

RANCANGAN PERANGKAT LUNAK SISTEM PROTEKSI PUBLIK PADA ZONA KEDARURATAN NUKLIR DI CALON TAPAK PLTN JAWA TENGAH

Sugiyanto*, Surip Widodo*, Andi Sofrany*, Jupiter S. Pane*, Muhammad Hendayun**

*) Pusat Teknologi Reaktor dan Keselamatan Nuklir-BATAN,
Kawasan PUSPIPTEK Gd. 80, Serpong, Tangerang Selatan, 15310, email : sugiyanto@batan.go.id

***) Pusat Teknologi Nuklir, Bahan dan Radiometri-BATAN,
Jl. Tamansari No.71 Bandung 40132 Jawa Barat

ABSTRAK

RANCANGAN PERANGKAT LUNAK SISTEM PROTEKSI PUBLIK PADA ZONA KEDARURATAN NUKLIR DI CALON TAPAK PLTN JAWA TENGAH. Untuk memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat, Pemerintah Indonesia telah mencanangkan penambahan energi dari berbagai jenis pembangkit listrik termasuk di dalamnya pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN). Pengoperasian PLTN mengandung risiko radiologis akibat lepasan radionuklida dari reaktor nuklir ke lingkungan sehingga harus dipikirkan sistem proteksi terhadap masyarakat. Dalam penelitian ini dibuat rancangan perangkat lunak sistem proteksi publik pada zona kedaruratan nuklir di calon tapak PLTN Jawa Tengah. Tujuannya adalah menyediakan sistem yang dapat digunakan oleh para pengambil keputusan dalam menentukan langkah-langkah proteksi publik pada zona kedaruratan bila terjadi kecelakaan nuklir. Metode yang digunakan adalah mengintegrasikan kondisi lingkungan dengan sebaran radionuklida dalam model sistem informasi geografis (SIG). Hasil yang diperoleh adalah rancangan sistem aplikasi yang dapat digunakan untuk proteksi publik dalam kondisi kedaruratan nuklir.

Kata Kunci: Sistem Proteksi Publik, Kedaruratan Nuklir, Lepasannya Radionuklida

ABSTRACT

DESIGN OF THE PUBLIC PROTECTION SYSTEM SOFTWARE ON THE NUCLEAR EMERGENCY ZONE AT A SITE OF CENTRAL JAVA. Due to increased energy demand, Indonesia Government has set up a plan to increase energy supply from different types of power plant including nuclear power plant. Considering that the operation of nuclear power plant could have some radiological impact due to radionuclide releases from the reactor to the environment, a protection system to the public should be established. In this research, therefore a software to protect the public on the nuclear emergency zone at a future site in Central Java has been designed. The purpose is that the software can be utilized by the decision maker to establish procedures of public protection on that emergency zone if a nuclear accident happen. The method used is by integrating environment condition with radionuclide dispersion in a geographic information system (GIS) model. The final result will be an application system that can be used for protecting the public in nuclear emergency condition.

Key Words: Public Protection System, Nuclear Emergency, Radionuclide Release

PENDAHULUAN

Untuk memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat, Pemerintah Indonesia telah mencanangkan penambahan energi dari berbagai jenis pembangkit listrik termasuk di dalamnya pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN). Pembangkitan energi menggunakan PLTN memiliki banyak keunggulan dibanding dengan pembangkit lain diantaranya kapasitas daya yang dihasilkan cukup besar sementara kebutuhan bahan bakar relatif kecil. Namun demikian, pada pengoperasian PLTN terdapat potensi dampak radiologis bagi masyarakat dan lingkungan di sekitar tapak akibat pelepasan radionuklida dari reaktor nuklir apabila kejadian kecelakaan. Berkaitan dengan hal tersebut berbagai penelitian

untuk mendukung pembangunan pembangkit listrik tenaga nuklir perlu dilakukan, termasuk kajian untuk penanganan kondisi darurat bila terjadi kecelakaan nuklir [1,2].

