SISTEM INFORMASI DATA BASE MULTI-NODE PEMANTAUAN PERGESERAN TANAH BERBASIS SMS GATEWAY DAN BERORIENTASI VISUAL PADA KOMPUTER

Suraya[1], M. Andang Novianta[2],
[1)]*Program Studi Teknik Informatika – Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta*
[2)]*Program Studi Teknik Elektro – Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta*
E-mail: [1)]suraya_pandes@yahoo.com , [2)]m_andang@akprind.ac.id

Abstrak

Makalah ini membahas tentang sistem informasi data base multi-node pemantauan pergeseran tanah berbasis sms gateway dan berorientasi visual pada komputer. Pergeseran tanah merupakan salah satu faktor terjadinya tanah longsor. Terjadinya tanah longsor banyak menelan korban baik secara material maupun jiwa, sehingga dibutuhkan suatu sistem peringatan dini (early warning system) untuk dapat menekan dan meminimalisir jatuhnya korban bencana, diharapkan sistem ini dapat memberikan langkah-langkah untuk menghadapi bencana tanah longsor sebelum terjadi. Tujuan penelitian adalah merancang sistem informasi data base multi-node pemantauan pergeseran tanah berbasis sms gateway dan berorientasi visual pada komputer. Sistem pengukuran dari unit pantau ke data kolektor terintegrasi dengan perangkat lunak, data pengukuran yang tersimpan akan digunakan sebagai pengambil keputusan terhadap akumulasi besarnya pergeseran tanah yang terjadi sehingga ancaman bahaya tanah longsor dapat diketahui secara dini oleh masyarakat maupun pihak yang berwenang. Berdasarkan hasil pengukuran dan pengujian sistem diperoleh hasil dari alat serta sensor menunjukkan unjuk kerja sistem yang baik, sistem ini menggunakan metode multi node dan dapat menampilkan perubahan besar pergeseran tanah serta grafik perubahannya pada durasi waktu tertentu, sehingga dapat dijadikan sebagai informasi peringatan dini terjadinya tanah longsor. Hasil informasi tertampil di PC dalam format teks yang berupa nilai hasil pemantauan pergeseran tanah dan pada alat pantau terdapat tiga kondisi keadaan dalam mendeteksi adanya pergeseran tanah dengan batas ambang bawah yang berbeda, nilai ambang batas bawah untuk kondisi SIAGA=100mm, WASPADA=180mm, dan AWAS=250mm, waktu respon rata-rata SMS sekitar 5 detik tergantung kualitas sinyal dan trafic data dari suatu provider oleh pengguna.

Kata kunci: *data base, pergeseran tanah, sistem informasi, sms gateway*

1. PENDAHULUAN

Pergeseran tanah merupakan salah satu faktor terjadinya tanah longsor. Terjadinya tanah longsor banyak menelan korban baik secara material maupun jiwa, hal ini terjadi karena belum ada alat yang dapat mendeteksi akan dan kapan terjadinya longsor atau sering disebut sistem peringatan dini (*early warning system*).

Pada peristiwa tanah longsor (*land slide*) terdapat faktor geseran masa tanah dalam skala besar baik diameter maupun ketebalan yang relatif terhadap satu titik tetap (*reference point*). Nilai geseran yang terjadi dapat dalam orde millimeter hingga puluhan meter. Hasil

dari pemantauan sangat tergantung pada perangkat pengindera (sensor). Semakin tinggi tingkat ketelitian ukur dari perangkat sensor maka semakin akurat pula data pemantauan terhadap nilai pergeseran tanah yang telah terjadi.

Permasalahan utama pada penelitian ini adalah bagaimana mengubah suatu sistem analog ke dalam sistem digital dan mentransfernya menjadi suatu *database* pada komputer yang digunakan untuk mengetahui besarnya pergeseran tanah di area yang berbahaya pada daerah rawan bencana tanah longsor dengan banyak titik pantau (*multinode*) kemudian disebarluaskan (*broadcast*) kepada masyarakat melalui sistem SMS *Gateway*.

Rumusan permasalahan yang ada yaitu bagaimana merancangan sistem dan stasiun pemantauan pergeseran tanah (telemetri) yang terbaik terhadap parameter-parameter gejala tanah longsor yang mampu menjamin kompatibilitas dan interoperabilitas.

Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat pemodelan sistem telemetri *multinode* informasi pemantauan besarnya pergeseran tanah di area yang berbahaya pada daerah rawan bencana tanah longsor secara digital yang dapat dijadikan petunjuk akan adanya geseran tanah yang terjadi setiap waktu. Penyampaian informasi data menggunakan SMS serta berorientasi visual pada komputer. Sistem pengukuran dari unit pantau ke data kolektor terintegrasi dengan perangkat lunak, data pengukuran yang tersimpan akan digunakan sebagai pengambil keputusan terhadap akumulasi besarnya pergeseran tanah yang terjadi sehingga ancaman bahaya tanah longsor dapat diketahui secara dini oleh masyarakat maupun pihak yang berwenang.

2. KAJIAN TEORI

2.1 Kajian Penelitian Terdahulu

Suryolelono (2002), meneliti pendeteksian gejala-gejala alamiah tanah longsor dari sudut pandang geoteknik. Penelitian yang dilakukan fokus utamanya adalah mempelajari sebab-sebab tentang berkurangnya kuat geser tanah dan bertambahnya tegangan geser tanah sebagai akar masalah terjadinya longsor dari sisi geoteknik. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan parameter-parameter yang bersifat hidro-geologi yang dapat dijadikan indikator gejala tanah longsor seperti kenaikan kapasitas air dalam tanah, guguran material bawah tanah pada relief sumur dan debit curah hujan yang terserap oleh tanah.

KK Geodesi FTSL ITB (2002), bekerjasama dengan DVMBG (Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi) menerapkan teknik pemantauan pergeseran tanah di daerah Ciloto menggunakan suatu jaringan frekuensi ganda dengan multikoordinat. Dari hasil pengolahan data survei diperoleh informasi mengenai adanya pergerakan tanah di wilayah Ciloto. Besarnya penurunan tanah di wilayah Ciloto selama empat periode rata-rata berkisar antara beberapa centimeter sampai beberapa belas centimeter. Meskipun pergerakannya tidak terlihat besar, namun informasi ini berguna untuk analisis lebih lanjut mengenai karakteristik pergerakan tanah di Ciloto.

Zhao Y (2001), melakukan penelitian pada lokasi longsor di Ya'an – Xiakou Provinsi Sichuan dengan menggunakan jaringan multikoordinat GPS geodetic untuk terus memantau tingkat pergeseran tanah pada lokasi yang pernah terjadi longsor tersebut. Pada penelitian tersebut juga digunakan tambahan instrumen ukur yaitu sistem pantau hidro-geologi yang meliputi tinggi muka air bawah tanah (*pluviometer*), suhu air, debit curah hujan (*ombrometer*), pergeseran permukaan tanah (*displacement*) dan deteksi runtuhan material pada sumur buatan (*deformation*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan GPS jenis geodetic dengan konfigurasi multi koordinat mampu meningkatkan akurasi pengukuran tingkat pergeseran tanah dengan maksimal kesalahan 4 mm RMS dan mampu menggantikan metode pengukuran geodetic konvensional sehingga dapat dicapai baik efisiensi tenaga kerja maupun tingkat keselamatan para pemantau.

Aziz, N.H.A., (2010), pada penelitiannya menyimpulkan bahwa pemantuan parameter secara *real-time* penting untuk ditingkatkan dengan *email* dan sistem pesan singkat (SMS) untuk suatu sistem peringatan. Sistem ini terdiri dari empat *subsistem* yang meliputi akuisisi data, pemantauan *website* protokol email dan sistem SMS. Tujuan dari

sistem terpadu jarak jauh untuk memantau parameter kritis di ruang pertumbuhan kultur jaringan. Penelitiannya menunjukkan bahwa semua sensor memantau parameter kritis yang akan dihubungkan ke *database* dan analisis perangkat lunak untuk menyimpan dan menganalisis data dipantau. Untuk tujuan pemantauan parameter kritis jarak jauh dengan situs *web* dan pelayanan SMS telah dikembangkan. Sistem ini akan memantau melalui sistem telemetri dan menyediakan otomatis *email* atau pesan singkat (SMS) notifikasi pada identifikasi terjadinya gangguan.

Hung, P., (2009), dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa sebuah multi-sensor, sensor simpul, dan multi-model untuk memantau aktivitas manusia dan kendaraan telah dirancang dan dikembangkan. Sebagai langkah pertama untuk mencapai tujuan penelitian ini, menggunakan IR piroelektrik (PIR) *system dual* sensor untuk memantau aktivitas manusia. Data sampel dari dua sensor PIR, di bawah kondisi laboratorium, pertama diproses secara individual untuk menentukan metode *event window size*, yang kemudian diumpankan ke algoritma sederhana untuk menentukan arah dan berpotensi mengukur kecepatan lewat manusia. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa jumlah manusia dapat diperoleh untuk beberapa skenario khusus. Hasil awal dari eksperimen penelitian menunjukkan efektivitas algoritma sederhana yang dapat diterapkan.

