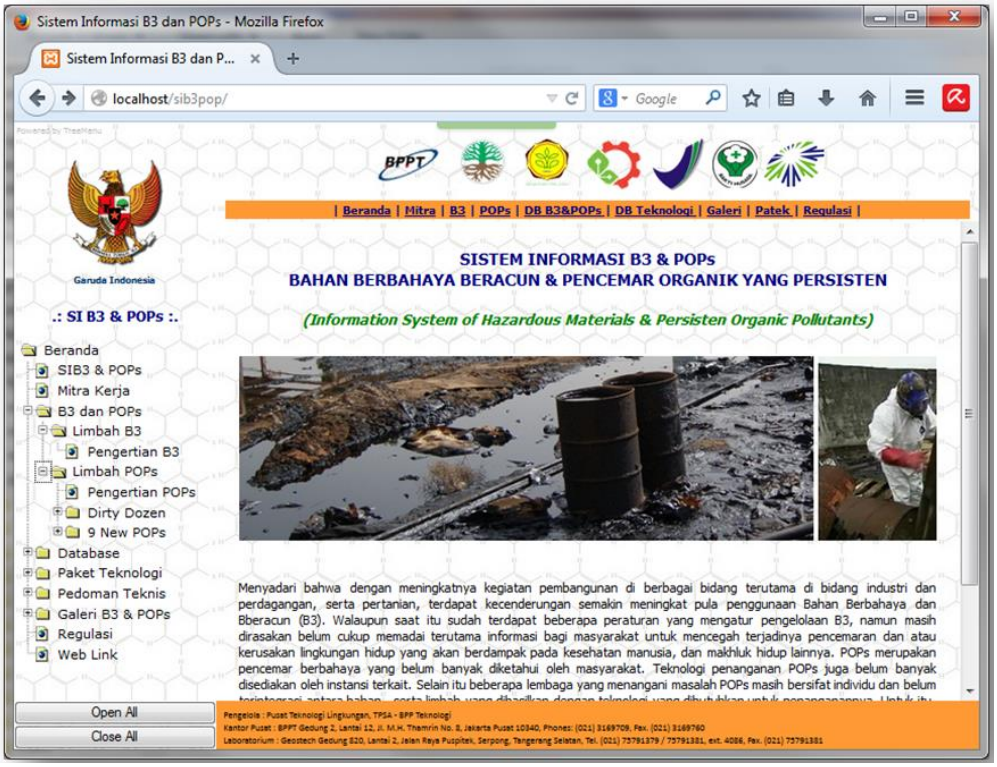
Kegiatan pengembangan sistem informasi POPs akhirnya dapat diinisiasi oleh PTL dengan pendanaan dari DIPA Tahun Angggaran 2012. Dengan pendanaan yang terbatas, maka pada tahun pertama ini disusun proposal perancangan Sistem Informasi POPs (SiPOPs), dengan mengedepankan misi edukasi yang terdapat dalam NIP yang telah disusun oleh KLHK. Sejalan dengan itu SIPOPs dikembangkan untuk kepentingan edukasi, penyebaran informasi, dan penyediaan teknologi penanganan POPs. Visi edukasi ke masyarakat disampaikan menggunakan bahasa populer.

Tujuan Sistem Informasi POPs itu sendiri adalah mengembangkan SIPOPs yang dapat memberikan infomasi mengenai teknologi penanganan POPs. Adapun sasaran dari kegiatan ini adalah :

- Mengembangkan konten SIPOPs sesuai dengan materi yang bersumber pada kegiatan POPs di BPPT, Kementerian LH, Deptan, dan lain-lain yang dapat diperoleh dan diolah untuk ditayangkan sebagai informasi POPs.
- Menyusun database teknologi lingkungan khususnya juga berisi teknologi penanganan POPs dan sejenisnya.
- Tersusunnya beberapa dokumen hypertext terkait konten informasi tentang B3 dan POPs.
- Terbentuknya perangkat lunak sistem informasi POPs dan database teknologi untuk penanganan POPs dan B3.

Kegiatan pengembangan SIPOP diharapkan dapat memberikan manfaat secara umum, yaitu : memberikan informasi mengenai POPs yang ada di Indonesia kepada seluruh lapisan masyarakat, memberikan pendidikan kepada masyarakat mengenai bahaya POPs dan pencegahannya, menjadi pusat informasi teknologi penanganan POPs di Indonesia, dan menjadi pusat pertukaran informasi di antara instansi pemerintah mengenai kegiatan penanganan POPs di Indonesia.

