

Pakar

JURNAL TEKNOLOGI INFORMASI DAN BISNIS

Implementasi *Local Pheromone Updating Rule* Pada Algoritma Ant Colony Untuk Membantu Mencari Penyelesaian *Traveling Salesman Problem*

Susana Limanto & Melissa Angga

Pembuatan Model Pengambil Keputusan Seleksi UKM Penerima Pinjaman Lunak Dengan Metodologi *Artificial Neural Network*

Masrul Indrayana

Faktor – Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Intensi Penggunaan Kembali Teknologi Informasi

Pudjiastuti

Sistem Informasi Mitigasi Bencana Tanah Longsor Berbasis SMS

Joko Sutopo

Algoritma Bootstrap Dalam Inferensi Model Ekonometrik Dan Aplikasinya Untuk Memprediksikan Beberapa Indikator Ekonomi

Suparman

Pembuatan Animasi Tokoh Wayang Kulit Menggunakan Panduan Data Pergerakan

Arif Pramudwiatmoko

Pembuatan Inkubator Cerdas Untuk Budidaya Jamur Merang Pada Industri Keluarga Skala Kecil

Ms. Hendriyawan A.



Diterbitkan oleh :
Pusat Pengembangan Sains dan Teknologi
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Teknologi Yogyakarta

PAKAR

JURNAL TEKNOLOGI INFORMASI DAN BISNIS

Jurnal PAKAR diterbitkan oleh Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Teknologi Yogyakarta. Jurnal ini diharapkan sebagai media bagi staf pengajar, alumni, mahasiswa dan masyarakat luas yang memiliki perhatian terhadap bidang dan perkembangan teknologi informasi, transformasi ilmu pengetahuan dan bisnis. Redaksi menerima naskah berupa hasil penelitian, studi pustaka, pengamatan ataupun pendapat atas suatu masalah yang timbul dalam kaitannya dengan perkembangan bidang-bidang diatas. Redaksi berhak memperbaiki atau mempersingkat tanpa mengubah isi. Artikel yang dimuat tidak selalu mencerminkan pandangan redaksi.

Pelindung : Rektor Universitas Teknologi Yogyakarta
Penanggung Jawab : Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Teknologi Yogyakarta
Pimpinan Redaksi : Joko Sutopo, S.T., M.T.
Sekretaris Redaksi : Agus Sujarwadi, S.Kom.

Dewan Redaksi:

Prof. Adhi Susanto, M.Sc., Ph.D.
Dr. Sri Hartati, M.Sc.
Dr. Retantyo Wardoyo, M.Sc.
Ir. Lukito Edi Nugroho, M.Sc., Ph.D.
Dr. Agus Harjoko, M.Sc.
Dr. Ir. Sunarto Goenadi, D.A.A.
Dr. Tri Gunarsih, SE., M.M.
Dr. Adnan Zaid, M.Sc.

Arief Hermawan, S.T., M.T.
Yunus Indra Purnama, SE.
Suhirman, S.Kom., M.Kom.
Bambang Murtono, SE., M.M.
Erik Iman Heri Ujianto, S.T., M.Kom.
Yuli Asriningtias, S.Kom., M.Kom.
Drs. Sugeng, M.Si., Akt.
Drs. Suparman, M.Si, DEA, Ph.D.

Desain dan Layout:

Sutarman, S.Kom.,M.Kom.
Iwan Hartadi, S.T.,M.Kom.

Administrasi dan Sirkulasi:
Diah Fitri Astuti, SE.

Alamat Redaksi:

Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Teknologi Yogyakarta
Jl. Lingkar Utara Jombor Sleman Yogyakarta 55285 Telp. (0274) 623310
Fax. (0274)623306
E-Mail: pakar@uty.ac.id
Homepage: <http://www.uty.ac.id/pakar>

Pakar

JURNAL TEKNOLOGI INFORMASI DAN BISNIS

- Implementasi *Local Pheromone Updating Rule* Pada Algoritma Ant Colony Untuk Membantu Mencari Penyelesaian *Traveling Salesman Problem* 79 – 90
Susana Limanto & Melissa Angga
- Pembuatan Model Pengambil Keputusan Seleksi UKM Penerima Pinjaman Lunak Dengan Metodologi *Artificial Neural Network* 91 – 102
Masrul Indrayana
- Faktor – Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Intensi Penggunaan Kembali Teknologi Informasi 103 – 112
Pudjiastuti
- Sistem Informasi Mitigasi Bencana Tanah Longsor Berbasis SMS 113 – 123
Joko Sutopo
- Algoritma Bootstrap Dalam Inferensi Model Ekonometrik Dan Aplikasinya Untuk Memprediksikan Beberapa Indikator Ekonomi 125 – 134
Suparman
- Pembuatan Animasi Tokoh Wayang Kulit Menggunakan Panduan Data Pergerakan 135 – 149
Arif Pramudwiatmoko
- Pembuatan Inkubator Cerdas Untuk Budidaya Jamur Merang Pada Industri Keluarga Skala Kecil 151 – 162
Ms. Hendriyawan A

Pakar

JURNAL TEKNOLOGI INFORMASI DAN BISNIS

EDITORIAL

Artikel-artikel yang diketengahkan dalam jurnal Pakar edisi ini, mencakup tentang Implementasi *Local Pheromone Updating Rule* Pada Algoritma Ant Colony Untuk Membantu Mencari Penyelesaian *Traveling Salesman Problem*, Pembuatan Model Pengambil Keputusan Seleksi UKM Penerima Pinjaman Lunak Dengan Metodologi *Artificial Neural Network*, dan Faktor – Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Intensi Penggunaan Kembali Teknologi Informasi. Dilanjutkan dengan artikel yang berjudul Sistem Informasi Mitigasi Bencana Tanah Longsor Berbasis SMS dan Algoritma Bootstrap Dalam Inferensi Model Ekonometrik Dan Aplikasinya Untuk Memprediksikan Beberapa Indikator Ekonomi

Dua artikel terakhir membahas tentang Pembuatan Animasi Tokoh Wayang Kulit Menggunakan Panduan Data Pergerakan, serta ditutup tentang Pembuatan Inkubator Cerdas Untuk Budidaya Jamur Merang Pada Industri Keluarga Skala Kecil.

Demikian rangkaian artikel yang dapat kami sajikan pada edisi kali ini. Semoga aplikasi dalam bidang tersebut bisa memberikan wawasan dan pemahaman mengenai ilmu pengetahuan dan teknologi tersebut. Sekian dan selamat membaca!