2.2 Kajian Definisi Pergeseran Tanah

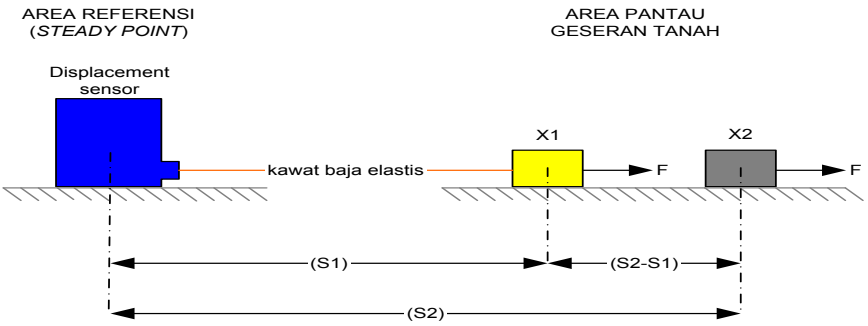
Pada kawasan lereng atau tebing curam dengan tingkat curah hujan tinggi akan sangat berpotensial terjadi peristiwa longsor. Dalam pidato pengukuhan jabatan guru besar pada Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, Prof. Dr. Ir. Kabul Basah Suryolelono, Dip.H.E., D.E.A. memaparkan fenomena tanah longsor dari sudut pandang geo-teknik yang menyatakan bahwa peristiwa tanah longsor atau dikenal sebagai gerakan massa tanah, batuan atau kombinasinya, sering terjadi pada lereng-lereng alam atau buatan, dan sebenarnya merupakan fenomena alam, yaitu alam mencari keseimbangan baru akibat adanya gangguan atau faktor yang mempengaruhinya dan menyebabkan terjadinya pengurangan kuat geser serta peningkatan tegangan geser tanah.

Gerakan lereng tidak stabil merupakan gerakan yang dibedakan sebagai gerakan guguran (*falls*), runtuhan (*topless*), longsoran (*slides*), penyebaran (*lateral spreads*), aliran (*flow*), dan gerakan kompleks yang merupakan kombinasi dari berbagai gerakan tersebut. Semua bentuk gerakan ini sangat ditentukan oleh formasi geologi yaitu lapisan batuan, lapukan batuan dan tanah. Longsoran yang terjadi akan membentuk suatu pola baik di permukaan lereng maupun bentuk bidang gelincirnya. Pola longsoran di bagian permukaan lereng akan membentuk pola tapal kuda, bidang longsor sejajar arah kaki lereng, *hummocky* (bentuk busur-busur kecil), sedang bentuk bidang longsor dapat merupakan satu atau lebih permukaan bidang longsor dengan bentuk silindris (tampang lingkaran) atau datar (tampang garis). Longsoran dengan bentuk bidang gelincir datar (*translation slides*), apabila bentuk bidang gelincir adalah bidang datar ke arah kaki lereng.

2.3 Kajian Sensor *Draw Wire*

Sensor *draw-wire* merupakan sensor yang mengukur pergeseran posisi secara linier menggunakan pendekatan nilai pergeseran yang terjadi dengan nilai resistanasi secara linier. Konsep dasar instalasi sensor *draw-wire* adalah menentukan dahulu dua titik yang terdiri dari titik referensi dan titik geser relatif. Titik referensi terletak pada lokasi yang diasumsikan stabil (*steady*), dari titik ini akan ditentukan nilai geseran relatif dari titik pengujian. Dalam menentukan dua titik pemasangan sensor berdasarkan informasi geo-teknik setempat sehingga dapat dipastikan lokasi yang secara faktual telah mendukung

terhadap proses pemantauan. Antara sensor dengan titik pantau yang dihubungkan menggunakan kawat baja elastis menempati dua area yang berbeda, yaitu area dengan jenis tanah yang konstan dan area dengan jenis yang labil (berpotensi terjadi geseran) berdasarkan karakteristik geologi tanah setempat. Sehingga panjang kawat baja yang digunakan tidak ada ketetapan panjangnya (mengikuti kondisi lokasi pemasangan), yang diperhatikan adalah selisih pengukuran jarak antara titik referensi dengan titik pemantauan tidak melebihi batas maksimal pengukuran sensor. Untuk selanjutnya besaran keluaran akan diakuisisi oleh pengendali utama untuk diolah lebih lanjut. Pada Gambar 1, menunjukkan instalasi sensor *draw-wire* pada lokasi.