Kegiatan perancangan database dan sistem tampilan SiPOPs telah didanai oleh DIPA PTL pada Tahun anggaran 2012. Aplikasi web diberi nama SiPOPs. Atas dukungan dari pimpinan PTL, SiPOPs diperkenalkan ke unit kerja yang menanganai B3 di KLHK dan gayung pun bersambut SiPOPs menjadi cikal bakal kerjasama dengan Kementrian Lingkungan Hidup dalam membangun Sistem Informasi B3 dan POPs (SiB3POPs) yang didanai oleh KLHK pada tahun anggaran 2013.



Gambar 31. Cikal Bakal Aplikasi Web Sistem Informasi B3 & POPs

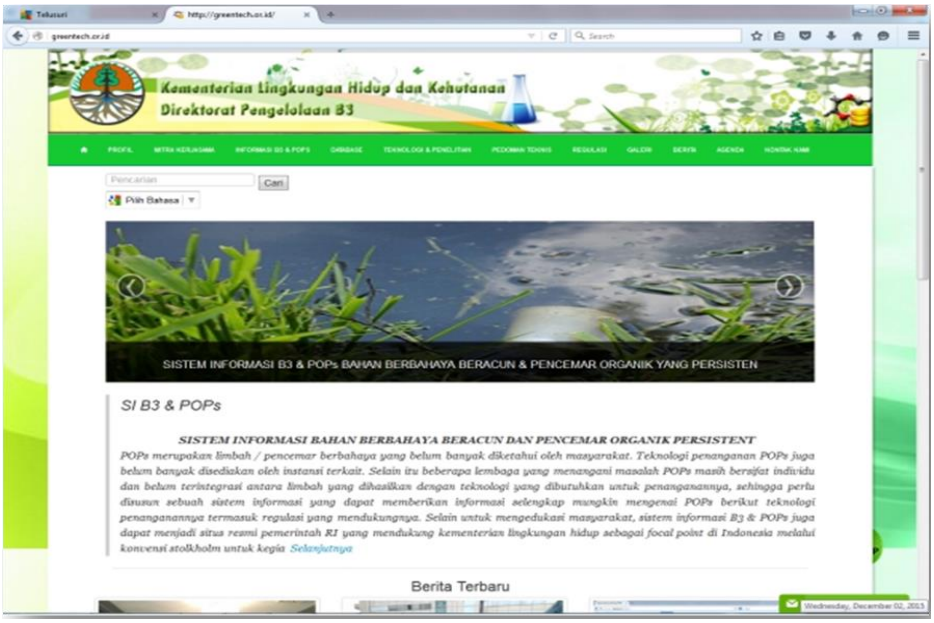
Langkah pertama kerjasama dengan KLHK dalam mengembangkan SIB3POPs adalah fokus memperbaiki aplikasi sesuai keinginan KLHK. Konten sistem informasinya disepakati juga harus bermuatan edukasi yang melibatkan beberapa instansi sebagai stakeholder (Kemenkes, Badan POM, UNIDO, KLHK, BPPT dan Beacukai). Masing-masing instansi diberikan tugas sesuai kompetensinya, KLHK memberikan konten terkait regulasi, Badan POM dan Kemenkes mengisi konten di bidang kesehatan, BPPT mengisi konten di bidang teknologinya dan Beacukai terkait konten prosedur ekspor impor. Masing - masing instansi juga menganggarkan pendanaanya sendiri untuk menyusun konten informasi yang sudah disepakati dan tetap berkoordinasi KLHK sebagai koordinator kegiatan untuk menshare konten informasi yang sudah disusun.

Gambar 32 Diskusi Tim B3 & POPs Dari Beberapa Stakeholder

Untuk melaksanakan komitmen yang telah ditetapkan di atas, pada tahun 2014 KLHK membuat *task force* untuk masing-masing instansi terkait pengembangan konten SiB3POPs ini. BPPT bertugas mengembangkan konten terkait teknologi penanganan POPs. Untuk membuat payung hukumnya, maka sejak tahun 2014 KLHK telah membuat Surat Keputusan (SK) task force SIB3POPs yang beranggotakan perwakilan dari masing-masing instansi yang ditunjuk. Anggaran yang diberikan oleh KLHK digunakan untuk rapat penyusunan konten informasi yang diselenggarakan secara rutin. Maka mulailah terisi konten SiB3POPs secara bertahap dan sampai tahun ini (2019) SiB3POPs masih tetap di*update* oleh KLHK.