REDAKSI

SISTEM INFORMASI MITIGASI BENCANA TANAH LONGSOR BERBASIS SMS

Oleh : Joko Sutopo

ABSTRACT

Following the disastrous landslide events in the District of Karanganyar 2008, The team from institution are dealing with geological, meteorological, technical, socio-cultural and natural disaster aspects. The team is intended to be the technical assistance team for disaster mitigation with the main task is to make a better preventive as well as repesive counter measure against disaster through prediction, early warning, preparedness and anticipations. Realizing that floods and landslide are the prominent disasters usually happen during rainy seasons.he landslide prediction map was intensively discussed to get some slight modification. For more precise prediction and better distribution of information (early warning),regional early warning network should be established,Local early warning network should be established and installing early warning equipment (monitoring) at risky areas. This system join in information system mitigation landslide prediction by telemetri as like seluler , internet and wireless radio.

Keyword : landscape,information,mitigation,telemetri,wireless

LATAR BELAKANG

Di akhir tahun 2005 sampai awal tahun 2006 ini, tidak sedikit informasi kemarahan alam karena rusaknya, banjir, longsor, angin puting beliung, dan lain-lain, yang secara nyata telah merugikan masyarakat dan negara yang tidak ternilai harganya. Banyak pihak yang menyadari hal tersebut, tapi sangat sedikit yang peduli dan berani mengatakan “hentikan perusakan lingkungan”. Kegiatan eksploitasi lingkungan yang hanya memberikan sedikit

manfaat dan segelintir orang harus dibayar mahal oleh negara ini, dan sudah saatnya kebodohan ini dilarang dan dihentikan dengan segera.

Tidak ada yang membantah, banjir dan longsor disebabkan karena curah hujan tinggi. Hujan akan turun ketika angin membawa butiran air yang disebut awan. Jika terjadi hujan abnormal dan daya dukung lingkungan rendah, maka hujan dapat menyebabkan bencana. Pada tahun 2008 terjadi peristiwa tanah longsor di Daerah Kabupaten Karanganyar yang memakan korban jiwa cukup banyak. Secara geografis banyak wilayah terdapat lereng-lereng dengan sudut kemiringan 30o yang sangat berpotensi terjadi peristiwa tanah longsor saat kondisi hujan lebat. Realita ini harus ditindak lanjut dengan upaya pencegahan peristiwa longsor dengan keilmuan geoteknik maupun upaya sistem informasi peringatan dini pada masyarakat yang terancam menjadi korban. Dengan menggunakan sistem informasi bencana alam seperti tanah longsor bisa dideteksi sedini mungkin dengan harapan kemungkinan jatuhnya korban akibat bencana bisa dihindarkan dengan dukungan teknologi telemetri.

TUJUAN PENELITIAN

Hasil akhir dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi positif berupa manfaat baik secara langsung maupun tidak langsung kepada masyarakat antara lain kelompok masyarakat di daerah rawan bencana, kelompok peneliti dan pemerintah

LANDASAN TEORI

Dalam merancang dan membangun sistem informasi peringatan dini terhadap bencana tanah longsor terdapat beberapa kajian teori dasar yang dijadikan acuan pemikiran hingga terwujud satu kesatuan rancangan. Adapun beberapa kajian teori dasar berhubungan dengan perancangan dan pembangunan sistem peringatan dini tanah longsor adalah

Tanah longsor sendiri merupakan gejala alam yang terjadi di sekitar kawasan pegunungan. Semakin curam kemiringan lereng satu kawasan, semakin besar kemungkinan terjadi longsor. Para ilmuwan mengkatagorikan tanah longsor sebagai salah satu bencana geologis yang paling bisa diperkirakan. Ada tiga parameter untuk memantau kemungkinan terjadinya perpindahan massa tanah dalam jumlah besar dalam bentuk longsor, yaitu:

Keretakan pada tanah adalah wujud yang biasa ditemui pada banyak kasus, Penampakan runtuhnya bagian-bagian tanah dalam jumlah besar dan Selanjutnya kejadian longsor di satu

tempat menjadi parameter kawasan tanah longsor lebih luas lagi. Perubahan-perubahan ini dan perubahan cuaca secara ekstrem) dan menjadi tanda-tanda penting bahwa telah terjadi penurunan kualitas landscape dan ekosistem.

Gerakan lereng tidak sahni merupakan gerakan yang dibedakan sebagai gerakan guguran (falls), runtuhan (topless), longsoratan (slides), perambatan (area spreads), aliran (flow), dan gerakan kompleks yang merupakan kombinasi dari berbagai gerakan tersebut (Varnes, 1978) dalam Giani, 1992. Semua bentuk gerakan ini sangat ditentukan oleh kemiringan lereng yang meliputi lapisan batuan, lapisan tanah dan tanah. Longsoratan yang terjadi akan membentuk suatu pola baik di permukaan lereng maupun bentuk bidang gelincirannya.

