

## Rancang Bangun Sistem Deteksi Dini Longsor Berbasis Fuzzy C Means Wireless Sensor Network (FCM-WSN)

Sari Ayu Wulandari<sup>1</sup>, I Ketut Swakarma<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Fakultas Teknik Universitas Dian Nuswantoro  
Email : sariayu6@gmail.com, Tut\_macho@yahoo.co.id

### ABSTRAK

Sistem deteksi dini longsor digunakan untuk mengetahui posisi pergeseran tanah di permukaan bumi. Sistem ini menjadi sangat dibutuhkan manakala pergeseran tanah tidak beraturan, atau menyebar. Semarang, merupakan sebuah kawasan perbukitan yang sangat rentan terhadap tanah longsor. Deteksi longsor telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya diantaranya adalah peneliti dari Universitas Hasanudin [1], Universitas Sumatra Utara [2], Lipi [3], Universitas Petra [4], UGM [5] dan beberapa universitas terkemuka lainnya. Kebanyakan sistem deteksi dini yang dikembangkan masih berorientasi pada sistem satu perangkat. Beberapa peneliti dari manca Negara telah melakukan penelitian tentang WSN, diantaranya adalah [6-9]. WSN merupakan sebuah metode jaringan sensor terintegrasi yang mengambil sinyal dari array sensor. Sistem fuzzy digunakan oleh Universitas Islam Malang (Unisma) [10], UGM [1] dan UAD, maupun manca negara [11-14]. Sistem fuzzy C-Means yang dibangun, didasarkan pada setting poin yang diambil dari data tertinggi dan data terendah dari sistem, berikutnya dari informasi asli, dilakukan pengklasteran menggunakan PCA untuk mengetahui validitas data, apakah data telah terkuster ataukah belum. Dari hasil PCA-FCM 4 kluster TBSU (Timur-Barat-Selatan dan Utara) dapat diambil kesimpulan bahwa data awal valid, dilihat dari repeatibilitas sensor yang direpresentasikan dalam bentuk grafik spider. Tingkat pengenalan pada data pembelajaran untuk metode PCA-FCM dengan batas kluster lingkaran menghasilkan tingkat pengenalan yang kecil yaitu 87.5%, hal ini karena nilai sudut 30% dan 45% masih tercampur, berikutnya dilakukan pengujian data pembelajaran dengan menggunakan metode PCA-FCM dengan batas kluster elips menghasilkan tingkat pengenalan yang lebih besar yaitu 100%. Rekomendasi metode yang digunakan untuk melakukan deteksi longsor yang berbasis fuzzy adalah menggunakan metode ekstraksi cirri PCA, dengan analisis kluster menggunakan metode FCM dengan batas kluster yang berbentuk elips.

**Kata kunci :** Fuzzy C-Means, PCA (Principle Component Analysis), Longsor

### 1. PENDAHULUAN

Sistem deteksi dini longsor digunakan untuk mengetahui posisi pergeseran tanah di permukaan bumi. Sistem ini menjadi sangat dibutuhkan manakala pergeseran tanah tidak beraturan, atau menyebar. Semarang, merupakan sebuah kawasan perbukitan yang sangat rentan terhadap tanah longsor. Deteksi longsor telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya diantaranya adalah peneliti dari Universitas Hasanudin [1], Universitas Sumatra Utara [2], Lipi [3], Universitas Petra [4], UGM [5] dan beberapa universitas terkemuka lainnya. Kebanyakan sistem deteksi dini yang dikembangkan masih berorientasi pada sistem satu perangkat. Padahal, daerah longsor sangatlah luas. Pertanyaan yang sering muncul adalah, pada sisi mana dilokasi longsor, perangkat deteksi dini itu diletakkan?. Kesalahan peletakan perangkat, akan mengakibatkan kesalahan fatal. Hal ini dapat dikurangi dengan cara melakukan peletakan perangkat terpadu di beberapa titik rawan longsor, yang disebut dengan WSN (Wireless Sensor Network). WSN sendiri merupakan sebuah topik penelitian terbaru. WSN muncul pada akhir abad ke-20. Beberapa peneliti dari manca Negara telah melakukan penelitian tentang WSN, diantaranya adalah [6-9].