Gambar 33. Tim Pengembang SIB3POPs di PTL

Gambar berikut ini adalah tampilah aplikasi web Sistem Informasi B3 dan POPs (SIB3POPs) yang dapat diakses dari alamat URL http://sib3pop.menlhk.go.id/. Aplikasi ini sampai saat ini masih berjalan dan digunakan sebagai portal informasi oleh kegiatan pengelolaan B3 dan POPs di Indonesia.



Gambar 34. Aplikasi Web Sistem Informasi B3 & POPs Yang Sudah Diterapkan

Puncak keberhasilan pengembangan SIB3POPs adalah ketika SIB3POPs mendapatkan penghargaan sebagai produk aplikasi inovatif yang mendukung dunia pendidikan yang diselenggarakan oleh Kementerian Ristek dan Dikti pada Tahun 2015. Penghargaan diberikan pada saat upacara memperingati hari Pendidikan Nasional 2 Mei 2015 di Kantor Kementerian Ristek Dikti di Jakarta.

Gambar 35. Menerima Penghargaan Pada Acara hari Pendidikan Nasional 2 Mei 2015

8. Pengembangan Sistem Informasi Tata Kelola B3

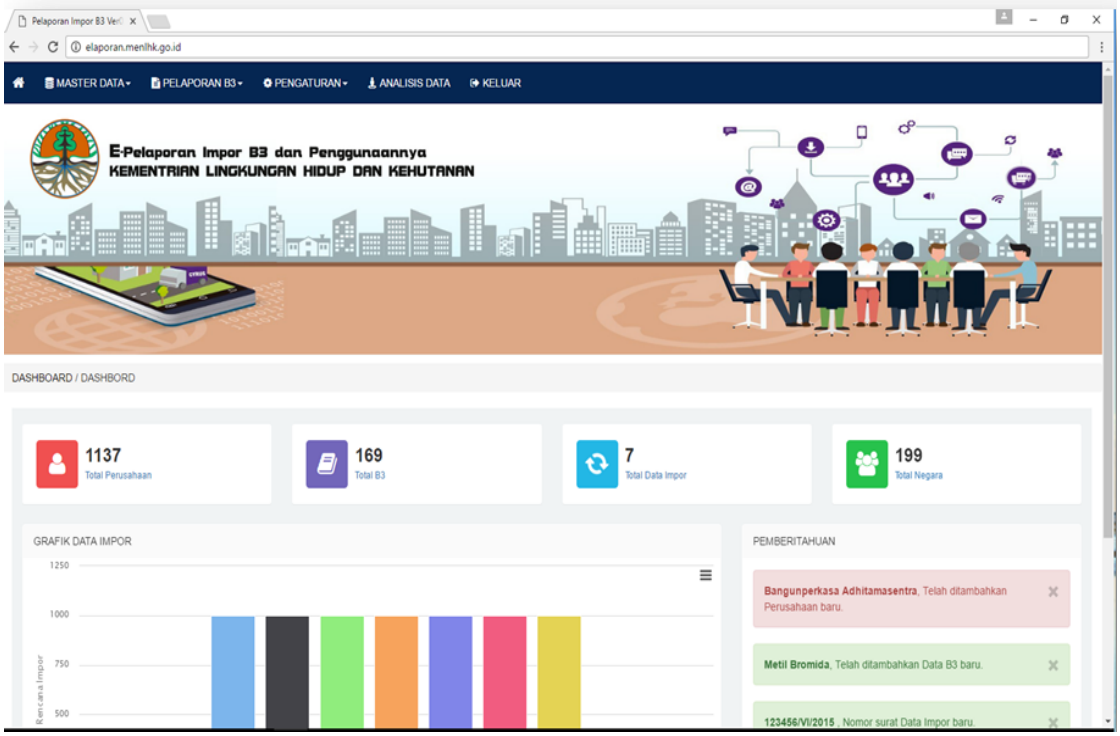
Pelaksanaan kegiatan pengembangan sistem informasi terkait B3 dan POPs bersama KLHK, masih berlanjut pada tahun-tahun berikutnya. Pada tahun 2016, PTL diminta bantuannya untuk mengembangkan sistem informasi tata kelola B3 yang mendukung kegiatan ekspor dan impor B3 yang dikoordinasikan oleh Unit B3 di KLHK. Selama ini industri yang menggunakan B3 sebagai bahan bakunya, melakukan import B3 melalui izin yang diberikan oleh KLHK. Izin ini berupa registrasi impor yang dilakukan secara manual dengan mengisi beberapa data dalam form isian yang dikeluarkanoleh KLHK. Di dalam realisasinya di lapangan, industri yang telah melakukan registrasi secara manual ini banyak melakukan impor yang jumlahnya tidak sesuai dengan kuota yang diberikan. Sehingga B3 yang beredar di Indonesia bisa lebih banyak dari kuota yang ada. Untuk mengendalikan hal ini, perlu dikembangkan sebuah sistem informasi yang dapat digunakan untuk melakukan registrasi secara elektronik dan mengembangkan data base yang dapat mengelola data-data registrasi impor B3 di Indonesia.