Gambar 1. Instalasi Sensor *Draw-wire*

Keterangan:
F = Gaya tarikan geser tanah cenderung menjauhi titik referensi.
X1 = Posisi mula-mula titik pantau geseran tanah.
X2 = Posisi terakhir titik pantau geseran tanah.
S1 = Jarak mula-mula antara titik referensi dengan titik pantau geseran.
S2 = Jarak terakhir antara titik referensi dengan titik pantau geseran.
S2-S1 = Nilai pergeseran tanah yang terjadi untuk setiap kali pemantauan.

2.4 Kajian Sistem Informasi Berbasis SMS Gateway

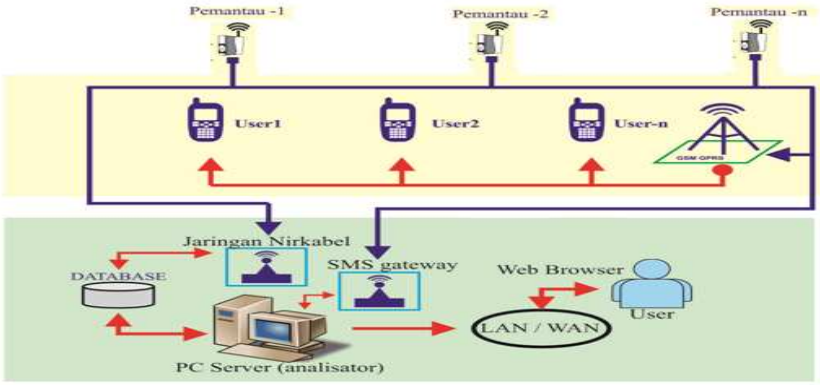
SMS *gateway* dapat dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan, beberapa fitur yang umum dikembangkan dalam aplikasi SMS *gateway* adalah:

- ***Auto-reply***, SMS *gateway* secara otomatis akan membalas SMS yang masuk. Contohnya untuk keperluan permintaan informasi tertentu (misalnya kurs mata uang, jadwal perjalanan), dimana pengirim mengirimkan SMS dengan format tertentu yang dikenali aplikasi, kemudian aplikasi dapat melakukan *auto-replay* dengan membalas SMS tersebut, berisi informasi yang dibutuhkan.
- ***Pengiriman massal***, disebut juga dengan istilah SMS *broadcast*, bertujuan untuk mengirimkan SMS ke banyak tujuan sekaligus. Misalnya untuk informasi produk terbaru kepada pelanggan.
- ***Pengiriman terjadwal***, sebuah SMS dapat diatur untuk dikirimkan ke tujuan secara otomatis pada waktu tertentu. Contohnya untuk keperluan mengucapkan selamat ulang tahun.

Untuk membuat sebuah SMS *gateway* perlu mengenal hal-hal yang berhubungan dengan SMS *gateway* itu sendiri. Salah satu hal yang memegang peranan penting dalam pengiriman SMS adalah SMSC (*Short Message Service Center*), yang merupakan jaringan telepon selular yang menangani pengiriman SMS. **(Nachwan MA, 2005)**.

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian pada penelitian ini pada dasarnya pemodelan sistem telemetri *multinode* pemantauan dan penyimpanan data pergeseran tanah mempunyai konfigurasi penyusun seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



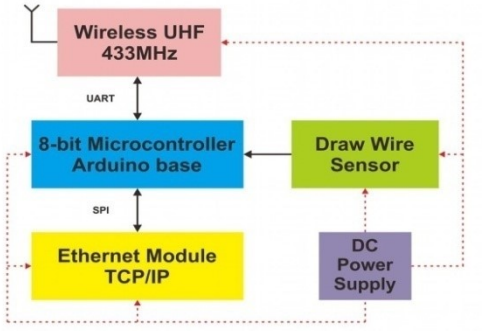
Gambar 2. Konsep Sistem Informasi Pemantauan Pergeseran Tanah Berbasis Web Server dan SMS Gateway