Kajian Teori Sistem Deteksi atau Peringatan Dini

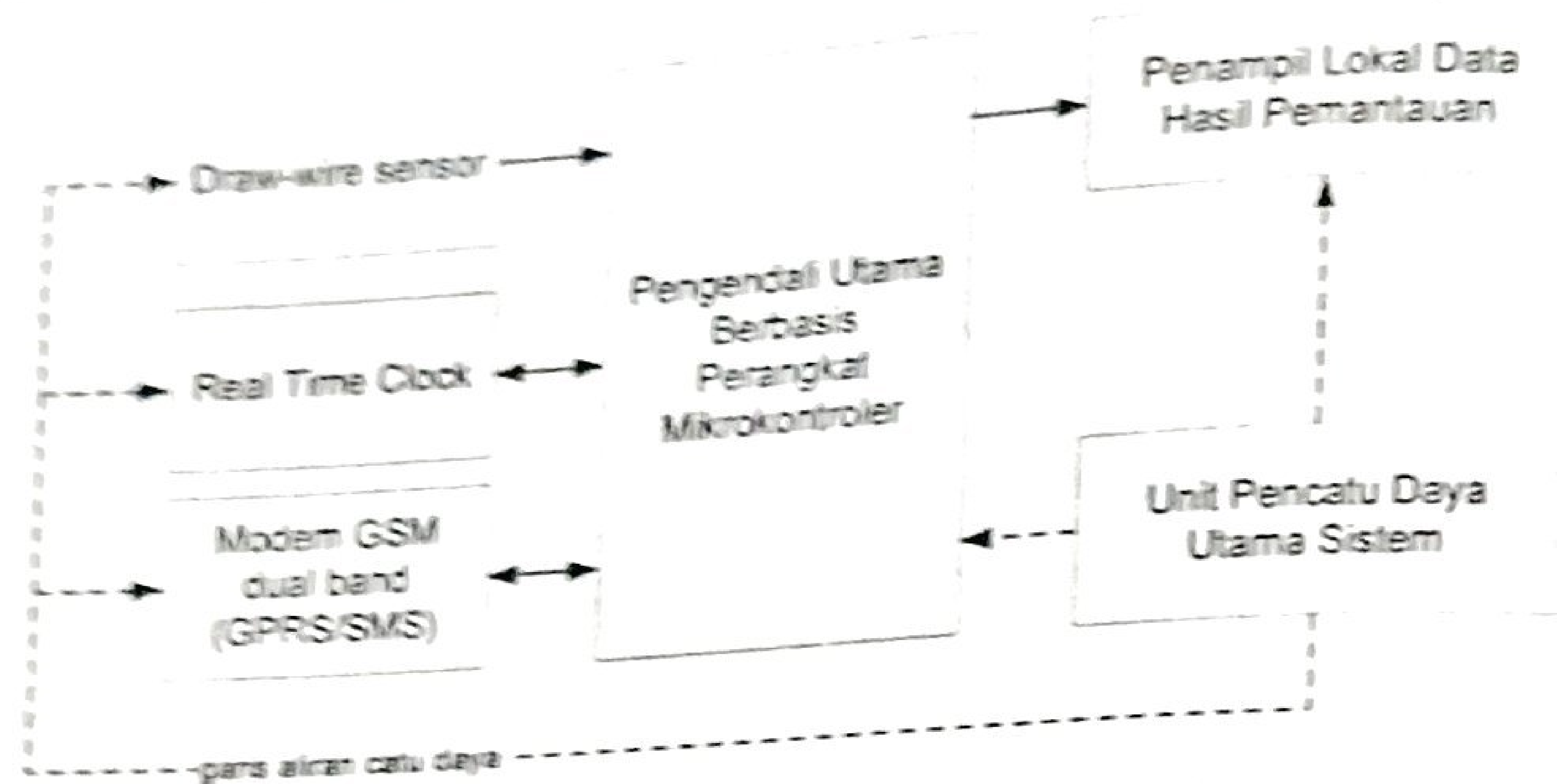
Sebelum menerapkan sistem deteksi atau peringatan dini dari suatu kawasan rawan bahaya bencana, salah satu tahapan adalah melakukan tindakan pemantauan area rawan bencana dalam rangka menemukan langkah-langkah mitigasi bencana alam itu sendiri. Kegiatan survei dilakukan untuk mengidentifikasi pola-pola gerakan tanah di kawasan-kawasan di mana longsor diperkirakan terjadi. Ini dilakukan dengan pengukuran geofisika dan geologi, dengan memasang alat-alat ukur gerakan tanah. Faktor-faktor yang memengaruhi kawasan lereng lereng rawan longsor dibandingkan kawasan lainnya ditinjau. Di antara faktor itu adalah jenis dan distribusi tanah dan batuan, kemiringan lereng, cara air mengalir di permukaan dan di bawah permukaan tanah, besaran pengaruh cuaca, dan kerentanan pecah pada batuan.

Sebagian pekerjaan survei, seperti kemiringan lahan (diturunkan dari data topografi dan kontur), deteksi aliran air permukaan, klasifikasi umum jenis tanah dapat dilakukan secara langsung menggunakan teknik penginderaan jauh (remote sensing). Sebagian lainnya dilakukan dengan memadukan pekerjaan survei lapangan dan interpretasi citra satelit. Pekerjaan survei dapat dibatasi untuk mengamati kawasan-kawasan contoh (sampling) yang digunakan untuk pemetaan kawasan luas dengan teknik pengolahan citra hasil penginderaan jauh.

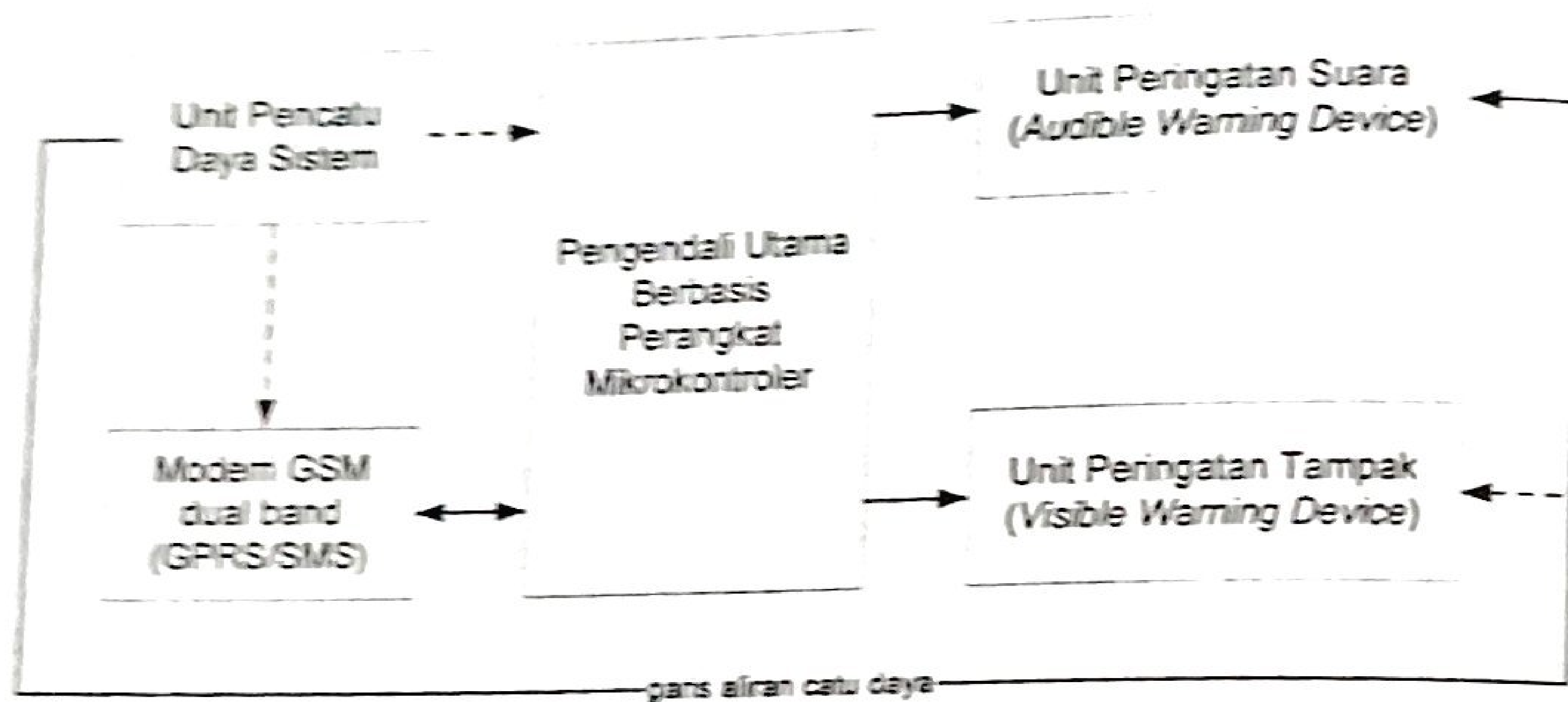
Sistem peringatan dini merupakan sebuah upaya untuk melakukan tindakan pencegahan (preventive) terhadap jumlahny korban manusia (yang paling utama) atau harta benda dari bencana alam yang mungkin saja terjadi. Alam akan selalu menunjukkan gejala-gejala yang bisa dikenali baik dengan indra manusia maupun dengan indra alat rekayasa teknologi. Dengan penerapan sistem peringatan dini diharapkan agar sebelum bencana terjadi, nyawa manusia maupun harta benda bisa dievakuasi pada lokasi yang aman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam rancangan penelitian yang akan dilakukan merupakan disain low cost yang berorientasi pada disain sederhana tapi memiliki tingkat keakuratan tinggi (*orde milimeter*) yang hanya mengukur satu parameter saja yaitu nilai geseran relatif tanah (*displacement*). Adapun kesatuan sistem peringatan dapat dilihat pada blok diagram di bawah ini:



