

DETEKSI LAHAR MENGGUNAKAN KOMBINASI SENSOR KEDALAMAN DAN SENSOR TEKANAN MEMANFAATKAN JARINGAN SENSOR NIRKABEL PLATFORM IQRF

Agung Priyanto

Program Studi Teknik Informatika
STMIK Jenderal Achmad Yani Yogyakarta

agungpriyanto@hotmail.com

Abstrak

Alat pemantau lahar idealnya dipasang di daerah terpencil yang jauh dari pemukiman mendekati sumber aliran. Hal ini dimaksudkan agar penduduk di sekitar aliran memiliki cukup waktu untuk menyingkir jika akan terjadi banjir lahar. Masalah yang muncul, di daerah terpencil tidak ada infrastruktur sumber daya listrik untuk memberi daya alat pemantau dan infrastruktur komunikasi dari alat pemantau ke pusat pemantauan yang jauh letaknya.

Jaringan sensor nirkabel atau wireless sensor network (WSN) yang autonomous, real time, kompak dan hemat energi merupakan pilihan yang tepat untuk pemantauan di daerah terpencil seperti halnya pada pemantauan lahar dingin. Dengan pemilihan topologi yang sesuai dan ujung depan sensor yang tepat dan akurat dapat mendukung dibangunnya sistem peringatan dini banjir lahar dingin yang murah namun handal. Kombinasi sensor kedalaman aliran dan sensor tekanan fluida digunakan mendeteksi material alir yang dapat berupa air atau lahar.

Percobaan dilakukan untuk memperoleh data kedalaman aliran dan tekanan fluida sehingga menghasilkan dua persamaan regresi untuk dua material alir tersebut, dengan harapan dapat digunakan untuk memberikan informasi material alir suatu sungai yang berhulu di gunung berapi.

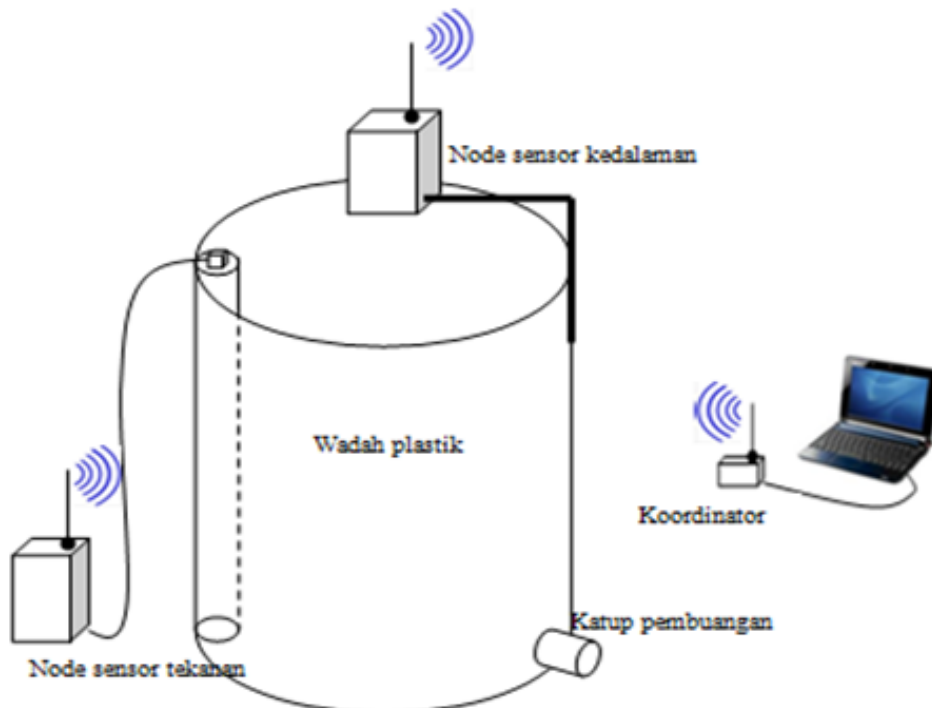
Kata Kunci: WSN IQRF, sensor kedalaman aliran, sensor tekanan fluida, persamaan regresi.