Pada penelitian ini dilakukan perancangan perangkat lunak sistem proteksi publik pada zona kedaruratan nuklir di calon tapak PLTN Jawa Tengah. Tujuannya adalah untuk menyediakan sistem yang dapat digunakan oleh para pengambil keputusan dalam menentukan langkah-langkah proteksi publik pada zona kedaruratan bila terjadi kecelakaan nuklir.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah mengintegrasikan kondisi lingkungan di wilayah sekitar tapak dengan sebaran radionuklida dari PLTN dalam model sistem

informasi geografis (SIG). Calon tapak PLTN dijadikan acuan adalah Ujung Lemahabang kabupaten Jepara provinsi Jawa Tengah. Dalam hal ini, wilayah studi mencakup daerah dalam radius 80 km dari calon tapak.

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan analisis terhadap kondisi pemanfaatan lahan dan populasi serta kondisi fisik wilayah sekitar tapak PLTN menggunakan analisis spasial statistika. Langkah ke dua melakukan analisis sebaran radionuklida menggunakan program PC-COSYMA[3,4]. Kemudian dibuat perangkat lunak untuk mensimulasikan suatu kondisi kecelakaan dan tindakan proteksi publik dengan cara meng-overly data sebaran radionuklida dengan data lingkungan dalam radius 80 km dari lokasi calon tapak Ujung Lemah Abang.

Hasil penelitian ini adalah sebuah sistem aplikasi berupa perangkat lunak yang dapat memberikan informasi kondisi lingkungan yang bakal terkena dampak dan tindakan proteksi publik yang harus diambil untuk mitigasi dampak radiologi. Dengan sistem aplikasi ini diharapkan para pengambil keputusan dalam kedaruratan nuklir dapat secara cepat menentukan tindakan yang tepat untuk proteksi publik yaitu berupa *sheltering*, evakuasi, atau relokasi sehingga masyarakat dapat terhindar dari penerimaan dosis radiasi yang melebihi batas yang diijinkan.

METODE PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah perangkat keras komputer personal (PC) dengan spesifikasi Pentium IV 3,0 GHz Memori 512 MB dan Hard Disk 120 GB. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan adalah Arc View 3.2[5,6], Map Window versi-4[7], dan Visual C# Express Edition 2008[8].

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Bahan peta digital daerah Jepara dan sekitarnya dalam radius 80 km dari calon tapak Ujung Lemah Abang.
- Bahan input program berupa PODES (Potensi Desa) dan kabupaten dalam angka untuk wilayah Kabupaten Jepara, Kudus, Demak, Rembang, Pati, Blora, Grobogan, Semarang, Kendal dan Kota Semarang.

Pengumpulan Data

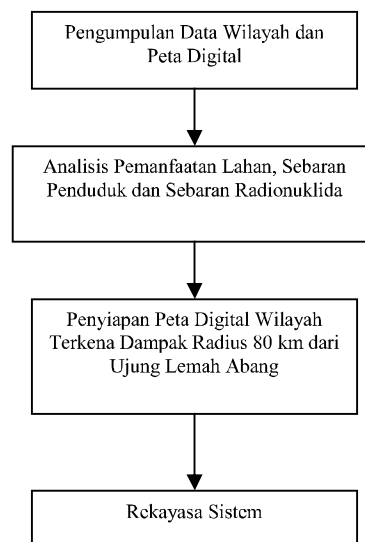
Data yang diperlukan adalah kabupaten dalam angka dan PODES untuk daerah dalam

radius 80 km dari calon tapak Ujung Lemah Abang yang meliputi 10 kabupaten/kota yaitu Kabupaten Jepara, Kudus, Demak, Rembang, Pati, Blora, Grobogan, Semarang, Kendal dan Kota Semarang. Disamping itu juga diperlukan peta digital untuk wilayah tersebut mengikuti format yang digunakan dalam program ArcView 3.2. Data sebaran radionuklida diperoleh dengan menjalankan program PC- COSYMA yaitu program komputer untuk perhitungan sebaran radionuklida dari reaktor dalam kondisi kecelakaan terpostulasikan[9].

Tata Kerja

1. Pengumpulan data pemanfaatan lahan dan penduduk radius 80 km sekitar Ujung Lemahabang yang diasumsikan sebagai penerima (*receptor*), data PLTN dan kuat sumber radiologi.
2. Analisis data pemanfaatan lahan dan sebaran penduduk serta sebarannya dengan menggunakan program Arc View 3.2.
3. Analisis pelepasan bahan radionuklida serta konsekuensinya secara individu menggunakan program PC COSYMA.
4. Perancangan program aplikasi proteksi publik untuk berbagai kondisi kecelakaan nuklir.