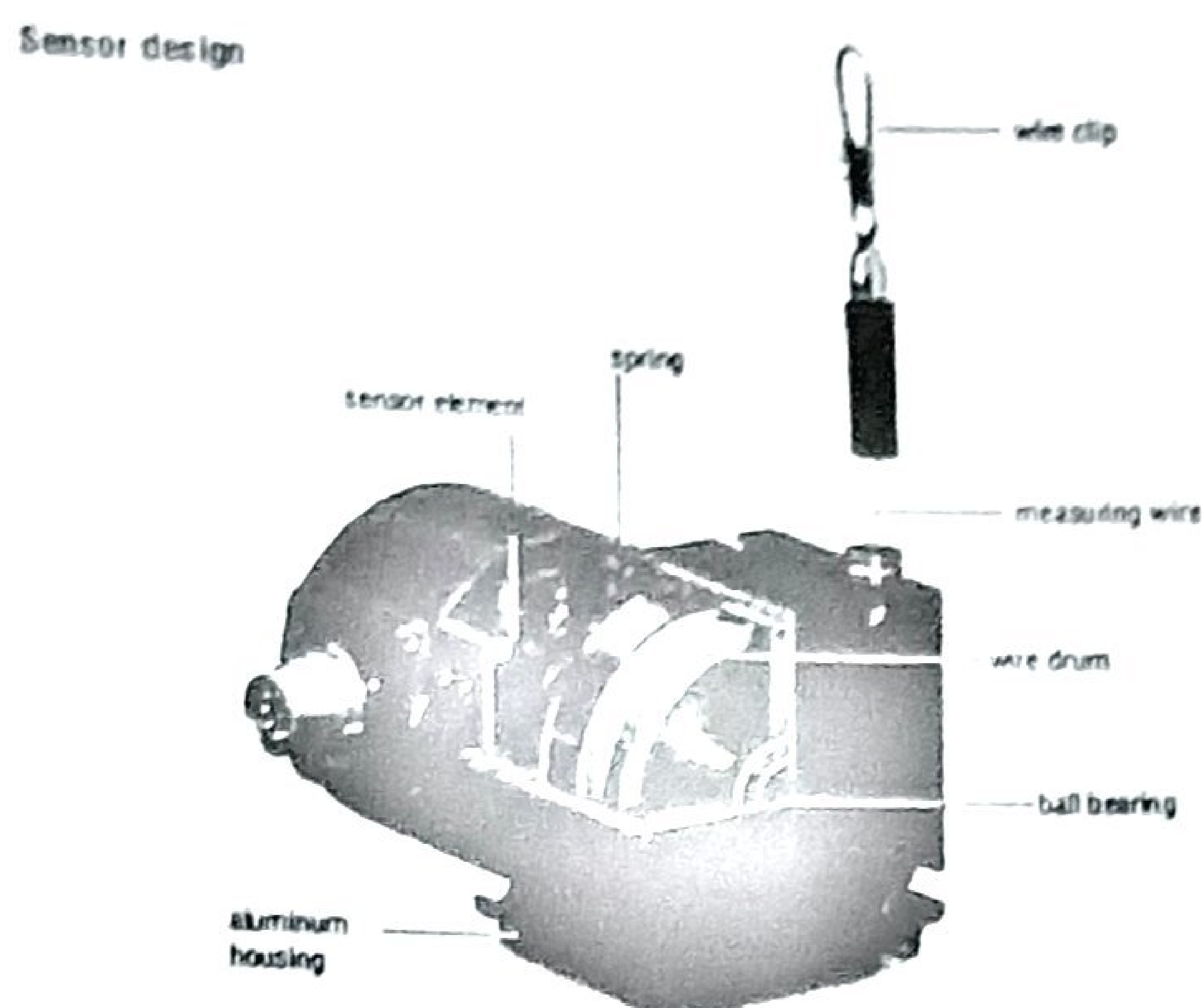
Gambar 1. Blok Diagram Unit Pemantau



Gambar 2. Blok Diagram Unit Peringatan Lokal

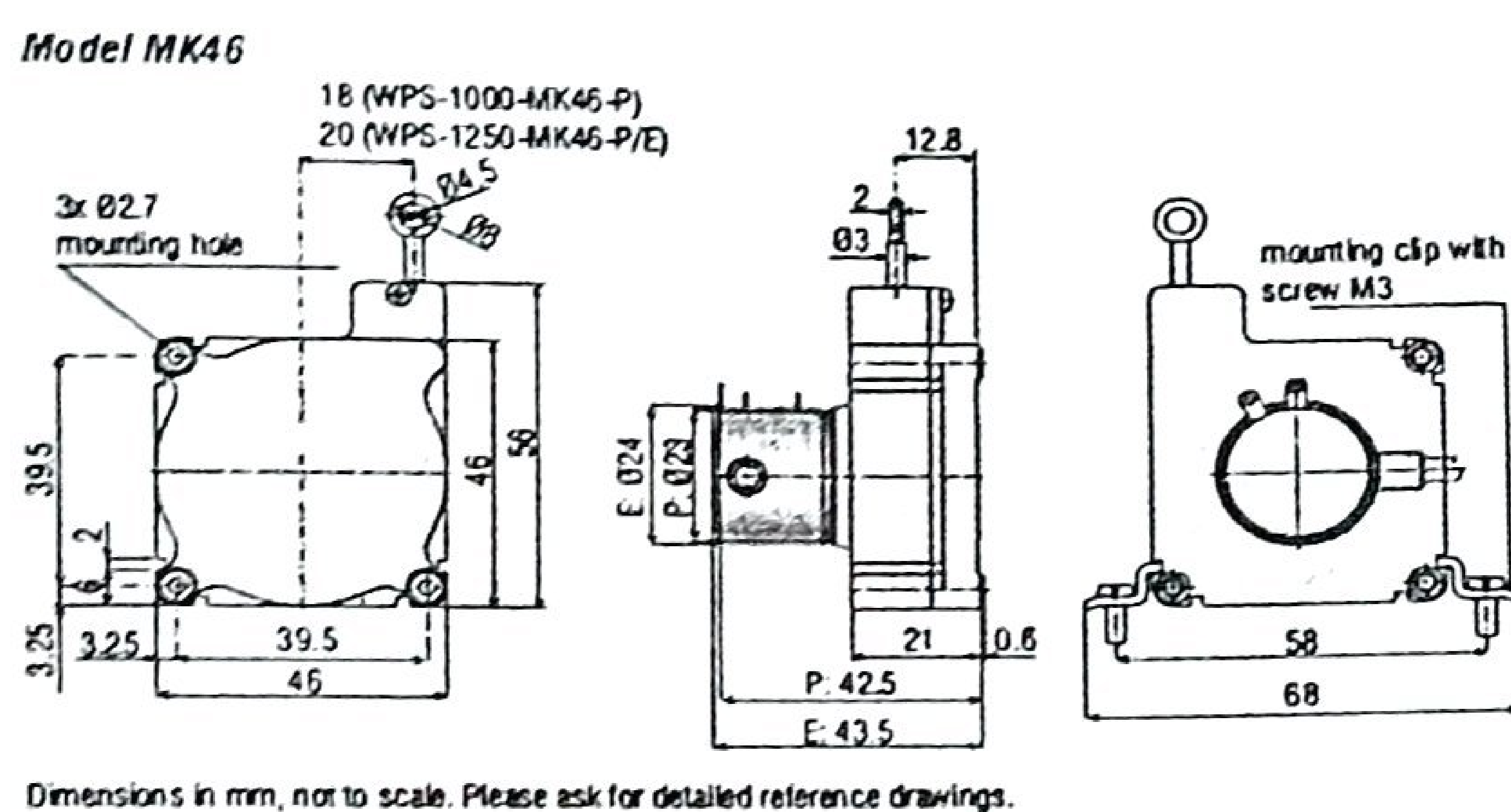
Perangkat sensor draw-wire

Sensor draw-wire merupakan sensor yang mengukur pergeseran posisi secara linier menggunakan kawat baja sangat lentur (*highly flexible steel cable*). Gambar berikut menunjukkan dimensi dan komposisi sensor secara utuh,



Gambar 3. Komposisi Sensor draw-wire