1. Pendahuluan

Lahar dingin atau lahar adalah kata dalam bahasa Jawa yang berarti material alir dari gunung berapi berupa campuran abu vulkanik (*rock debris*) dan air (Lavigne, et al., 2007). Lahar dalam volume besar dapat mengakibatkan bencana di daerah yang dilaluinya, bahkan dapat mengubur daerah pemukiman seperti yang terjadi di daerah aliran Kali Putih, Muntilan, Jawa Tengah (Daryono, 2011). Deteksi kejadian banjir lahar dingin dapat dikaitkan juga dengan deteksi aliran *debris* yang terjadi di daerah berbukit-bukit. Deteksi yang sudah dilakukan dapat menggunakan bandul, kawat bentangan, sensor ultrasonik dan kamera (Arattano dan Marchi, 2007). Selain itu, geofon dapat digunakan untuk mendeteksi getaran tanah di sekitar aliran *debris* atau lahar (Galgaro, et al., 2005).

Dalam penerapannya, sensor-sensor yang telah disebutkan tadi banyak menggunakan perkabelan untuk pemasangannya sehingga rawan rusak ketika terjadi terjangan lahar. Kebutuhan akan catu daya yang besar membuat perangkat tersebut tidak cocok digunakan untuk durasi pemantauan yang lama jika menggunakan baterai. Demikian juga dengan jalur komunikasi antara sensor-sensor dengan pusat pemantau atau pengumpul data, biasanya masih menggunakan perkabelan atau jika menggunakan komunikasi radio membutuhkan daya yang besar. Hal ini akan membuat kerja perangkat bergantung kepada kehadiran jaringan listrik di daerah tersebut.

Tulisan ini menawarkan pendeteksian lahar menggunakan kombinasi kedalaman aliran dan tekanan fluida dengan komunikasi data nirkabel memanfaatkan WSN yang hemat energi, *autonomous*, dan *real time*. Kombinasi data kedalaman dan tekanan fluida dapat digunakan untuk membedakan viskositas atau kekentalan fluida. Dalam penelitian ini, kombinasi tersebut dimanfaatkan untuk membedakan dua macam fluida, air dan lahar. Dengan asumsi bahwa dalam suatu saluran yang dideteksi hanya mungkin dialiri air atau lahar, seperti halnya sungai-sungai yang berhulu di suatu gunung berapi. Namun demikian, penelitian yang sudah dilakukan untuk tulisan ini merupakan percobaan di laboratorium dan bukan di lapangan yang sesungguhnya. Gambar 1 menunjukkan skema percobaan yang telah dilakukan.