Ide awal, disampaikan oleh pakar B3 di KLHK, yaitu untuk membuat aplikasi yang dapat digunakan dalam memetakan jalur distribusi B3 berikut jumlahnya oleh para perusahaan distributor B3. Diperlukan surveyor pihak ketiga yang bertugas untuk mengklarifikasi data dengan bantuan peralatan GPS, kamera digital dan perangkat elektronbik lainnya. Sistem ini secara riil sangat sulit dilaksanakan karena selain tidak adanya SDM, kegiatan ini memiliki resiko yang tinggi, dimana untuk beberapa perusahaan kelas besar memiliki jaringan 'mafia' tersendiri untuk menyelundupkan dan menggunakan B3 secara bebas.

Setelah cukup lama kegiatan tersebut ditunda, akhirnya targetnya diperingan dan dengan adanya pergantian pimpinan di KLHK, target pengembangan aplikasi terkait pengelolaan B3 menjadi menjadi lebih mudah dengan mengubah proses registrasi B3 yang tadinya secara manual menjadi secara elektronik dan online, yaitu dengan mengembangkan

membuat sistem tata kelola B3 melalui pengembangan database impor dan registrasi B3. Pada tahun 2016 dilaksanakan kerjasama pengembangan sistem informasi dengan dua kegiatan, yaitu pengembangan aplikasi e-pelaporan impor B3 dan aplikasi arsip B3 secara elektronik.

Terdapat banyak kendala yang dihadapi dalam pelaksanaan diseminasi aplikasi e-pelaporan impor B3 kepada industri. Tahun 2016 dan 2017 menjadi masa transisi bagi perusahaan dalam melakukan registrasi impor B3. Mereka diwajibkan melaksanakan kegiatan registrasi secara manual sekaligus elektronik online. Beberapa pertemuan yang bertujuan memberikan pelatihan kepada industri juga telah dilaksanakan. Tim pengembang aplikasi BPPT beberapa kali memberikan pelatihan dan penjelasan terkait fitur aplikasi e-pelaporan yang sudah dikembangkan.