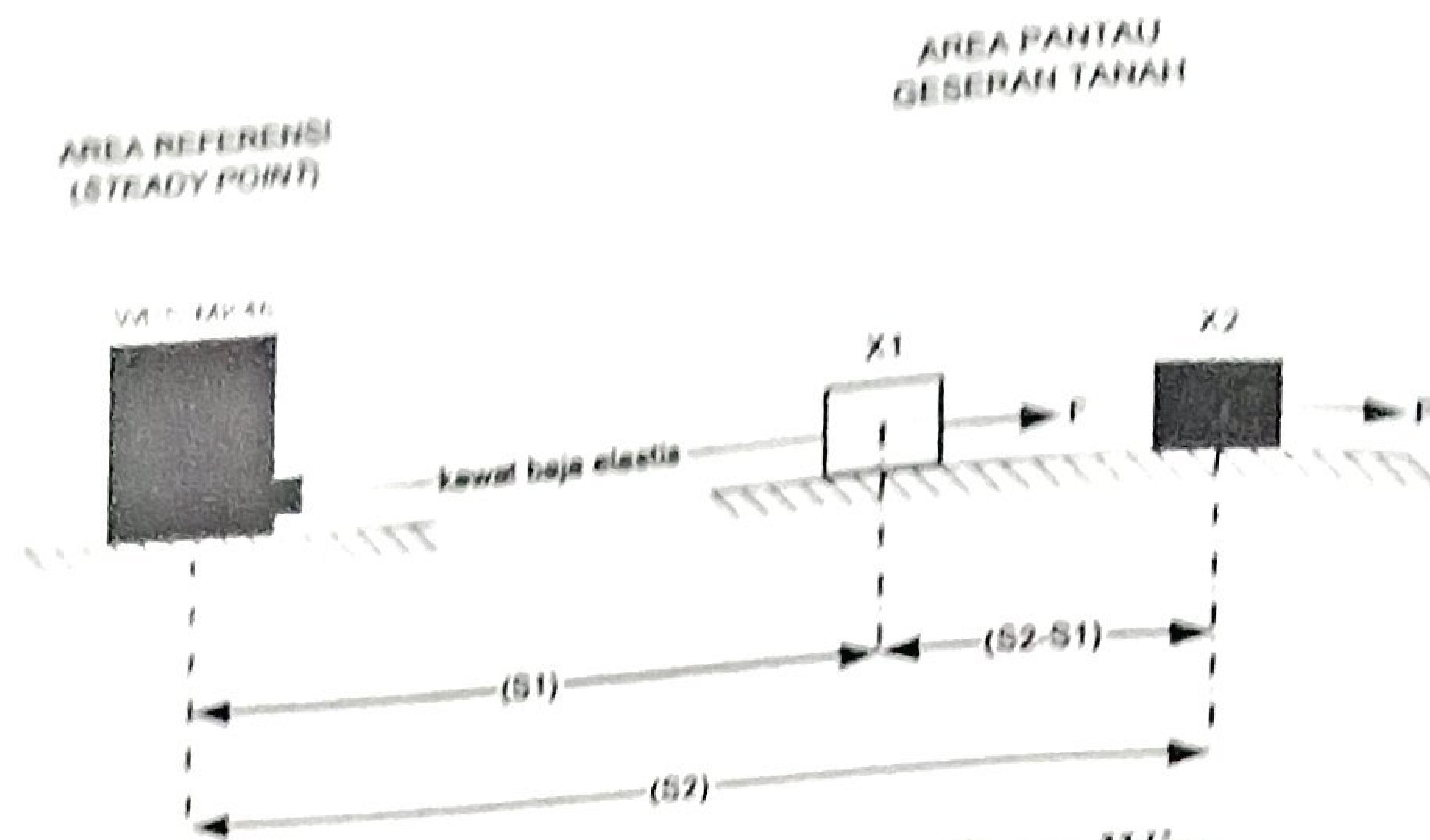
Gulungan kawat baja terkait pada elemen sensor yang menyediakan sinyal keluaran secara proporsional. Pengukuran dilakukan dengan sangat akurat dan dengan tanggapan dinamis yang tinggi. Dengan menggunakan bahan yang terjamin mutu dan kualitasnya akan membuat reliabilitas sensor semakin bagus pula pada kondisi lingkungan yang bervariasi sehingga kinerja operasionalnya mempunyai durabilitas yang tinggi.