Skema tatakerja ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tata Kerja Penelitian

REKAYASA SISTEM

Rekayasa perangkat lunak sistem proteksi publik dalam zona kedaruratan nuklir di calon

tapak PLTN Jawa Tengah dilakukan dengan berbasis GIS (Sistem Informasi Geografis). Aplikasi pemrograman GIS dilakukan dengan Map Window versi-4 serta *interface* tampilan dalam Visual C# Express Edition 2008. Dengan bahasa pemrograman ini akan memudahkan pengguna untuk menjalankan aplikasi sistem. Sesuai dengan paradigma rekayasa perangkat lunak, tahap-tahap pengembangan sistem meliputi tahap analisis sistem, perancangan sistem, pemrograman, pengujian dan implementasi sistem[10].

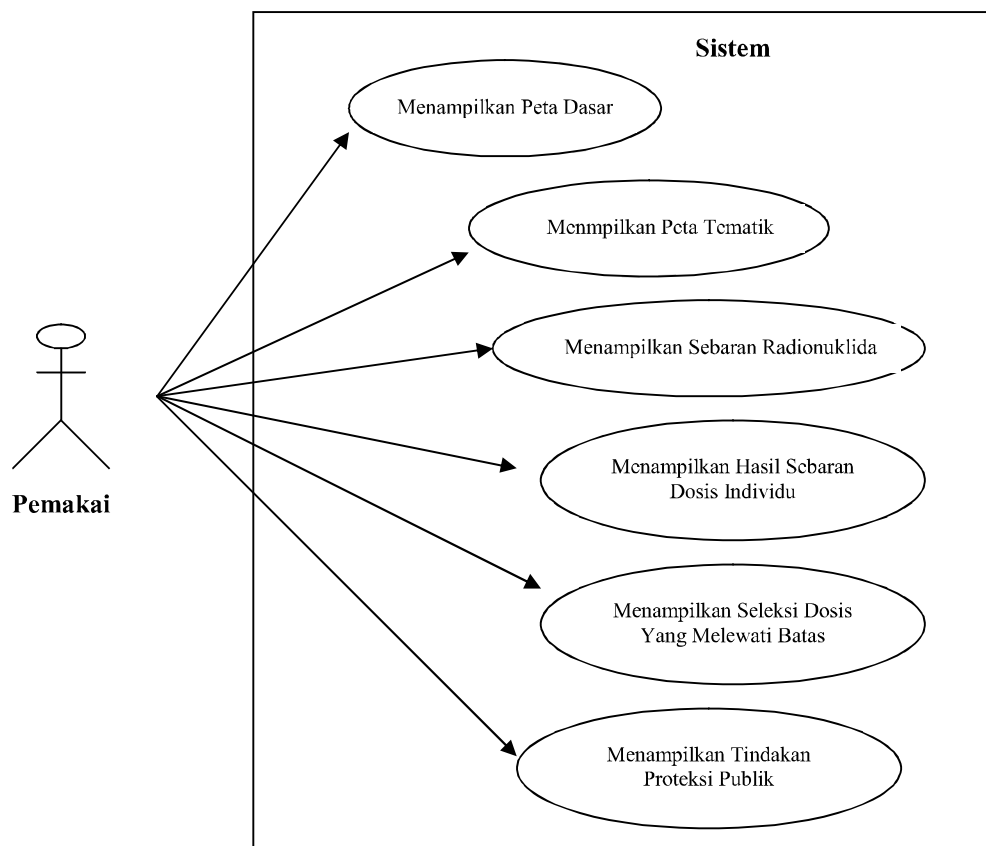
a. Analisis Sistem

Pada tahap analisis sistem, satu hal yang perlu diketahui adalah tentang kebutuhan pengguna. Kebutuhan pengguna untuk sistem ini adalah:

- menampilkan peta wilayah terkena dampak dalam radius 80 km dari calon tapak Ujung Lemah Abang Kabupaten Jepara.