Gambar 36. Aplikasi E-Pelaporan Impor B3 Untuk Tata Kelola B3 Yang Lebih Baik

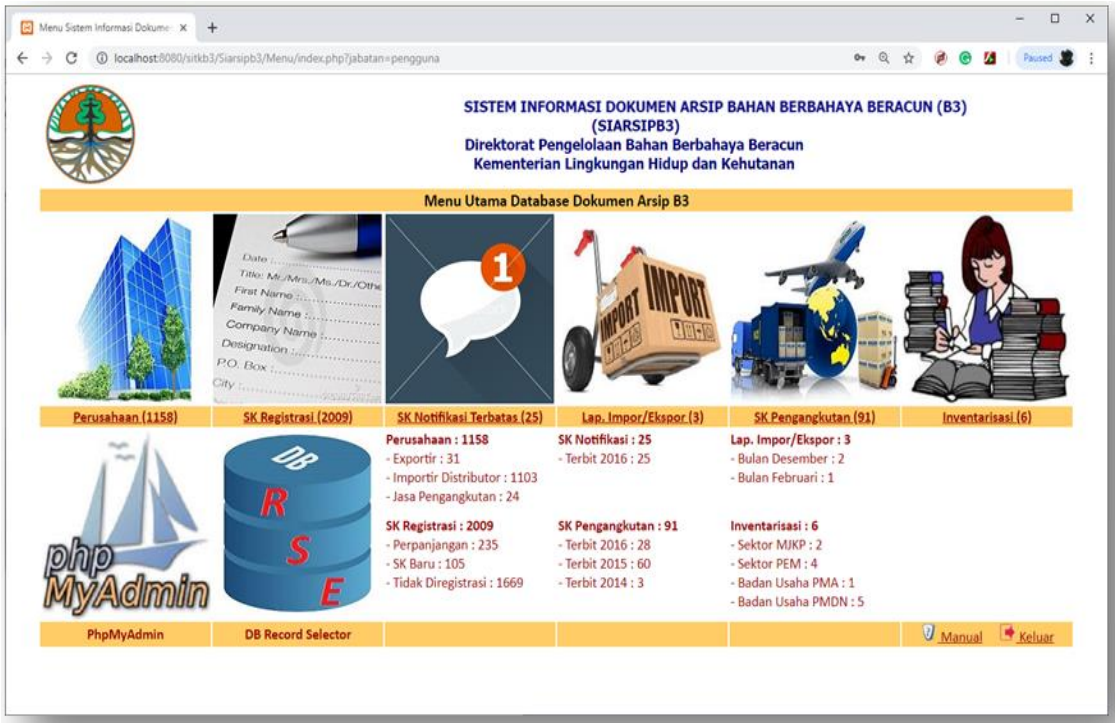
Beberapa kendala saat ujicoba aplikasi adalah pada saat dilakukan verifikasi data antara data registrasi manual dengan yang diinput secara online terjadi selisih jumlah impor. Kendala seperti ini bisa menjadi masalah bagi Industri yang bersangkutan dan bisa menjadi informasi penting bagi KLHK. Di dalam aplikasi dashboard sistem informasi pelaporan B3 akan diinformasikan selisih jumlah impor dalam font berwarna merah yang bisa dibaca oleh staf B3 di KLHK.

9. Pengembangan Sistem Informasi Arsip B3

Pada tahun 2016, dihasilkan juga aplikasi web sistem informasi arsip pelaporan B3 untuk mengelola dokumen arsip pengelolaan B3 yang semakin menumpuk di dalam ruangan arsip setiap hari. Aplikasi yang dikembangkan digunakan untuk mengelola data digital dokumen arsip dalam format PDF yang sudah discan dari dokumen aslinya. Dokumen aslinya

dikelola dengan menggunakan kaedah kearsipan sebagaimana mestinya. Jenis dokumen yang dikelola adalah dokumen data perusahaan, dokumen SK registrasi B3, SK notifikasi, SK pengangkutan, laporan impor/expor dan dokumen inventarisasi.

Pada tampilan aplikasi web SIARSIPB3 disediakan pula dashboard informasi rekapitulasi jumlah data arsip yang telah direkam di dalam sistem database berdasarkan beberapa kategori data. Informasi ini bermanfaat bagi unit pengelola ekspor impor B3 di Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) dalam melaksanakan tugas melayani masyarakat industri pengguna B3.



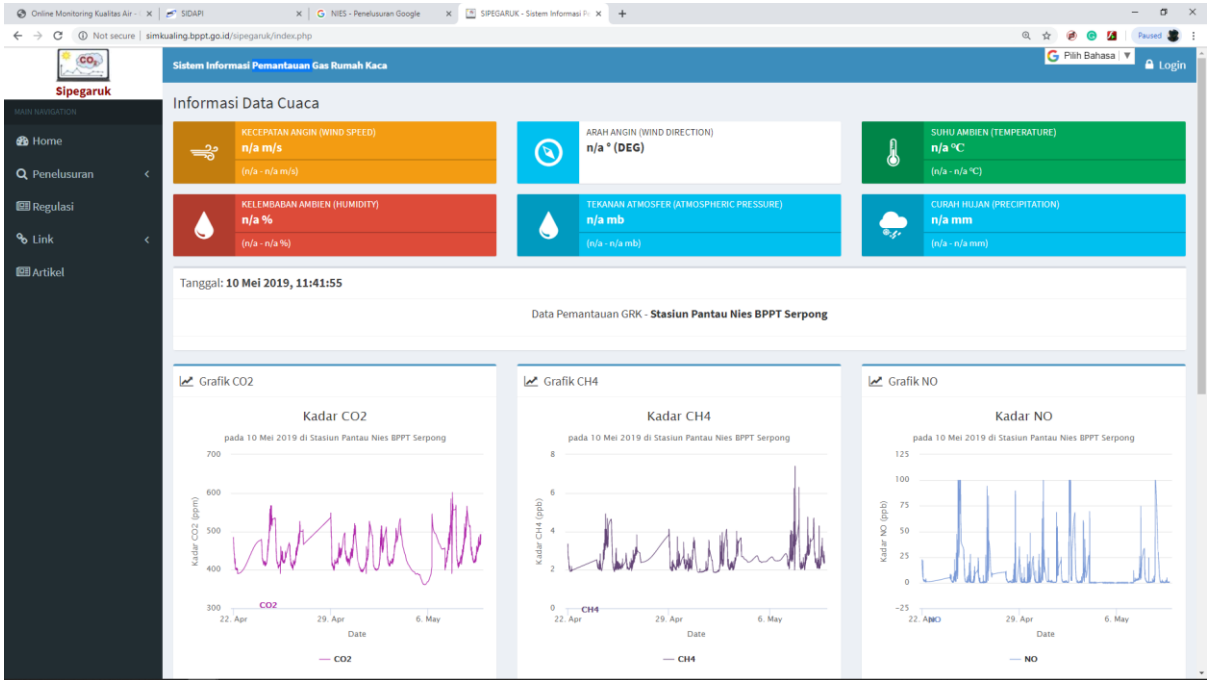
Gambar 37. Sistem Informasi Dokumen Arsip B3