WSN merupakan sebuah metode jaringan sensor terintegrasi yang mengambil sinyal dari array sensor. Sinyal yang dihasilkan dari array sensor kemudian akan dikelompokkan dengan menggunakan metode FCM (Fuzzy C Means), yang kemudian akan muncul keputusan, di daerah mana terjadi longsor beserta luasannya. Secara umum, penelitian tentang logika fuzzy telah dilakukan oleh beberapa peneliti Nasional. Sistem fuzzy digunakan oleh Universitas Islam Malang (Unisma) [10], UGM [1] dan UAD, maupun manca negara [11-14]. Dengan adanya sistem fuzzy, akan mudah untuk melakukan pengelompokan data potensi longsor. Pada penelitian ini akan dilakukan pengelompokan berdasarkan potensi longsor besar dan kecil.

Dari penjelasan diatas, penelitian tentang sistem deteksi dini longsor di Semarang dengan metode FCM-WSN menjadi sesuatu hal yang sangat urgen dilakukan mengingat selama ini penelitian masih hanya menggunakan satu perangkat.

### 2. METODE PENELITIAN

Dalam penyusunan laporan penelitian ini menggunakan metode sebagai berikut :

#### a. Lokasi Penelitian

Laboratorium Teknik Informatika UDINUS

b. Objek Penelitian

Objek yang diteliti adalah arah longsor dipandang dari 3 dimensi.

c. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer, yaitu langsung dari sensor accelerometer yang digunakan

d. Metode Analisa Data

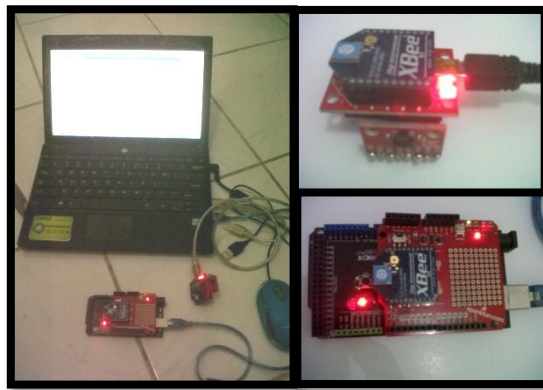
Data yang telah dikumpulkan kemudian diolah dengan menggunakan matlab 2012 untuk mendapatkan kluster PCA, kemudian dianalisa berdasarkan metode fuzzy C-Means dengan batas kluster bentuk lingkaran dan bentuk ellips. Data-data hasil analisis kemudian dijadikan rekomendasi untuk memilih metode yang tepat untuk instrumen deteksi longsor yang menggunakan WSN

e. Cara Penafsiran dan Penyimpulan Hasil Penelitian

Kesimpulan didasarkan pada hasil sintesis tingkat pengenalan dari analisis data. Hasil dari penelitian ini adalah berupa rekomendasi rekomendasi untuk memilih metode yang tepat untuk instrumen deteksi longsor yang menggunakan WSN.

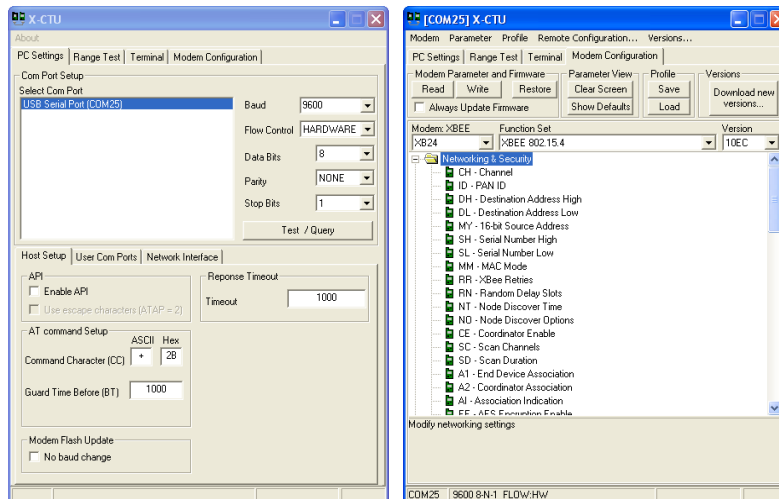
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap implementasi, diawali dengan melakukan perangkaian dan setting perangkat kemudian dilanjutkan dengan pengukuran setiap unit perangkat yang digunakan.