- menampilkan sebaran penduduk dan pemanfaatan lahan pada wilayah tersebut yang berbasis desa /keluarahan.
- menampilkan hasil perhitungan sebaran radionuklida pada seluruh wilayah
- menampilkan hasil perhitungan sebaran dosis individu
- menampilkan hasil seleksi dosis yang melewati batas OIL (*Operational Intervention Level*)
- menampilkan lokasi-lokasi *sheltering*, evakuasi, dan relokasi.
- menetapkan tindakan proteksi publik yang tepat (*sheltering*, evakuasi, pemberian tablet yodium, relokasi).

Hasil analisis sistem digambarkan dalam bentuk diagram *uses case* seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram *Uses Case* Sistem Proteksi Publik pada Zona Kedaruratan Nuklir

b. Perancangan Sistem

Setelah mengumpulkan berbagai kebutuhan pengguna sistem, maka tahap selanjutnya adalah perancangan sistem yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pengguna, dimana pengguna dapat mudah mengakses sistem dan memperoleh informasi yang diperlukan dalam kondisi kedaruratan nuklir. Rancangan sistem dibuat dalam bentuk *class diagram* seperti terlihat pada Gambar 3.

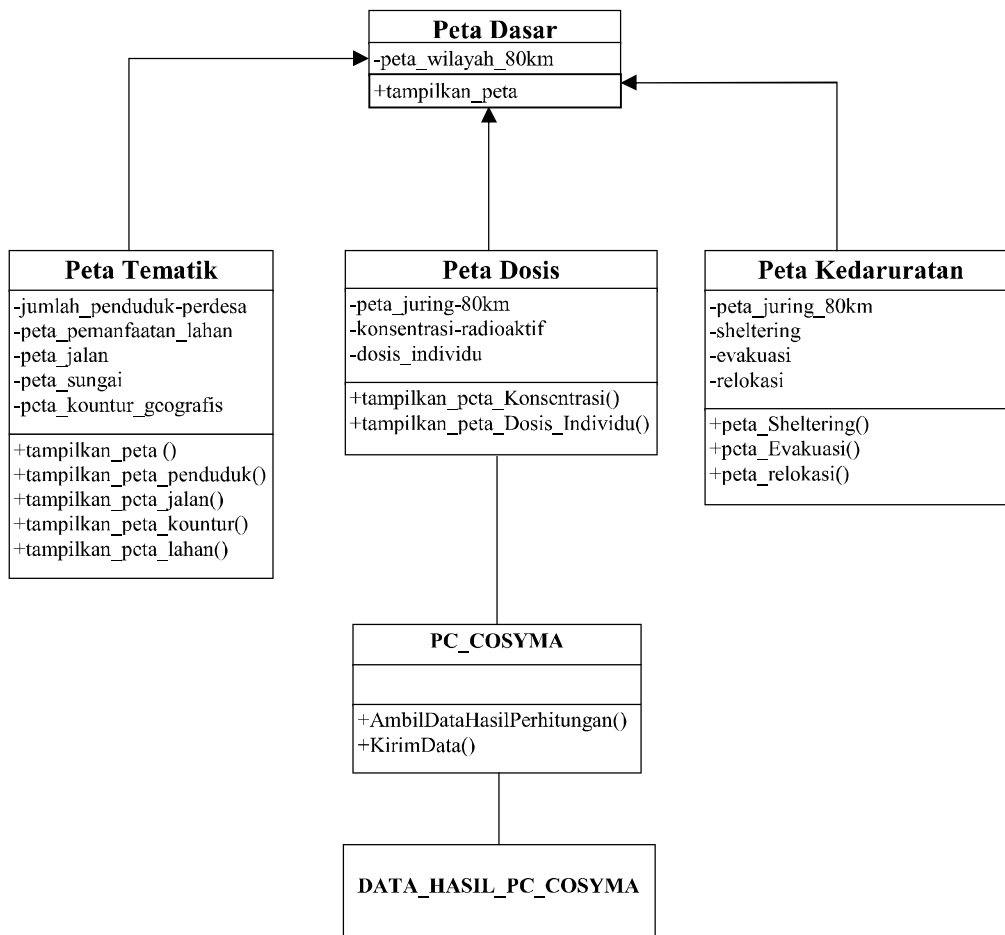
c. Pemrograman

Pada tahap ini merupakan realisasi hasil rancangan sistem ke dalam kode

program komputer. Dalam hal ini bahasa pemrograman yang digunakan adalah Visual C# Express Edition 2008. Pengolahan peta digital dilakukan menggunakan Map Window ver-4. Listing program yang telah dibuat dapat dilihat pada bagian Lampiran.

d. Implementasi Sistem

Sistem yang sudah dibangun siap diimplementasikan untuk aplikasi proteksi publik pada zona kedaruratan nuklir di calon tapak PLTN Jawa Tengah.