10. Pengembangan Sistem Informasi Pemantauan Gas Rumah Kaca (SIPEGARUK)

Sejak tahun 2016, Pusat Teknologi Lingkungan dan National Institutional for Environmental Studies (NIES - Jepang) telah melakukan kerjasama (Joint Research) dalam kegiatan pemantauan gas rumah kaca (GRK) dan pencemaran udara di Indonesia. Kegiatan ini bertujuan untuk mengestimasi konsentrasi emisi dari kegiatan antropogenik di Jabodetabek. Dalam kegiatan ini, telah dikembangkan sistem pemantauan berbasis darat secara komprehensif sehingga lokasi pemantauan tersebar di daerah lainnya, yaitu Kota Serpong, Kota Bogor dan Puncak Bogor (Cibeureum). Sistem pemantauan gas rumah kaca dan pencemaran udara dilakukan secara online dan realtime untuk mengukur beberapa parameter, yang meliputi Karbondioksida (CO_2), Metana (CH_4), Ozone (O_3), Nitrogen Oksida (NO_x), Sulfur Dioksida (SO_2) serta kondisi meteorologi di sekitar lokasi pemantauan.

Data yang dihasilkan oleh peralatan telemetri GRK yang digunakan dalam penelitian ini sangatlah banyak. Data-data direkam setiap menitnya dan disimpan di dalam file excel. Setiap hari sistem telemetri menyimpan beberapa file sekaligus untuk mengelola data-data pemantauan GRK. Untuk mempermudah peneliti dalam menganalisa data GRK tersebut, maka pada tahun 2018 dilaksanakan kegiatan pengembangan aplikasi web SIPEGARUK.

SIPEGARUK adalah singkatan dari Sistem Informasi Pemantauan Gas Rumah Kaca (GRK) yang dapat digunakan untuk mengelola data pemantauan GRK sesuai dengan parameter pantau yang dihasilkan dari sistem peralatan telemetri Institute for Environmental Studies (NIES) dari beberapa stasiun pementauan GRK yang ada di beberapa lokasi di Indonesia. Selain memantau kualitas gas rumah kaca, sistem ini juga menghasilkan data pemantauan cuaca di sekitar lokasi pengamatan.