Materi penelitian yang akan dikaji menyangkut pada teknis penerapan dan pengujian sistem yang terdiri dari beberapa hal: jaringan sensor *draw wire*, *wireless transceiver* UHF, stasiun induk data dan basis data, data-data variabel, pengolahan dan penyajian data-data variabel berbasis internet dan SMS (*Short Message Service*). Alat penelitian berupa perangkat keras dan perangkat lunak berupa *hardware* dan *software*. *Hardware* berupa unit modem GSM/GPRS, unit kendali mikrokontroler, unit *wireless* jaringan sensor RFM12 (UHF *Transceiver*), unit sensor *draw wire*, PC (*Personal Computer*). Sedangkan *software* berupa Borland Delphi, MySQL Server, BASCOM-AVR.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

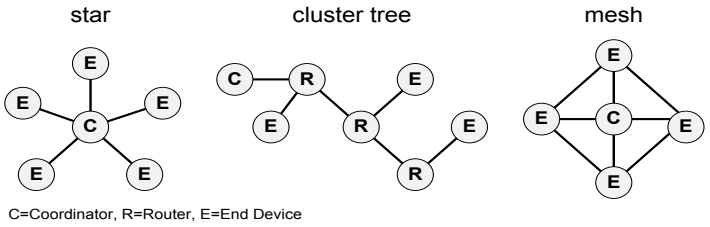
4.1 Pembuatan Sensor *Multinode*

Informasi *multinode* dari unit pemantau dikirim ke unit penerima menggunakan sistem jaringan *wireless* (*radio frequency*), kemudian diproses oleh unit kendali mikrokontroler untuk ditransmisikan menuju ke unit modem (*database*). Terdapat 3 jenis data yang diperoleh dari masing-masing unit sensor di tiap *node* yang dipakai. Gambar 3 menunjukkan rancangan sistem pada tiap *node* sensor.



Gambar 3. Blok Diagram Sensor *Node*

Konsep jaringan sensor *wireless* yang diterapkan pada penelitian ini adalah untuk mempermudah mendapatkan data secara jarak jauh mendekati *real-time* dengan kualitas hasil pengukuran yang semakin baik karena menggunakan data dari beberapa sensor secara hampir bersamaan. Seluruh data dari setiap titik sensor yang tersebar pada beberapa lokasi yang diterima akan mempermudah mengamati dan menarik kesimpulan (oleh pakar) tentang adanya korelasi pergeseran tanah yang diukur. Konsep jaringan sensor *wireless* memiliki beberapa topologi yang bisa diterapkan pada penelitian sejenis. Gambar 4, menunjukkan topologi dari jaringan komunikasi *wireless*. Pada penelitian ini kami menggunakan topologi *star*.



Gambar 4. Konsep Topologi Jaringan Sensor Nirkabel

Fungsi dari unit pemantau yaitu mengukur jarak pergesean tanah di daerah rawan bencana tanah longsor menggunakan sensor jenis *draw wire*, kemudian menyimpan nilainya berdasarkan interval waktu tertentu pada memori. Data-data hasil pengukuran dapat dipindahkan menuju unit penerima (*data collector*) menggunakan jaringan *wireless* (*radio frequency*). Gambar 5 adalah realisasi karya rancangan pemodelan sistem.

Gambar 5. Sistem Telemetri *Multinode* Pergeseran Tanah Secara Keseluruhan

Tujuan simulasi dan uji parsial sistem adalah untuk mengetahui kebenaran rangkaian dan mengetahui kondisi komponen yang akan diuji. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian setiap blok rangkaian keseluruhan sistem rangkaian pengaman elektronis pada arus beban lebih. Pengujian alat ini sangat penting karena bila ada salah satu dari blok rangkaian yang tidak berfungsi tentunya alat tidak dapat berjalan dengan sempurna atau dengan kata lain sering mengalami kesalahan data.

Dengan adanya pengujian-pengujian tersebut, diharapkan kemungkinan terjadinya kesalahan atau kelemahan yang masih terdapat pada tiap-tiap bagian rangkaian dapat diketahui lebih pasti. Sedangkan pengambilan data secara keseluruhan bertujuan untuk membandingkan hasil perhitungan dan hasil pengukuran dengan standar kerja komponen yang terdapat pada *datasheet*.

Pengujian sistem elektronis merupakan bagian yang vital dalam sistem ini, sistem ini tidak akan bekerja dengan baik jika pada bagian ini terjadi kerusakan atau kesalahan. Pengujian elektronis pada sistem ini berupa tegangan saat belum terbebani dan saat terbebani.