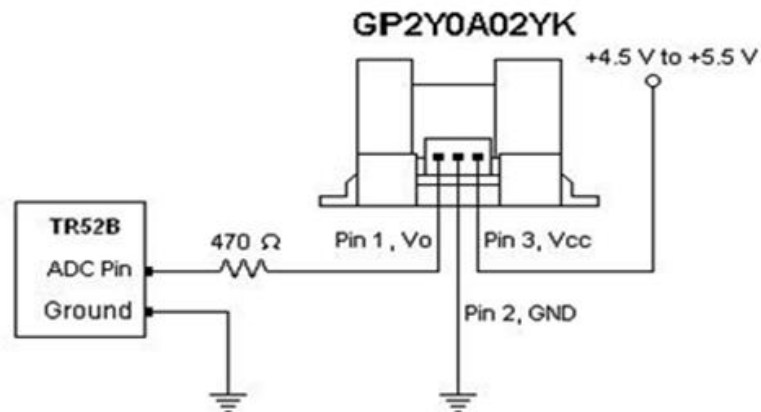
Gambar 1 Skema Percobaan

2. Metode

2.1 Perancangan Perangkat Keras

2.1.1 Node Sensor Kedalaman

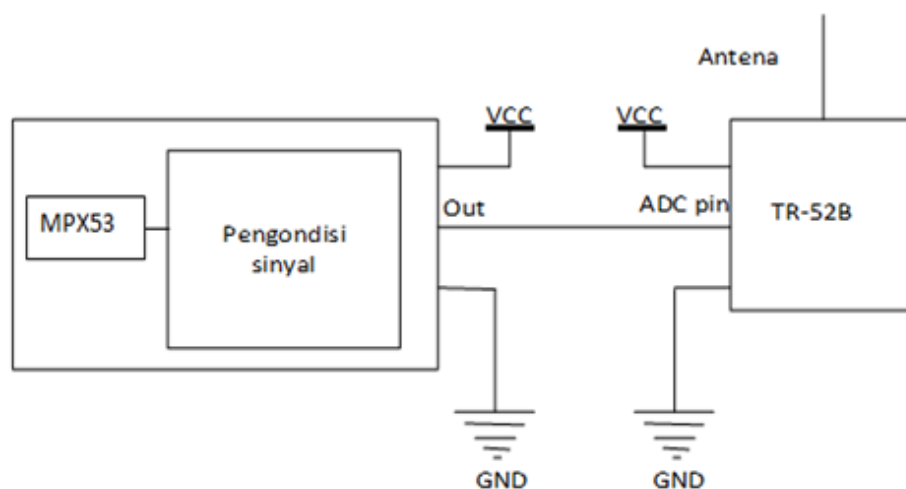
Pengukur kedalaman memiliki ujung depan sensor jarak seri GP2Y0A02YK dari SHARP yang dimanfaatkan untuk mengukur kedalaman dari 20 cm sampai 150 cm (Sharp Corporation, 2006). Seri tertentu mampu mengukur hingga 500 cm. Untuk percobaan yang telah dilakukan, seri GP2Y0A02YK sudah mencukupi mengingat kedalaman maksimal hanya 50 cm. Skema rangkaian sensor kedalaman dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Skema rangkaian *node* sensor kedalaman

2.1.2 Node Sensor Tekanan

Pengukur tekanan menggunakan ujung depan sensor tekanan seri MPX53 (Freescale Semiconductor, 2009), yang dapat dirancang untuk keperluan pengukuran tekanan fluida. Gambar 3 memperlihatkan skema rangkaian *node* sensor tekanan fluida.

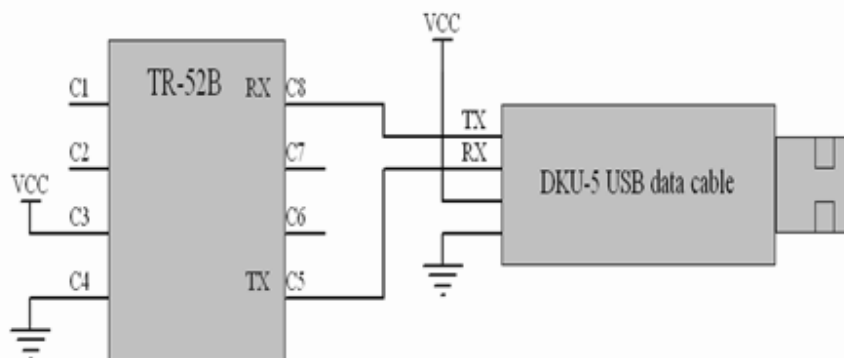


Gambar 3 Skema rangkaian *node* sensor tekanan fluida

Keluaran peranti MPX53 merupakan tegangan analog searah yang bersesuaian dengan satuan tekanan, Pa (Pascal). Tegangan keluaran ini sangat kecil dibandingkan dengan *range* tegangan *Analog-to-Digital Converter* (ADC) yang ada pada modul TR-52B, sehingga perlu penyesuaian. Dibutuhkan pengkondisi sinyal berupa penguat operasional yang dirangkai menjadi penguat takmembalik dengan peroleh atau *gain* sebesar 10 kali. Tegangan pengkondisi sinyal yang menjadi masukan TR-52B akan dikirimkan ke PC via koordinator. Tegangan ini sengaja tidak dikonversi kembali ke satuan Pa karena hanya digunakan untuk membandingkan tekanan air dan tekanan lahar pada kedalaman yang sama. Grafik tekanan versus kedalaman ditampilkan dalam satuan volt versus sentimeter.