Gambar 3. *Class Diagram* Sistem Proteksi Publik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah program aplikasi yang disebut sebagai Sistem Proteksi Publik pada Zona Kedaruratan Nuklir

(SPPZKN) di calon tapak PLTN Jawa Tengah yang berbasis Sistem Informasi Geografis (GIS). Program tersebut dapat dijalankan pada platform sistem operasi Windows XP. Tampilan utama program berisi sejumlah menu seperti pada

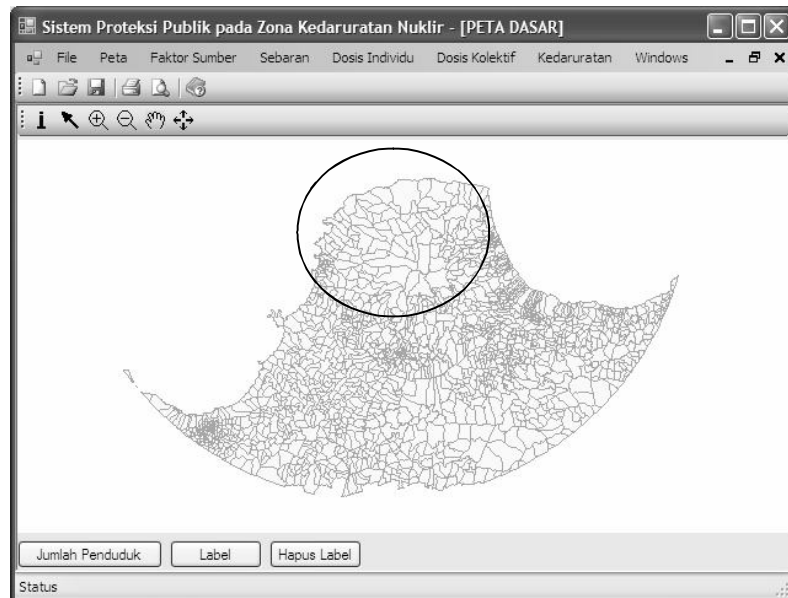
Gambar 4. Menu utama terdiri atas File, Peta, Faktor Sumber, Dosis Individu, Dosis Kolektif, Kedaruratan, Windows, dan Help.

Menu Peta terdiri dari sub menu Peta Dasar dan Peta Tematik. Sub menu Peta Dasar

menampilkan peta wilayah tekena dampak yaitu wilayah dalam radius 80 km dari Ujung Lemah Abang, Jebara. Tampilan peta dasar ditunjukkan pada Gambar 5.