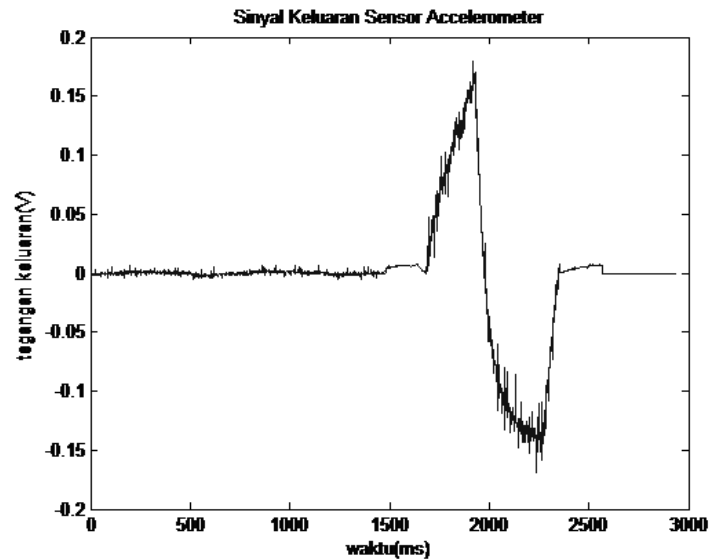
Gambar 1. Hardware Sistem Pendeteksi Dini Longsor

Kemudian dilakukan pengkodean, untuk mengontrol dan menghubungkan antara perangkat yang satu dengan perangkat yang lain. Sistem catu daya diambilkan dari USB yang dikoneksikan dengan komputer sebesar 5V DC. Sedangkan sistem komunikasi serialnya menggunakan kabel dari ke-2 perangkat, yaitu kabel USB mini dan kabel FTDI, yang dikontrol menggunakan modul arduino. Gambar 16 memperlihatkan tentang modul dari deteksi dini longsor. Dari sistem tersebut, kemudian dilakukan setting PC dan konfigurasi modem.



Gambar 2. Setting Port Usb Serial Dan Konfigurasi Modem

Data diambil dari hyperterminal yang kemudian disimpan dalam format \*.txt. Data dengan format \*.txt, kemudian di-importkan ke excel untuk diolah lebih lanjut. Pengambilan data dilakukan sesuai dengan table 12, serta masing-masing dilakukan sebanyak 3 kali percobaan, dengan jarak jangkau masing-masing 50 cm. Salah satu contoh tegangan keluaran dari sensor accelerometer diperlihatkan pada gambar 18. Keluaran sensor, diperlihatkan pada gambar 3.



**Gambar 3.** Sinyal Keluaran Sensor Accelerometer

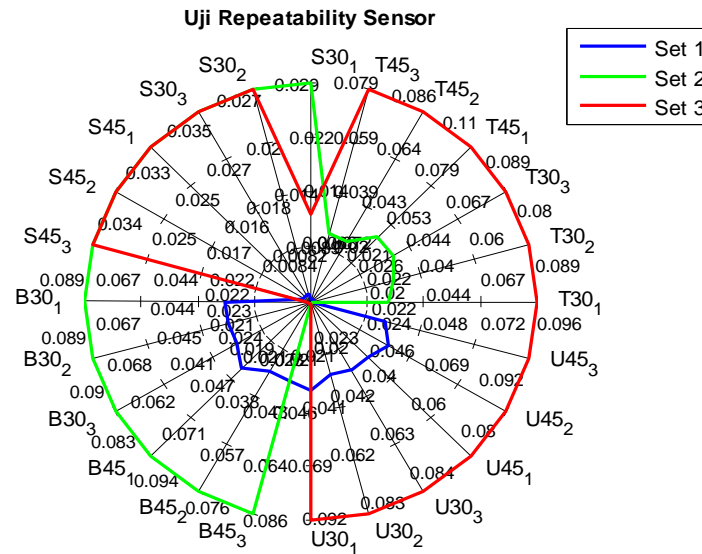
Untuk melihat pola keluaran sensor, apakah keluaran sensor sudah reliable atau repeatable, dapat dilihat dari grafik spider, yang diperlihatkan pada gambar 4. Pada grafik pengujian, dapat bagian legenda, set 1 adalah pembacaan sumbu x pada sensor accelerometer, set 2 adalah pembacaan sumbu y pada sensor accelerometer sedangkan set 3 adalah pembacaan sumbu z pada sensor accelerometer. Pada grafik terlihat bahwa, untuk pembacaan arah T 30 dan 45, sumbu y dan z yang paling berpengaruh, sedangkan pada pembacaan arah U 30 dan 45, sumbu x dan z yang paling berpengaruh. Untuk pembacaan arah B 30 dan 45, sumbu x dan y yang paling berpengaruh, sedangkan pada pembacaan arah S 30 dan 45, sumbu z yang paling berpengaruh, namun pada arah S sudut 30, sumbu y yang paling berpengaruh. Dari pembacaan grafik tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa sensor sudah stabil, walaupun ada perbedaan nilai yang mencolok pada arah S 30 derajat.