Peran uji elektronis ini sangatlah penting sehingga perlu dilakukan pengukuran agar tidak terjadi tegangan yang berlebihan terhadap sistem. Setelah dilakukan pengukuran tegangan yang terukur masih dalam toleransi baik sehingga masih aman digunakan untuk sistem. Pada Tabel 1, nampak hasil pengukuran tegangan pada masing-masing unit pemantau.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Tegangan pada Masing-Masing Bagian

Node	Blok Bagian	Tegangan saat belum terbebani (volt)	Tegangan saat terbebani (volt)
1	Catu daya mikro kontroler	5.01	4.93
	Catu daya LCD	4.99	4.90
2	Catu daya mikro kontroler	5.02	4.94
	Catu daya LCD	5.0	4.91
3	Catu daya mikro kontroler	4.99	4.82
	Catu daya LCD	4.99	4.81

Selain uji elektronis pada sistem, dilakukan pula uji tegangan dan frekuensi pada sistem *wireless*, hasil pengujian nampak pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil *Test Point* pada RFM12

Test Point Modem GSM	Tegangan (volt)	Frekuensi (KHz)
Transmitter (Tx) node 1	3.52	16.25
Transmitter (Tx) node 2	3.60	16.19
Transmitter (Tx) node 3	3.58	16.22
Receiver (Rx)	3.62	68.16

4.2 Pengujian Sistem SMS (*Short Message Service*)

Format SMS yang digunakan untuk dikirimkan ke modem GSM harus sesuai dengan kfromat SMS yang sudah diatur pada perancangan *software* sebelumnya, sangat penting untu diperhatikan agar alat dapat merespon dan memberikan jawaban atas hasil dari unit pemantau di tiap-tiap *Wireless Node Sensor* (WSN), dalam hal ini berupa *node* sensor *draw wire* yang dipasang apabila terdeteksi pergeseran tanah melebihi batas ambang yang sudah ditentukan.

Berikut ini adalah format SMS pada unit pemantau *node* sensor *draw wire* yang perlu diketahui:

1) Meregistrasikan Nomor Tujuan Alarm

- SMS Kirim
  No.Hp1 [spasi] No.Hpxx (Format penulisan karakter besar / kecil tidak masalah)

- SMS Balasan jika format SMS kirim benar
  Nomor Tujuan Alarm Sudah Tersimpan!

  No.1 = xxx

  No.2 = xxx

  No.x = xxx

- SMS Balasan jika format SMS kirim salah
  Maaf, Format SMS yang Anda Kirim Ada Kesalahan!

2) Cek Pergeseran Tanah

- SMS Kirim
  LEVEL? (Format penulisan karakter besar / kecil tidak masalah)

- SMS Balasan jika format SMS kirim benar
  Sensor Pergeseran Tanah = N _mm

  Status = Siaga / Waspada / Awas

- SMS Balasan jika format SMS kirim salah
  - (tidak ada)

3) Cek Nomor Tujuan Alarm

- SMS Kirim
  NOALARM? (Format penulisan karakter besar / kecil tidak masalah)

- SMS Balasan jika format SMS kirim benar
  No. 1 = 08xxx

  No. 2 = 08xxx

  No. 3 = 08xxx

  No. 4 = 08xxx

- SMS Balasan jika format SMS kirim salah
  - (tidak ada)

4) Cek Status Alarm

- SMS Kirim
  ALARM? (Format penulisan karakter besar / kecil tidak masalah)

- SMS Balasan jika format SMS kirim benar
  SMS Alarm AKTIF! / NON AKTIF!

- SMS Balasan jika format SMS kirim salah
  - (tidak ada)

5) Aktifasi Alarm

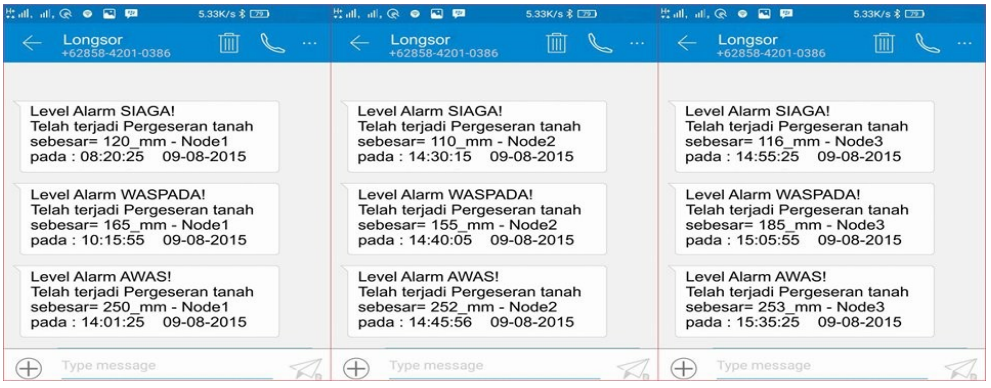
- SMS Kirim
  ALARM ON / OFF (Format penulisan karakter besar / kecil tidak masalah)

- SMS Balasan jika format SMS kirim benar
  SMS Alarm AKTIF! / NON AKTIF!