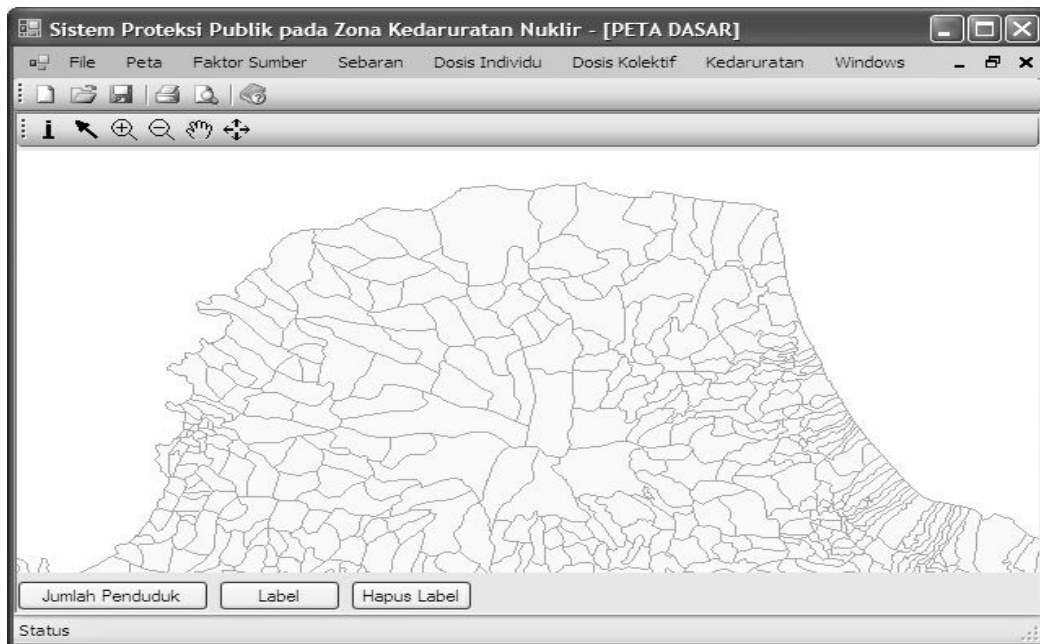
Gambar 4. Tampilan Utama Program SPPZKN



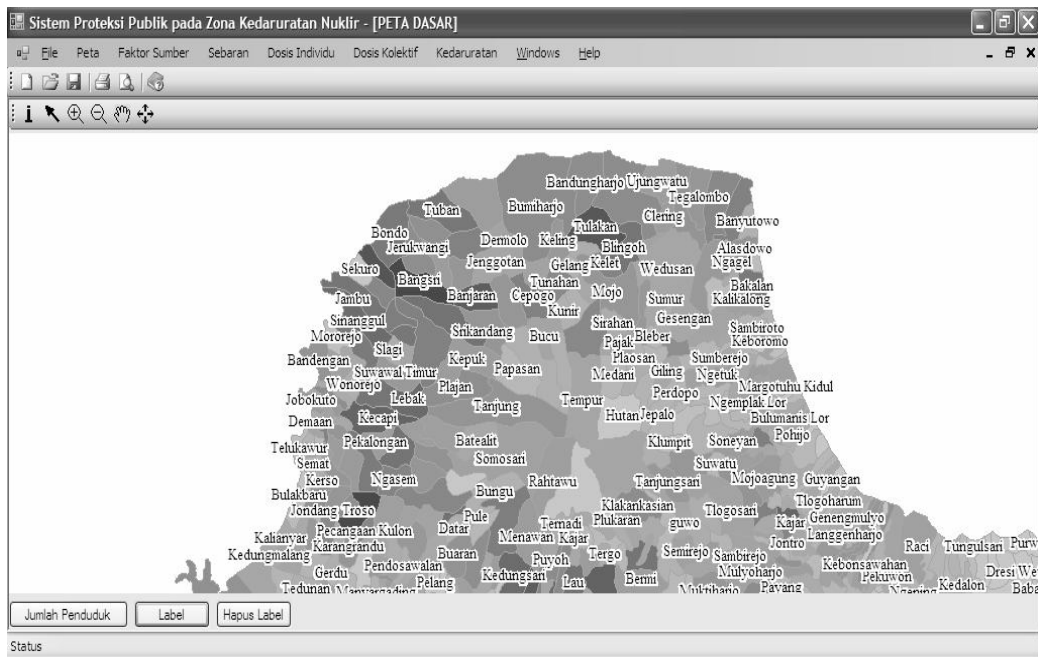
Gambar 5. Tampilan Peta Dasar wilayah Radius 80 km dari Ujung Lemah Abang

Tampilan peta dapat diperbesar atau diperkecil dengan menggunakan fasilitas *zoom-in* dan *zoom-out*. Bentuk tampilan peta dasar yang diperbesar ditunjukkan pada Gambar 6. Dari peta tersebut dapat diperoleh informasi sebaran penduduk yang berbasis kelurahan/desa.

Identifikasi nama-nama desa dapat ditampilkan dengan meng-klik kotak Label yang ada pada bagian bawah seperti ditunjukkan pada Gambar 7. Informasi jumlah penduduk pada suatu desa dapat dilihat melalui fasilitas informasi berupa simbol ”j”.