Gambar 4. Dimensi Sensor Draw-wire Tipe WPS-MK46

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 bisa dipastikan lokasi yang secara empiris akan mendukung proses pemantauan. Pada ilustrasi berikut akan ditunjukkan instalasi sensor draw-wire pada lokasi (on site):



Gambar 5. Cara Kerja Sensor Draw Wire

Keterangan:

- WPS-MK46 = Tipe sensor draw-wire yang digunakan
- 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

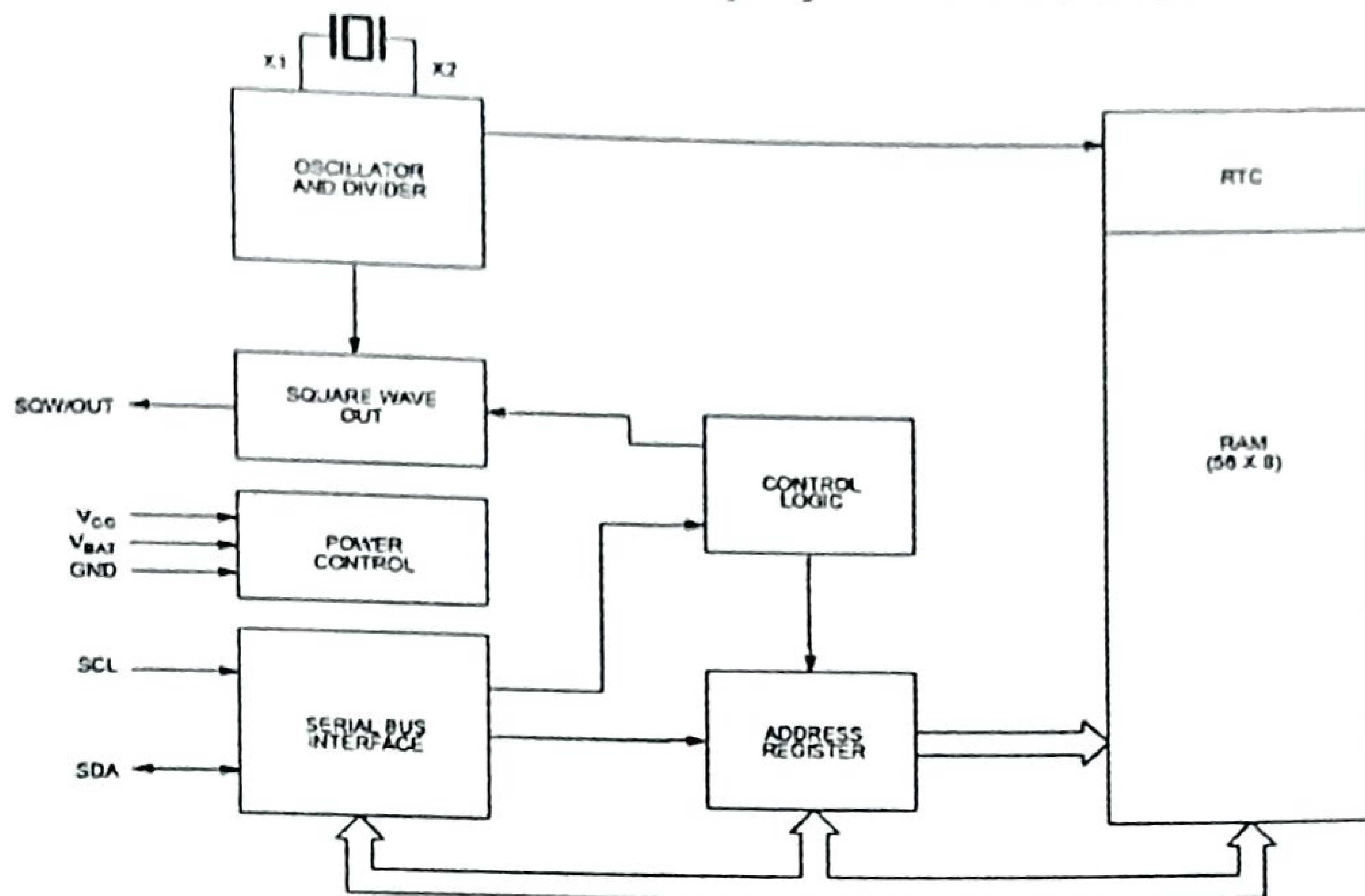
Antara sensor dengan titik pantau yang dihubungkan menggunakan kawat baja elastis menempati dua area yang berbeda, yaitu area dengan jenis tanah yang konstan (steady) dan area dengan jenis yang labil (berpotensi terjadi geseran) berdasarkan karakteristik geologi tanah setempat. Sehingga panjang kawat baja yang digunakan tidak ada ketetapan panjangnya (variabel), yang diperhatikan adalah selisih pengukuran jarak antara titik referensi dengan titik pemantauan tidak melebihi batas maksimal pengukuran sensor (maksimal 1250 mm). Besaran keluaran dari sensor jenis WPS-MK46 adalah tegangan analog linier terhadap nilai geseran yang terjadi. Untuk selanjutnya besaran analog keluaran akan diakuisisi oleh pengendali utama untuk diolah lebih lanjut.

Perangkat real time clock (RTC)

Perangkat ini merupakan perangkat pendukung yang akan dijadikan sebagai acuan dari sebuah peristiwa terhadap waktu (detik, menit, jam, tanggal, bulan dan tahun). Real time clock

akan menyimpan data-data waktu yang senantiasa berjalan seiring terjadinya beragam peristiwa, sehingga setiap data-data yang diambil akan didasarkan pada waktu (time base sampling).

Perangkat RTC pada perancangan peringatan dini yang akan digunakan menggunakan jenis I2C (Inter Integrated Circuit) dengan tipe DS1307 produksi Dallas Semiconductor. Pada bagan di bawah ini akan menjelaskan sub-sistem penyusun RTC DS1307:



Gambar 6. Blok Diagram RTC DS1307

RTC DS1307 mempunyai konsumsi daya yang sangat kecil dengan penyajian data-data kalender dalam format BCD (binary code decimal) dan terdapat tambahan 56 byte SRAM. Antara alamat dan data dikirimkan melalui 2-bus dua arah (SCL dan SDA). Data-data yang diberikan adalah informasi detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan dan tahun.