- SMS Balasan jika format SMS kirim salah
  - (tidak ada)

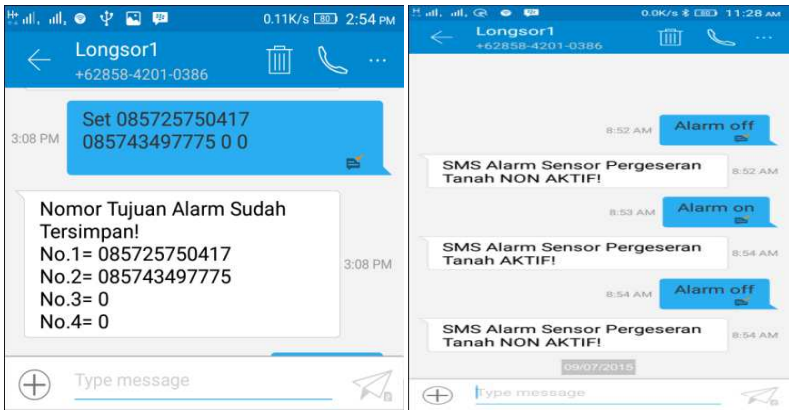
6) Pemberitahuan Apabila Terjadi Pergeseran Tanah yang Melebihi Ambang Batas

SMS akan diterima dari modem mengenai status sensor pergeseran tanah pada tiap-tiap pemantau *Wireless Sensor Network* dalam hal ini *node* sensor *draw wire*, kemudian modem GSM akan memberikan balasan SMS otomatis tentang kondisi *level* dan status sensor pergeseran tanah yang ditampilkan pada layar *handphone* nampak pada Gambar 6, adapun *level* status Pergeseran tanah "SIAGA = 100 mm, WASPADA = 180 mm, dan AWAS = 250 mm".



Gambar 6. Tampilan Status Pegeseran Tanah Pada *Hand Phone* dan Balasan dari Modem GSM dari Tiap *Node* Sensor

Gambar 7 adalah tampilan set nomor tujuan dan pengaktifan alarm pada *hand phone* dan balasan dari modem GSM jika terjadi nilai ambang batas pergeseran tanah terlampaui dari batas normal.

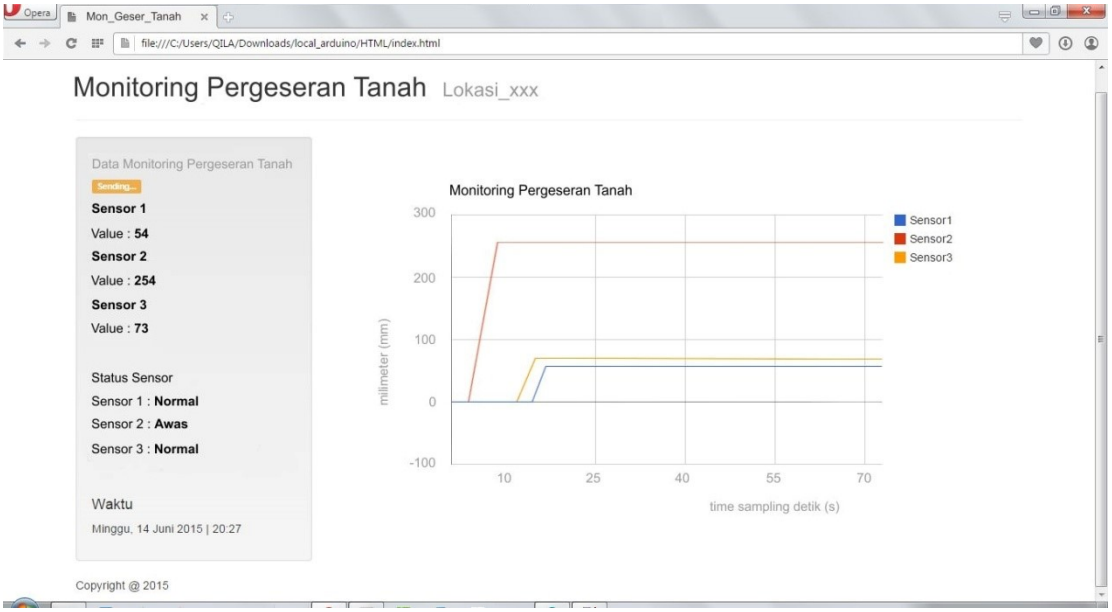


a) **b)**

Gambar 7. a) Tampilan Set Nomor Tujuan Alarm, b) Tampilan Pengaktifan Alarm Pada *Hand Phone* dan Balasan dari *Wavecom*