Gambar 6. Tampilan Peta Dasar yang diperbesar



Gambar 7. Tampilan Informasi Nama Desa

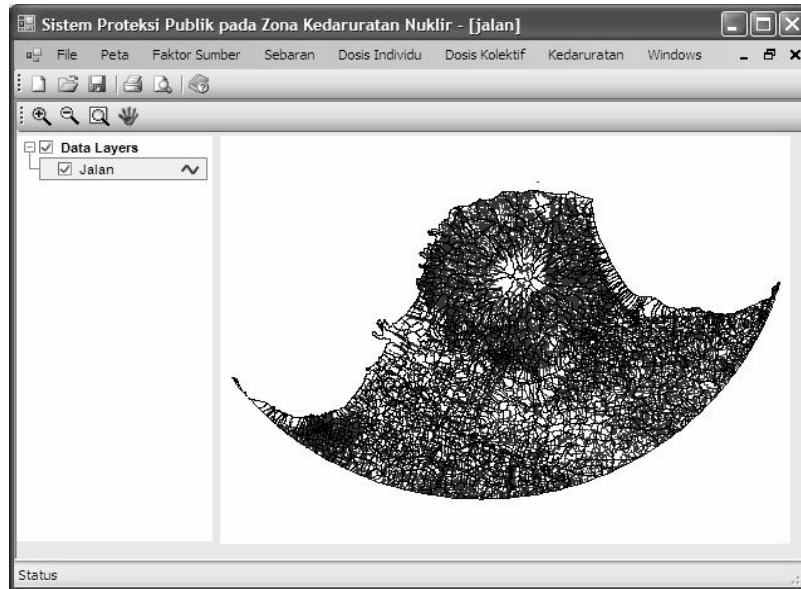
Pada sub menu Peta Tematik dapat ditampilkan Peta Jalan, Peta Sungai, Peta Pemanfaatan Lahan, dan Peta Kontur Geografi. Contoh tampilan peta jalan ditunjukkan pada Gambar 8, sedangkan Gambar 9 menampilkan peta jalan yang sudah diperbesar.

Data sebaran radionuklida diperoleh dari pustaka [9] yang merupakan keluaran program PC COSYMA. Sebaran radionuklida ke wilayah

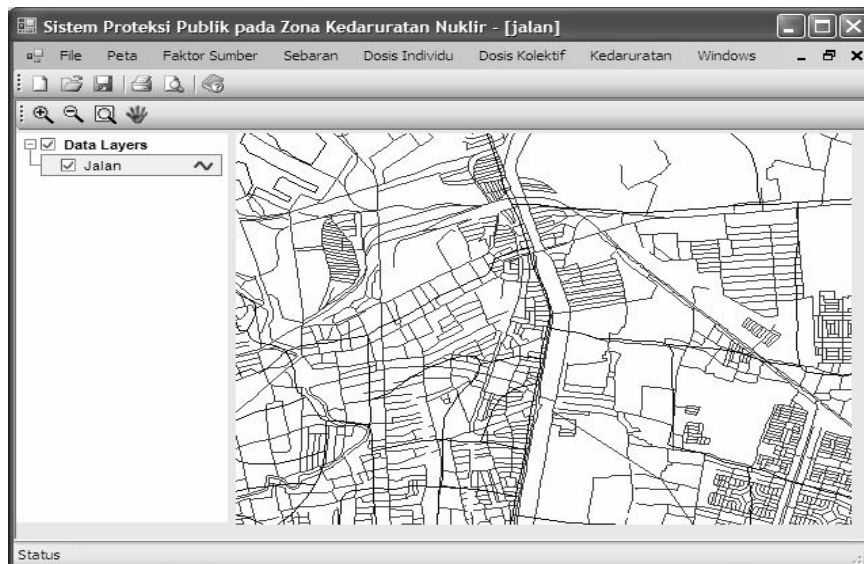
geografis menggunakan pembagian wilayah dalam sektor dan radius. Data sebaran radionuklida disimpan dalam *file-file* dengan *extension* *sps*. *File-file* tersebut terdiri dari data konsentrasi radionuklida I-131 di tanah (*ground*), konsentrasi Cs-137 di tanah (*ground*), konsentrasi I-131 di udara, konsentrasi Cs-137 di udara, dan dosis individu. Sebagai studi kasus, pada tapak tersebut dibangun sebuah PLTN jenis PWR