Pada grafik terlihat bahwa, untuk pembacaan arah T 30 dan 45, sumbu y dan z yang paling berpengaruh, sedangkan pada pembacaan arah U 30 dan 45, sumbu x dan z yang paling berpengaruh. Untuk pembacaan arah B 30 dan 45, sumbu x dan y yang paling berpengaruh, sedangkan pada pembacaan arah S 30 dan 45, sumbu z yang paling berpengaruh, namun pada arah S sudut 30, sumbu y yang paling berpengaruh. Dari pembacaan grafik tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa sensor sudah stabil, walaupun ada perbedaan nilai yang mencolok pada arah S 30 derajat.

Pada grafik terlihat bahwa, untuk pembacaan arah T 30 dan 45, sumbu y dan z yang paling berpengaruh, sedangkan pada pembacaan arah U 30 dan 45, sumbu x dan z yang paling berpengaruh. Untuk pembacaan arah B 30 dan 45, sumbu x dan y yang paling berpengaruh, sedangkan pada pembacaan arah S 30 dan 45, sumbu z yang paling berpengaruh, namun pada arah S sudut 30, sumbu y yang paling berpengaruh. Dari pembacaan grafik tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa sensor sudah stabil, walaupun ada perbedaan nilai yang mencolok pada arah S 30 derajat.

Dari data yang dihasilkan, kemudian dicari nilai standart deviasinya untuk mendapatkan cirri dari nilai x, y dan z untuk setiap pengukuran. Setelah semua data terkumpul, kemudian data dimasukan ke program matlab untuk dilakukan perhitungan ekstraksi cirri. Ekstraksi cirri yang digunakan adalah PCA 2 dimensi. Vektor cirri yang dihasilkan dari PCA, ditampilkan pada table 3.

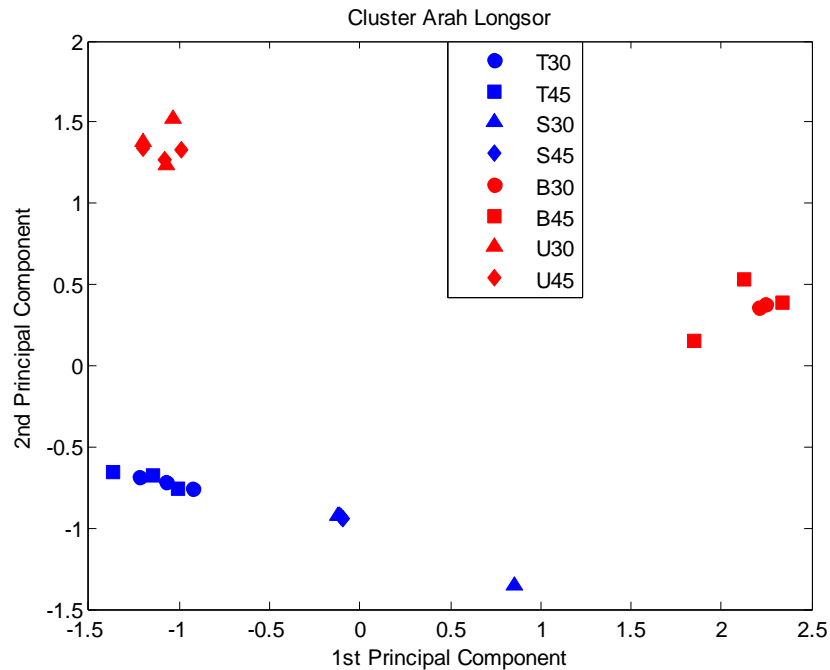
Program ekstraksi cirri PCA digunakan untuk meringkas data menjadi 2 kolom, sehingga dapat digambarkan dalam grafik 2 dimensi. Untuk melihat klasifikasi arah, apakah sudah sesuai dengan yang diinginkan, dapat dilihat dari grafik PCA, yang diperlihatkan pada gambar 20.