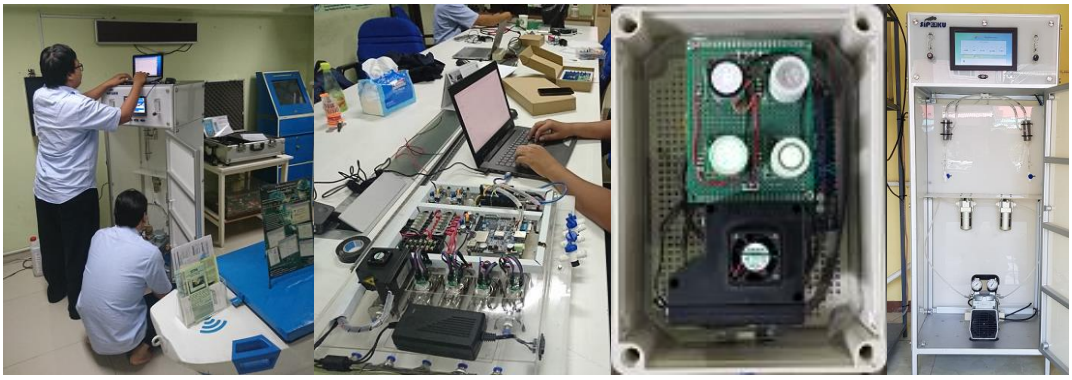


Gambar 38. Aplikasi Web Sistem Informasi Pemantauan Gas Rumah Kaca (SIPEGARUK)

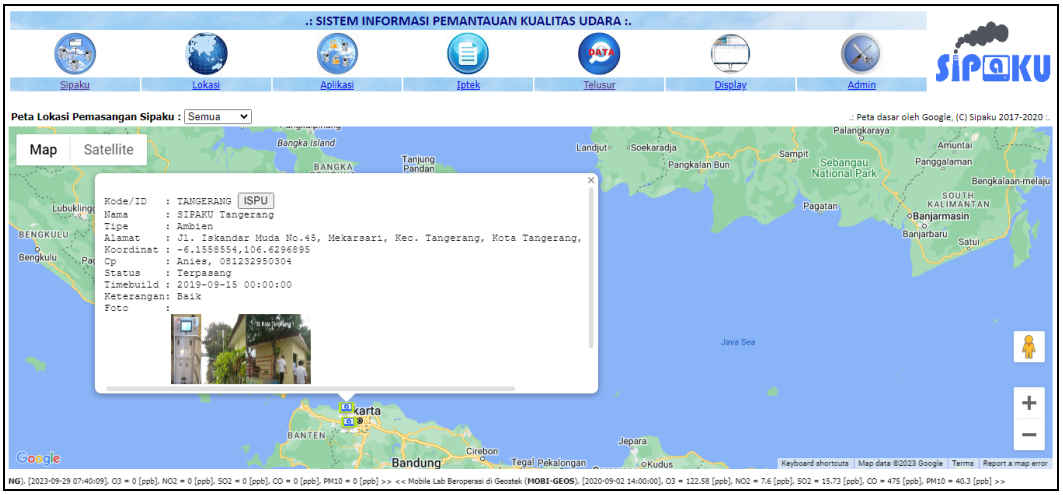
11. Pengembangan Sistem Pemantauan Kualitas Udara (SIPAKU)

Teknologi pemantauan kualitas udara seperti udara ambien, gas rumah kaca, maupun emisi cerobong biasanya dilakukan dengan menggunakan perangkat gas analyser. Teknologinya menggunakan konsep non dispersed infra red (NDIR) yang sangat mahal untuk dapat diaplikasikan pada sebuah gas analyser. Saat ini sudah ada juga teknologi yang lebih murah yang dikenal dengan teknologi low cost sensor (LCS). Sensor LCS ini dapat digunakan juga untuk membuat sistem pemantauan kualitas udara yang dapat mendukung kegiatan pemantauan udara. Harganya yang murah menyebabkan banyak digunakan oleh komunikasi pemerhati lingkungan untuk membantu pemerintah dalam memantau kualitas udara.

Tim peneliti pusat teknologi lingkungan sejak tahun 2015 telah melakukan penelitian dan pengembangan produk sistem pemantauan kualitas udara menggunakan teknologi sensor LCS. Beberapa prototipe produk telah dihasilkan baik untuk pemantauan udara ambien maupun gas rumah kaca. Selain itu juga telah dihasilkan panduan teknis penggunaan low cost sensor sebagai metode alternatif dan dalam penguatan pemantauan kualitas udara bekerjasama dengan mitra dari dalam dan luar negeri. Berikut ini adalah gambar-gambar kegiatan penelitian dan pengembangan sistem pemantauan kualitas udara yang telah dilaksanakan.