2.1.3 Koordinator

Koordinator terdiri atas *transceiver* TR-52B dan kabel data USB DKU-5 yang biasanya digunakan untuk kabel data telepon seluler. Diperlukan modifikasi agar kabel data ini dapat digunakan untuk mengkonversi keluaran serial TR-52B menjadi data serial USB yang dapat diakses PC. Gambar 4 merupakan skema rangkaian koordinator yang dimaksudkan.



Gambar 4 Skema rangkaian koordinator

2.2 Deployment WSN

Perangkat keras WSN yang telah selesai dirancang dan dikalibrasi sensor-sensornya kemudian siap di-*deploy*. *Deployment* WSN menggunakan topologi IQMESH dari IQRF. Protokol IQMESH ini terbukti ringan dan portabel untuk mikrokontroler-mikrokontroler murah dengan sumber daya terbatas (MICRORISC s.r.o., 2009). Terlebih, perangkat *transceiver* IQRF seperti TR-52B sangat hemat daya, menarik arus yang sangat kecil dan mampu menjangkau jarak 700 meter antar hop dengan antena kecil (MICRORISC s.r.o., 2009),

sehingga sangat cocok untuk penerapan seperti *monitoring* lingkungan di daerah terpencil. Catu daya untuk perangkat ini adalah baterai Lithium Ion 3.7 Volt, 2000 mAh yang dapat dimuati ulang dengan charger dari panel sel surya 10 Wpeak.

Dalam percobaan yang telah dilakukan, untuk mengambil data kedalaman dan tekanan air atau lahar dibutuhkan paling tidak 3 (tiga) *transceiver* TR-52B; 2 (dua) *transceiver* untuk sensor kedalaman dan sensor tekanan, 1 (satu) *transceiver* difungsikan sebagai koordinator, terhubung dengan komputer (PC). Koordinator ini bertugas untuk menginisiasi pengambilan data dengan mengirimkan *request* ke *node-node* sensor. *Node-node* sensor mengirimkan data yang dimaksudkan ke koordinator untuk kemudian ditampilkan dan disimpan di PC. Gambar 5 memperlihatkan sistem tersebut.



Gambar 5 Sistem yang digunakan untuk mengambil data

2.3 Konversi Data dan Penampil

Data yang telah dikumpulkan koordinator dan disimpan di PC merupakan data hasil pengolahan data biner 10 bit dari *node* sensor. Pengolahan yang dimaksudkan adalah konversi biner menjadi desimal sesuai dengan persamaan:

$$V_{out} = \frac{data\ biner}{1024} \times V_{ref} \dots\dots\dots(1)$$

dengan:

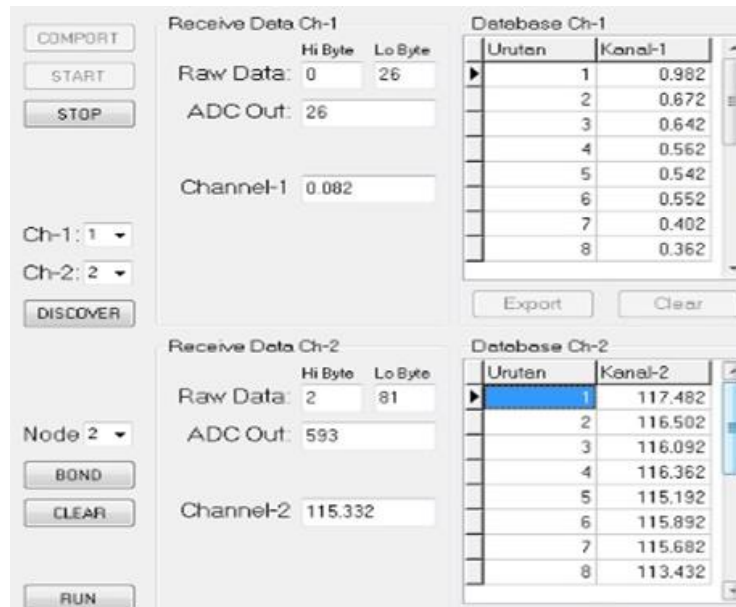
- *data biner* = 10 bit dari *node*
- V_{ref} untuk TR-5B = 3 volt.