4.3 Penyajian Data Web

Informasi hasil monitoring oleh unit pemantau ditransmisikan menuju komputer dengan memanfaatkan komunikasi serial tak sinkron RS-232, yang kemudian divisulisasikan pada GUI (*Graphical User Interface*) di komputer seperti nampak pada Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan Utama Monitoring Pergeseran Tanah

5. SIMPULAN

Dalam perancangan sistem informasi *data base multi-node* pemantauan pergeseran tanah berbasis SMS *gateway* dan berorientasi visual pada komputer yang sudah dilakukan ini diperoleh beberapa kesimpulan yang bisa digunakan sebagai pertimbangan pengembangannya ke depan, yaitu antara lain:

a) Proses pemantauan pergeseran tanah di daerah rawan bencana tanah longsor dapat dideteksi menggunakan sensor *draw wire* yang terpasang di berbagai titik (*multi node*) rawan terjadinya tanah longsor. Dengan metode ini, arah pemantauan akan sangat efektif karena dapat mencakup seluruh area bahaya.
b) Validitas nilai ambang batas keluaran sensor *draw wire* yang diijinkan dapat diatur berdasarkan nilai masukkan pada tiap *node* sensor yang terpasang. Dengan metode ini, keabsahan pemantauan pergeseran tanah dapat dipertahankan secara baik dan rangkaian sensor dapat dengan mudah diatur faktor kepekaannya.
c) Sistem pemantau pergeseran tanah berbasis SMS *gateway* menggunakan sensor *draw wire* serta unit kendali mikrokontroler ini terbukti dapat digunakan untuk mendeteksi akan perubahan pergeseran tanah yang sangat kecil dan menvisualisasikan jarak geser dalam satuan mm (*milimeter*) berupa SMS peringatan apabila terjadi perubahan nilai di ambang batas yang tidak diinginkan melalui pesan layanan SMS.
d) Pada alat pantau terdapat tiga kondisi keadaan dalam mendeteksi adanya pergeseran tanah dengan batas ambang bawah yang berbeda, nilai ambang batas bawah untuk kondisi SIAGA=100mm, WASPADA=180mm, dan AWAS=250mm
e) Waktu respon rata-rata SMS sekitarnya 5 detik tergantung kualitas sinyal dan *traffic data* dari suatu *provider* yang dipakai oleh pengguna.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Kopertis wilayah V DIY Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah mendanai kegiatan penelitian ini sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksana Hibah Penelitian Nomor: 1331/K5/KM/2014, Tanggal 6 Mei 2014, melalui dana Penelitian Hibah Dosen Pemula.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Aziz, N.H.A. 2010. *Real Time Monitoring Critical Parameters in Tissue Culture Growth Room with SMS Alert Systemm, Intelligent Systems IEEE*, pp: 339 – 343

[2] Hung, P. 2009. *Wireless Sensor Networks for Activity Monitoring Using Multi-Sensor Multi-Model Node Architecture***,** Signals and Systems Conference (ISSC 2009) IEEE, pp: 1 - 6

[3] KK Geodesi FTSL ITB. 2002. *Pemantauan Pergerakan Tanah (Landslide) Menggunakan Teknologi GPS*. http://geodesy.gd.itb.ac.id

Diakses: 2 April 2014, jam 15.00.

[4] Nachwan Mufti A. 2005. *Modul EE 4712 Sistem Komunikasi Bergerak Seluler*. Mobilecomm.Labs.

[5] Suryolelono, KB. 2002. *Bencana Alam Tanah Longsor Perspektif Ilmu Geoteknik*. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Pada Fakultas Teknik Universitas Gadjah

Mada Yogyakarta.

[6] Zhao Y. 2001. *Mechanical Analysis Of Sliding Process Of Ya'an Xiakou Landslide And Prediction Of Its Hazard Model*. Journal of Engineering Geology (in Chinese). 9(2):188-193