Gambar 39. Kegiatan Penelitian dan Pengembangan SIPAKU



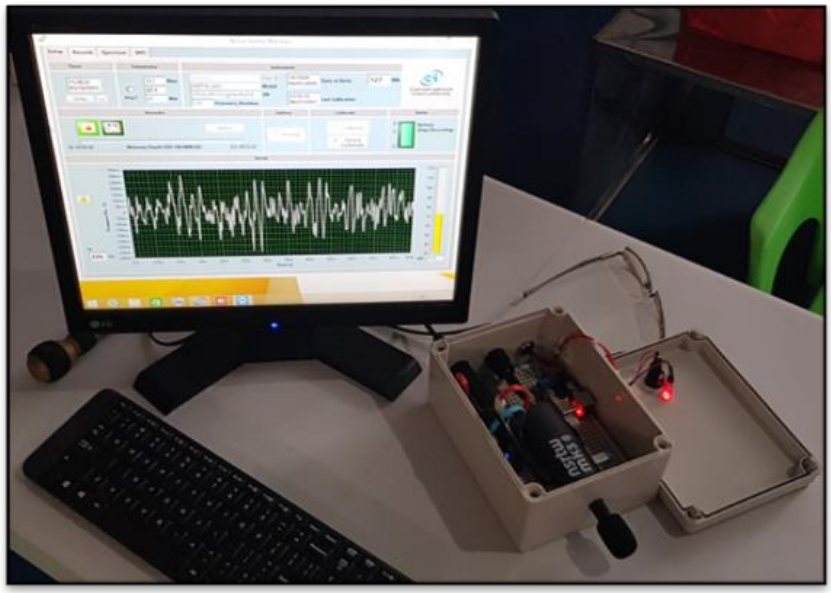
Gambar 40. Aplikasi Web Sistem Pemantauan Kualitas Udara (SIPAKU)

12. Pengembangan Sistem Informasi Pemantauan Kebisingan Lingkungan (SIPKL)

Kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu dan tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan (Kepmen LH No 48. tahun 1996). Pemerintah telah melaksanakan kegiatan pemantauan kebisingan lingkungan untuk menjaga kesehatan dan kenyamanan hidup manusia. Kegiatan pemantauan kualitas lingkungan dilakukan dengan menggunakan alat ukur kebisingan atau disebut *Sound Level Meter*. Alat ini merupakan sebuah alat ukur kebisingan yang menjadi salah satu instrumen dasar dalam pengukuran kebisingan di suatu area. Alat ukur kebisingan jenis ini berfungsi untuk memverifikasi seberapa banyak tingkat atau level dari sebuah suara yang ditimbulkan dari sumber suara atau yang telah berubah.

Untuk meningkatkan kinerja pemantauan kebisingan lingkungan, sejak tahun 2022 kelompok riset ini mengembangkan sistem online monitoring kebisingan lingkungan. Sistem ini menggunakan *sound level meter* yang diintegrasikan perangkat *data logger* dan sistem komunikasi data untuk melakukan kegiatan pengukuran kebisingan sesuai interval waktu tertentu dan mengirimkan datanya ke pusat data pemantauan. Dengan menerapkan teknologi ini tidak diperlukan lagi petugas operator di lapangan untuk mengukur kebisingan lingkungan. Selain itu dengan teknologi ini dapat diperoleh data pemantauan kebisingan

lingkungan selama 24 jam dan dapat langsung diamati dalam bentuk informasi data dan grafik pemantauan kebisingan. Berikut ini adalah prototipe sistem peralatan pemantauan kebisingan lingkungan dan aplikasi web yang digunakan untuk mengelola data pemantauan.



(a) Data Logger Onlimo Kebisingan

(b) Aplikasi Web SIPKL

(c) Sistem Telemetri Kebisingan →

Gambar 41. Sistem Pemantauan Kebisingan Lingkungan (SIPKL)

Sistem pemantauan kebisingan lingkungan ini mengukur 3 parameter kebisingan, yaitu: Tingkat kebisingan Eqivalen (LEQ) , minimum (Lmin), maximum (Lmax) [dB]. Pengukuran dilakukan dengan interval waktu 5 detik atau sesuai dengan kebutuhan penelitian.

Penutup

Kegiatan riset pengembangan teknologi informatika dan komputer terkait pengendalian pencemaran lingkungan perlu terus dilakukan untuk mendukung pemerintah dalam penyediaan teknologi yang dapat bermanfaat dalam menyelesaikan masalah pencemaran lingkungan. Penulis berharap produk-produk hasil riset dalam tulisan dapat membuka peluang usaha baru di bidang lingkungan dalam menyediakan produk hasil riset yang dapat dibuat oleh SDM lokal dan TKDN yang lebih tinggi, sehingga secara bertahap dapat mengurangi ketergantungan pada produk impor non TKDN.