Gambar 4. Pengujian Repeatability Sensor

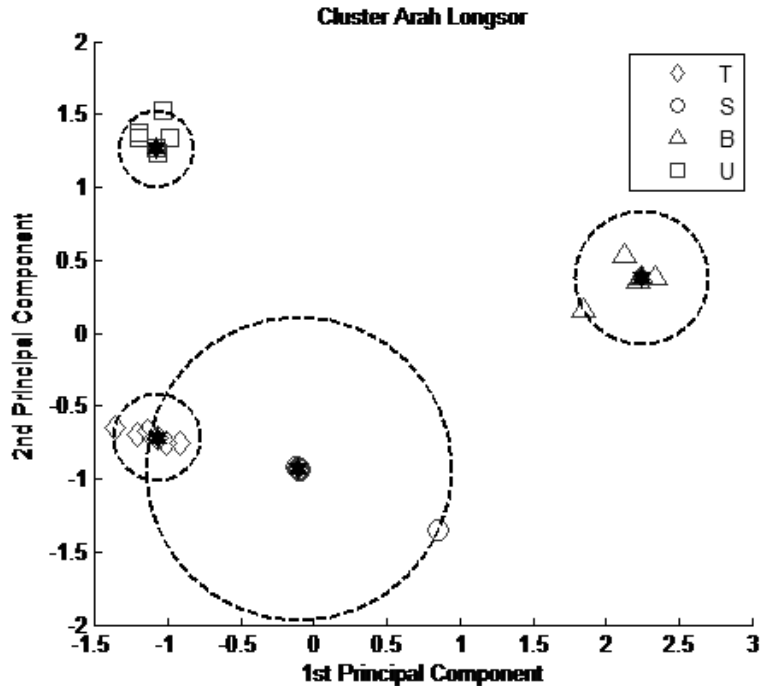
Tabel 4. 1 Vektor Ciri PC1 Dan PC2 Hasil PCA Data Accelerometer

ARAH	SUDUT	PERCOBAAN	PC1	PC2
T	30	1	-1.2149	-0.6907
		2	-1.0726	-0.716
		3	-0.9209	-0.7544
	45	1	-1.008	-0.7538
		2	-1.3627	-0.6533
		3	-1.1413	-0.6726
S	30	1	0.8514	-1.3496
		2	-0.1173	-0.921
		3	-0.1227	-0.9174
	45	1	-0.0968	-0.9464
		2	-0.1039	-0.9347
		3	-0.1013	-0.9353
B	30	1	2.2125	0.3613
		2	2.2125	0.3613
		3	2.2428	0.3789
	45	1	2.1269	0.53
		2	2.3385	0.3836
		3	1.8473	0.1569
U	30	1	-1.0337	1.5219
		2	-1.2011	1.3761
		3	-1.0681	1.235
	45	1	-1.0778	1.2655
		2	-0.99	1.3343
		3	-1.1992	1.3404

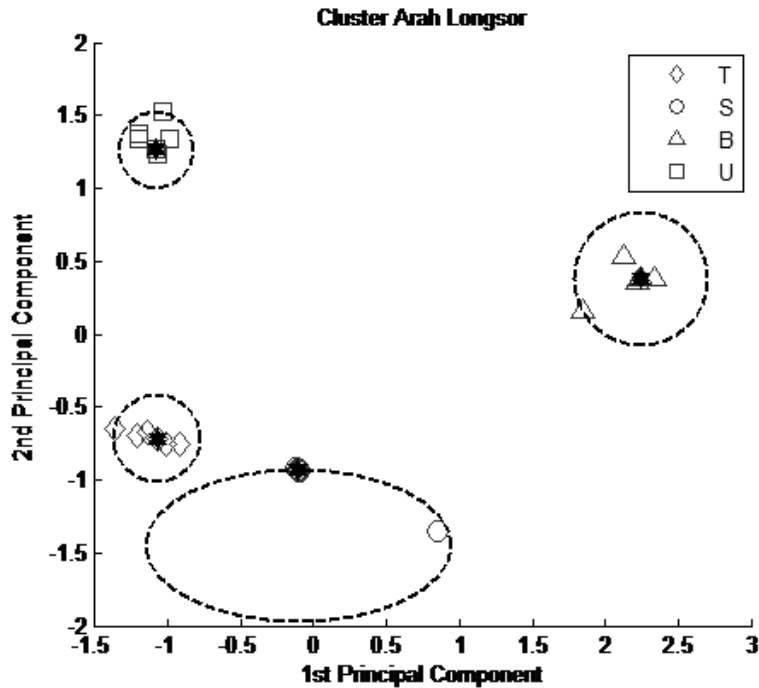


**Gambar 5.** PC1 dan PC2 pada Cluster Arah Longsor

Grafik hasil PCA, selanjutnya dimasukkan dalam program pengolahan FCM untuk menentukan pusat cluster dan untuk menentukan batas cluster. Gambar 21 menggambarkan tentang hasil dari clustering FCM yang terdiri dari 4 cluster, namun pada cluster S dan T, ternyata jaraknya masih berdekatan.