Sebagai contoh misalkan PC menerima data biner 1010101010 (desimal=682), maka akan ditampilkan tegangan analog sebesar:

$$V_{out} = \frac{682}{1024} \times 3$$

$$V_{out} \approx 1,99\ \text{volt}$$

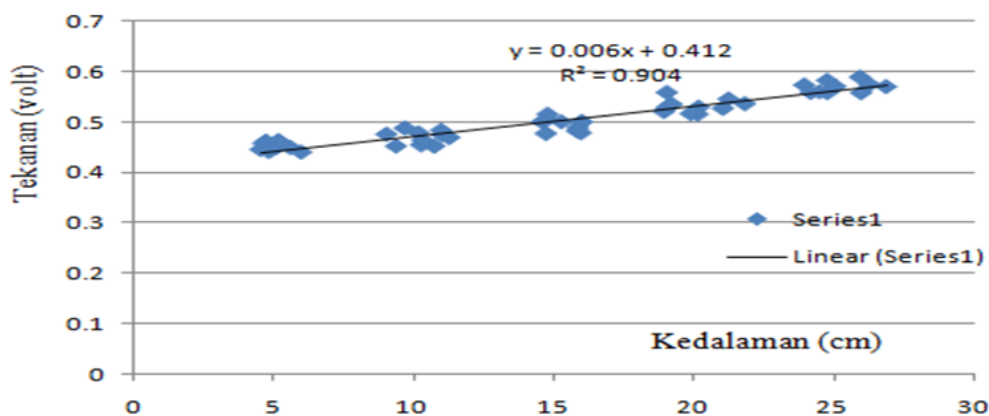
Penampil data merupakan *interface* yang dibangun menggunakan Delphi dengan komponen tambahan CportLib untuk menyediakan *port* komunikasi, TscExcelExport VCL untuk mengekspor data yang diperoleh ke MS Excel sehingga mempermudah dalam hal pengolahan data dan penyimpanan. Gambar 6 memperlihatkan tampilan yang dimaksudkan.



Gambar 6 Tampilan data

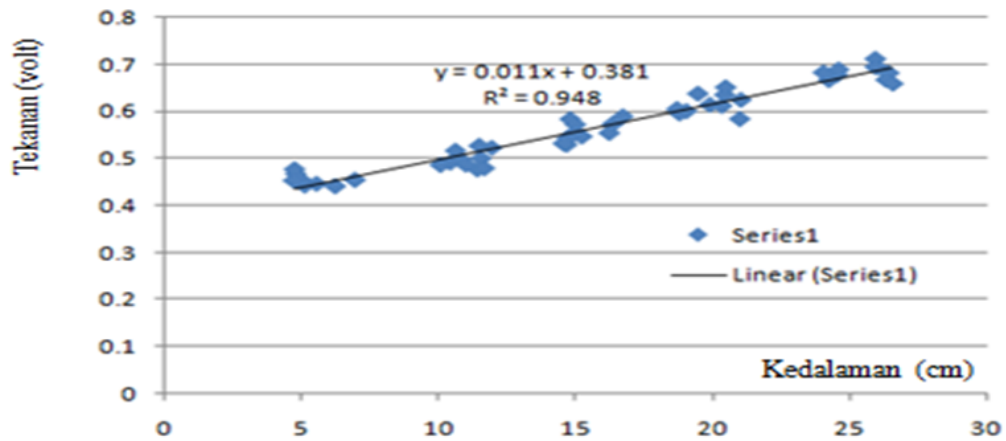
3. Hasil dan Analisis

Dari 10 (sepuluh) kali percobaan menggunakan air, diperoleh data yang jika diolah menggunakan regresi linier model *least square* diperoleh *chart* seperti pada Gambar 7, sekaligus diperoleh persamaan regresinya.