Perangkat pengendali berbasis Mikrokontroler

Keseluruhan kerja sistem dikendalikan oleh pengendali utama. Pengendali utama merupakan wujud dari perangkat cerdas yang mempunyai arsitektur layaknya otak manusia yang bisa melakukan analogi terhadap data masukan untuk diolah menjadi keluaran tertentu. Perangkat mikrokontroler merupakan salah satu bentuk pengendali utama yang sudah menerapkan teknologi mikro komputer yaitu integrasi sistem komputer dalam satu kemasan kecil (*embedded*).

Dalam perancangan sistem peringatan dini, jenis mikrokontroler yang digunakan adalah jenis RISC (*reduced instruction set computer*) dengan tipe AVR ATMEGA8535 produksi Atmel corp. yang memiliki banyak sekali fitur-fitur yang mendukung terhadap kebutuhan

sistem yang akan dirancang. Mikrokontroler ATMEGA8535 menggunakan teknologi 2.4V CMOS dengan konsumsi daya yang sangat rendah dengan arsitektur RISC. Pemilihan mikrokontroler jenis ini sangat tepat karena memiliki banyak kelebihan terutama hemat energi dengan kinerja pada kondisi yang tidak biasa (ekstrim). Dengan konsumsi daya yang rendah maka sistem suplai daya bisa dikombinasi dengan perangkat sel surya dan dengan kecepatan yang tinggi bisa mendukung komunikasi data yang cepat karena kecepatan dan ketepatan sangat dibutuhkan dalam merancang sistem peringatan dini terhadap ancaman bencana alam.

Perangkat penampil data lokal

Keberadaan penampil data lokal sebenarnya merupakan fungsi sekunder karena tidak terlalu penting dalam kinerja sistem secara keseluruhan. Akan tetapi penerapannya dalam rancangan merupakan perangkat tambahan dalam rangka mendukung fleksibilitas dan reliabilitas unit pemantau pada jangka waktu ke depan. Perangkat penampil berupa sebuah penampil data teks (simbol, huruf dan angka) yang mewakili makna-makna tertentu yang berhubungan dengan hasil pemantauan. Pada rancangan sistem yang akan diterapkan menggunakan penampil jenis LCD (liquid crystall display) yang menggunakan kode ASCII (American Standard Code For International Interchange) sebagai data komunikasi standard. Pada perancangan, jenis penampil yang akan diterapkan adalah jenis LCD 16x2 dengan tipe HD44780 produksi Hitachi.

Perangkat modem GSM dual-band (GPRS/SMS)

Dalam melakukan tindakan peringatan, sistem pemantau harus memiliki jangkauan komunikasi yang jauh dengan mempertimbangkan jangkauan aman antara lokasi pemantauan dengan titik-titik hubungan operasionalnya. Dengan menggunakan modem GSM akan memungkinkan menjalin komunikasi data dengan jangkauan yang sangat jauh (hampir seluruh wilayah bumi) dan dengan mudah koneksi pada layer komunikasi global (world wide web).

Di negara Indonesia komunikasi GSM menggunakan dual band frekwensi yaitu 900MHz dan 1800MHz dengan pembatasan daya maksimal handset sebesar 1 watt. Dalam melakukan komunikasi data yang kiranya tepat untuk keperluan data logging adalah menggunakan fasilitas SMS (Short Message Service) dan GPRS (General Packet Radio Service) dengan mempertimbangkan kesederhanaan dan kesesuaian (compatibility) dengan perangkat keras pendukungnya. Dalam perancangan yang akan dikembangkan, komunikasi data jarak jauh dalam rangka peringatan bencana dilakukan menggunakan layanan SMS dengan mengirimkan data text yang mengandung beberapa kelompok data dengan fungsi yang berbeda-beda (protokol penerjemahan informasi).

Teknologi layanan SMS mempunyai protokol komunikasi data (Protocol Data Unit/PDU) yang berisi tentang teknik komunikasi menggunakan handset GSM dengan bahasa perintah AT COMMAND. Dengan memahami PDU maka penerapan bahasa perintah AT COMMAND akan mudah dijalankan.

Tabel 1. Contoh Perintah AT COMMAND

AT Command	Fungsi
AT+CMGS	Mengirim pesan
AT+CMGR	Membaca pesan
AT+CMGF	Format pesan
AT+CMGD	Menghapus pesan
AT+CNMI	Prosedur unduh pesan baru
AT+CPMS	Pemilihan target memori
AT+CSMS	Pemilihan layanan pesan