dengan daya listrik 1000 MWe. Untuk simulasi, dipostulasikan terjadi kecelakaan kehilangan pendingin (LOCA). Hasil yang diperoleh adalah daerah yang paling besar mendapatkan paparan radionuklida adalah pada zona 9 dan radius 0,50 km. Dosis tertinggi yang diterima penduduk

untuk daerah tersebut dalam jangka waktu pendek sebesar $3,26 \times 10^{-3}$ mSv/tahun dan untuk jangka waktu lama (setelah jangka waktu 50 tahun) sebesar $8,29 \times 10^{-2}$ mSv, sedangkan dosis kolektif pada daerah tersebut adalah sebesar $4,60 \times 10^{-1}$ Sv.orang/tahun.



Gambar 8. Tampilan Peta Tematik Jalan



Gambar 9. Tampilan Peta Jalan yang Diperbesar

KESIMPULAN

Hasil penelitian adalah sebuah sistem aplikasi berupa perangkat lunak untuk proteksi publik pada zona kedaruratan nuklir di calon tapak PLTN Jawa Tengah. Sistem ini dapat menampilkan informasi tentang wilayah geografis dalam radius 80 km dari calon tapak Ujung Lemah Abang Jepara. Disamping itu sistem ini juga dapat menampilkan sebaran penduduk yang berbasis desa dan sebaran radionuklida ditampilkan mengikuti pembagian wilayah berdasarkan sektor dan radius. Dengan sistem ini para pengambil keputusan dalam kedaruratan nuklir dapat dengan cepat menentukan tindakan proteksi publik secara cepat dan tepat yaitu apakah berupa sheltering, evakuasi atau relokasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. IAEA-TECDOC-955; "Generic Assessment Procedure for Determining Protective Actions During a Reactor Accident", IAEA, Vienna, 1997.
2. PANE, J.S., "Kajian Dampak Radiologi dan Pemanfaatan Ruang Untuk Tanggap Darurat", 2006.
3. EUROPEAN COMMISSION, PC COSYMA, version 2.0 User Guide, National Radiological Protection Board, Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, 1995.
4. IAEA, "Atmospheric Dispersion in Nuclear Power Plant", Safety Series No. 50-SG-3, Vienna, 1980.
5. PRAHASTA, E.; "Sistem Informasi Geografis: ArcView Lanjut, Pemrograman Bahasa" Script Avenue, Penerbit Informatika Bandung, 2003.
6. PRAHASTA, E.; "Sistem Informasi Geografis Tools dan Plug-Ins", Penerbit Informatika, Bandung, 2004.
7. <http://www.mapwindow.org/download.php>, 2 Oktober 2009.
8. <http://www.microsoft.com/express/download/#2008-visual-CS>, 2 Oktober 2009
9. PANDE, M.U.; "Analisis Probablistik Keselamatan Radiasi Reaktor Daya Pada Kondisi Kecelakaan LOCA", Proseding Seminar Nasional Pengembangan Energi Nuklir, Jakarta, Juni 2009.
10. PRESMAN, R.S.; "Rekayasa Perangkat Lunak, Pendekatan Praktisi", Edisi Bahasa Indonesia, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2002.

TANYA JAWAB

Pertanyaan :

- Apa dasar penetapan wilayah studi dalam radius 80 km ?
- Bagaimana kalau diterapkan untuk tapak Babel

(Bambang Suprawoto, PPEN-BATAN)

Jawaban :

- Wilayah studi dalam radius 80 km dari tapak PLTN ujung Lemah Abang Kabupaten Jepara Jawa Tengah. Penentuan wilayah dengan radius 80 km ini mengikuti rekomendasi dari Badan Tenaga Atom Internasional (IAEA). IAEA-TECDOC-955 *Generic Assessment Procedure for Determining Protective Actions During Reactor Accident*.
- Untuk dapat diterapkan di calon tapak Bangka Belitung maka diperlukan data lingkungan, data meteorologi dan peta wilayah Babel untuk diintegrasikan ke dalam sistem tsb.