Gambar 7 Chart dan persamaan regresi data percobaan menggunakan air

Percobaan menggunakan lahar menghasilkan data yang jika ditampilkan dalam bentuk *chart* dapat dilihat pada Gambar 8. Dalam gambar tersebut juga ditampilkan persamaan regresinya.



Gambar 8 Chart dan persamaan regresi data percobaan menggunakan lahar

Goodness of fit dari model *least square* divalidasi menggunakan beberapa metode, baik secara grafis menggunakan histogram, uji normal *Q-Q plot of residuals*, maupun menggunakan uji normalitas Kolmogorov-Smirnov (Priyanto, 2013) dengan bantuan SPSS. Dari hasil uji normalitas dengan beberapa metode tersebut diperoleh bahwa data yang diperoleh terdistribusi normal.

4. Kesimpulan

Percobaan menggunakan air menghasilkan persamaan regresi $y = 0.006x + 0.41217.69$, sedangkan percobaan menggunakan lahar menghasilkan persamaan regresi $y = 0.011x + 0.381$. Dari 2 (dua) persamaan tadi dapat disimpulkan bahwa koefisien regresi pada percobaan menggunakan lahar lebih besar daripada koefisien regresi pada percobaan menggunakan air. Perbedaan koefisien regresi ini dapat digunakan untuk membedakan material alir, air atau lahar.

Daftar Pustaka

- Arattano, M. & Marchi, L., 2007. Systems and Sensors for Debris-flow Monitoring and Warning, *Sensors 2008*, 8, pp. 2436-2452.
- Daryono, 2011. *Artikel Kebumihan: Ancaman Banjir Lahar Merapi*. [Online] Available at: http://data.bmkg.go.id/share/Dokumen/artikel-ancaman_banjir-lahar-merapi-daryono-bmkg-2011.pdf [Accessed 03/01/2014].
- Freescale Semiconductor, 2009. *MPX53 Datasheet*. [Online] Available at: http://cache.freescale.com/files/sensors/doc/data_sheet/MPX53.pdf [Accessed 03/08/2014].
- Galgaro, A., Tecca, P. R., Genevois, R. & Deganutti, A. M., 2005. Acoustic Module of The Acquabona (Italy) Debris Flow Monitoring System. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 5, pp. 211-215.
- Lavigne, F., Thouret, J. C., Hadmoko, D. S. & Sukatja, C. B., 2007. Lahars in Java: Initiations, Dynamics, Hazard Assesment and Deposition Processes. *Forum Geografi*, 21(1), pp. 17-32.
- MICRORISC s.r.o, 2009. *IQRF Operating System Version 3.00 for TR-52B and TR-53B User's Guide*. [Online] Available at: <http://www.iqrf.org/weben/index.php?sekce=products&id=tr-52b&ot=transceivers&ot2=tr-52b> [Accessed 03/01/2014].
- Priyanto, A., 2013, Pengembangan Purwarupa Sistem Pemantau Banjir Lahar Dingin Memanfaatkan Pengukuran Intensitas Getaran dan Kedalaman Berbasis Jaringan Sensor Nirkabel IQRF. *Tesis*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Universitas Gadjah Mada.
- Sharp Corporation, 2006. *GP2Y0A02YK Datasheet*. [Online] Available at: <http://www.sharpsme.com/download/GP2Y0A02YK-DATA-SHEETPDF> [Accessed 03/01/2013].