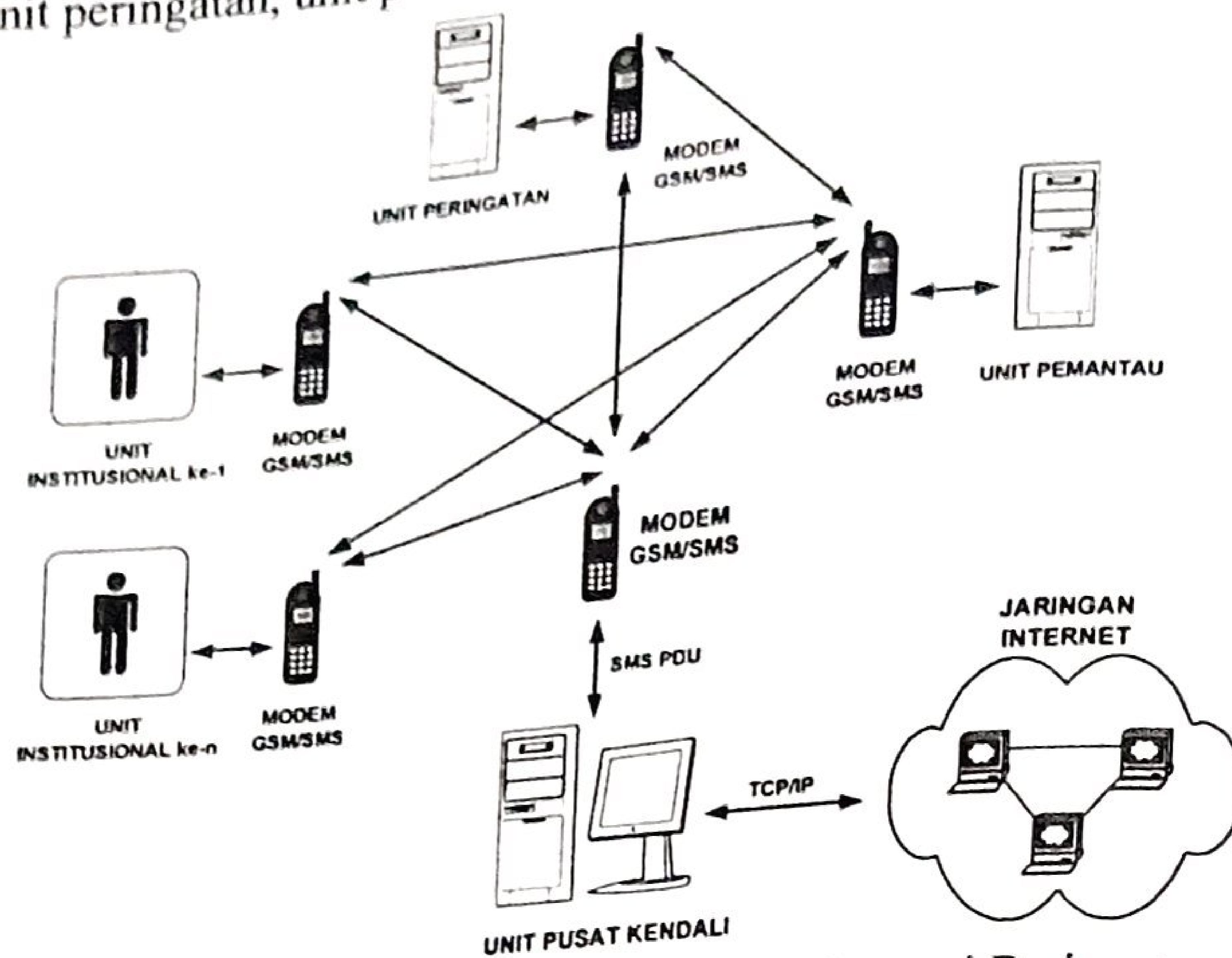
Perangkat Peringatan audible/visible

Dalam melakukan tindakan peringatan (warning) harus menggunakan media yang benar-benar tepat agar maksud dari peringatan itu benar-benar tersampaikan. Terdapat dua kategori peringatan yaitu peringatan bersifat lokal setempat dan peringatan bersifat personal. Untuk peringatan bersifat personal menggunakan media peringatan berupa informasi SMS yang ditujukan kepada personal (orang-orang tertentu) yang mempunyai kecakapan dan tanggung jawab dalam rangka melakukan langkah-langkah mitigasi bencana alam lebih lanjut (misal kepala desa setempat, Camat, Bupati, dll). Dan untuk peringatan yang bersifat lokal setempat menggunakan dua media yaitu suara (audible) dan tanda tampak (visible) dan bersifat insidental tanpa menunggu koordinasi perintah secara luas, hal ini karena orientasi peringatan lokal setempat adalah memanfaatkan waktu sekecil mungkin untuk dilakukannya tindakan evakuasi masyarakat (jiwa dan harta benda) sebelum bencana benar-benar terjadi.

Media peringatan suara diharapkan bisa memberikan tanda bagi masyarakat tanpa harus melihat tanda peringatan terutama bagi yang masih mempunyai indera pendengaran baik, akan tetapi untuk mengantisipasi respon bagi yang mengalami gangguan indera pendengaran maka tanda peringatan tampak sangat membantu dalam rangka memberikan peringatan sedini mungkin bagi mereka.

Bagan koordinasi kerja sistem peringatan dini

Dalam melakukan koordinasi kerja, sistem peringatan dini terbagi dalam empat kelompok yang mempunyai garis koordinasi masing-masing yaitu unit penginderaan & pemantauan, unit peringatan, unit pusat kendali dan unit institusional.



Gambar 7. Bagan Koordinasi Kerja Sistem Informasi Peringatan Dini

SIMPULAN

Dari penjelasan singkat yang telah dipaparkan di depan kiranya dapat ditarik kesimpulan yang selanjutnya diharapkan membuka wacana berfikir untuk menemukan metode-metode yang lebih baik dan handal. Adapun kesimpulan yang diperoleh:

Pengukuran nilai geseran tanah yang dilakukan dengan menggunakan sensor draw-wire dengan jenis WPS-MK46 dengan akurasi penukuran yang tinggi harga yang terjangkau akan meningkatkan reliabilitas unit pemantau sebagai unit yang low cost high accuracy.

Dengan menerapkan unit peringatan bersifat lokal maupun personal (institusional) akan lebih menjamin validitas peringatan terhadap bencana yang kemungkinan terjadi.

Peninjauan area rawan longsor dari sisi geo-teknik akan sangat mendukung dalam upaya penentuan titik referensi dan titik pantau geseran tanah dalam rangka penerapan sistem peringatan dini bahaya longsor.

Keberadaan unit pusat kendali akan lebih memperluas jaringan komunikasi data sehingga meningkatkan kemampuan akses dan lebih fleksibel.

Jika dalam periode mendatang kebutuhan transmisi data dirasakan semakin besar, maka penggunaan media SMS sudah tidak bisa mendukung sehingga layanan GPRS merupakan alternatif yang sangat baik dalam mendukung transmisi data besar dengan kecepatan tinggi.

Dengan menerapkan pengambilan data berdasarkan waktu (time base sampling) akan memberikan data hasil pemantauan pada periode-periode tertentu sehingga dari data-data yang ada dapat dikorelasikan dengan data-data hidro-geologi area pemantauan kemudian dapat ditentukan karakteristik alamiah daerah setempat berkaitan dengan tingkat kerawanan bencana serta mitigasi bencana yang akan dilakukan ke depan.

Penerapan sistem peringatan dini seberapapun besar wujud dan ketelitiannya akan lebih bisa membantu masyarakat untuk lebih waspada terhadap ancaman bencana alam dari pada tidak ada sama sekali. Sehingga keberadaan sistem peringatan dini hendaknya didukung oleh segenap lapisan masyarakat untuk kehidupan yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Gili J.A.; Corominas J. (2000): Using Global Position System Techniques in Landslide Monitoring, *Engineering Geology (Special issue)*, 55:167-192
- Goodstein, Leonard D., Timothy M. Nolan, and J. William Pfeiffer, 1993, *Applied Strategic Planning, A Comprehenship Guide*, Mc. Graw Hill, New York.
- Guo J J.; Yang Z.; Ding P.; Zhou X Zhu. (2004): Application of GPS on landslide monitoring- A case study of Xiakou landslide, *Journal of Geomechanics (in Chinese)*. 10(1): 63-70
- Hadisantono.RD dan Bronto S. (1994), Sistem peringatan dini bahaya letusan gunungapi, Seminar nasional Mitigasi Bencana alam, UGM Yogyakarta.
- Karnawati.D. (2002), Bencana Alam Longsor di Indonesia: kasus longsor yang terjadi di Kabupaten Purworejo dan Kulon Progo, Workshop PMBA, Jurs.T.Geologi FT-UGM BAPPEDA Bali, Yogyakarta.
- Karnawati.D. (2002), Manajemen Bencana Alam Gerakan Tanah di Indonesia: Evaluasi dan Rekomendasi, Workshop PMBA, Jurs.T.Geologi FT-UGM BAPPEDA Bali, Yogyakarta.
- Suryolelono, KB. (2002), Bencana Alam Tanah Longsor Perspektif Ilmu Geoteknik, Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Pada Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- 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