**Gambar 6.** PC1 Dan PC2 Pada Cluster Arah Longsor, Hasil Fcm Cluster Batas Lingkaran



**Gambar 7.** PC1 Dan PC2 Pada Cluster Arah Longsor, Hasil FCM Cluster U, T Dan B Menggunakan Batas Lingkaran Dan Cluster S Menggunakan Batas Elips

Agar tidak saling berhimpit antara cluster S dan T, maka bagian cluster S tidak menggunakan batas lingkaran, namun menggunakan batas elips. Hasil dari clustering FCM yang baru dengan batas cluster S berbentuk elips diperlihatkan pada gambar 6.

Hasil pengenalan yang didapat dari data pembelajaran arah longsor (T, B, U dan S), sudah mencapai 100%. Namun begitu, masih belum dikerjakan tentang penanganan sudut longsor 30 dan 45 derajat. Hal ini kemungkinan karena sudut yang akan dicluster terlalu dekat, sehingga masih masuk kedalam 1 cluster dan sulit untuk dibedakan.

#### 4. KESIMPULAN

Instrumen deteksi longsor berbasis logika fuzzy telah selesai dirancang. Hasil pengenalan kluster dari metode FCM dengan batas kluster bentuk ellips yang didapat dari data pembelajaran arah longsor (T, B, U dan S), sudah mencapai 100%.

Rekomendasi metode yang digunakan untuk melakukan deteksi longsor yang berbasis fuzzy adalah menggunakan metode ekstraksi ciri PCA, dengan analisis kluster menggunakan metode FCM dengan batas kluster yang berbentuk elips.

Pada analisis kluster menggunakan metode FCM dengan batas kluster yang berbentuk lingkaran, penanganan sudut longsor 30 dan 45 derajat masih bercampur/ belum dapat dipisahkan. Sehingga tingkat pengenalan analisis kluster menggunakan metode FCM dengan batas kluster yang berbentuk lingkaran adalah 87.5%.

Walaupun tingkat pengenalan kluster sudah mencapai 100%, namun begitu, masih belum dikerjakan tentang penanganan sudut longsor 30 dan 45 derajat. Hal ini kemungkinan karena sudut yang akan dicluster terlalu dekat, sehingga masih masuk kedalam 1 cluster dan sulit untuk dibedakan. Untuk lebih melebarkan titik ciri dari metode PCA yang didapat, penelitian berikutnya dapat menggunakan metode EM-PCA, dimana pada penelitian ini menggunakan PCA model SVD. Dengan menggunakan PCA model EM-PCA, titik cirinya mempunyai jarak yang relative berjauhan, sehingga pemisahan kluster untuk sudut 30 dan 45 bisa dilakukan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. P. Widagdo and M. Arifin, "Analisis Pengembangan Industri Kecil dengan Menggunakan Pendekatan Fuzzy Clustering Guna Mendukung Pembangunan Daerah Kab. Bantul," Yogyakarta, 2003.
- [2] A. W. Widodo, "Teknik Mitigasi Bencana Longsor Berbasis Sistem Mekanik," CITEE, pp. 215-220, 2007.
- [3] A. hasan, "Deteksi Tanah Longsor Dengan Sensor Akselerometer," Jurnal Telekomunikasi, vol. 8, pp. 35-37, 2008.

- [4] P. Andalusia, "Penggunaan Alarm Longsor Sebagai Peringatan Longsor Dini," *Jurnal of Engineering*, vol. 3, pp. 23-29, 2008.
- [5] Yuningtyas, "Deteksi Longsor Menggunakan Berbasis GIS," *Prociding CITEE*, vol. 4, pp. 24-27, 2007.
- [6] N. Deshpande and A. D. Shaligram, "STUDY OF MOBILE NODE BASED COVERAGE RECOVERY PROCESS FOR WSN DEPLOYED IN LARGE FOOD GRAIN WAREHOUSE " *International Journal of Advances in Engineering & Technology*, 2012.
- [7] A. Gupta and S. Thangjam, "ZigBee Based Remote Sensing and Controlling with Communication Re-link Algorithm " *International Journal of Electronics and Computer Science Engineering* 2012.
- [8] Y. SABRI and N. E. KAMOUN, "A Distributed Method to Localization for Mobile Sensor Networks based on the convex hull " (*IJACSA*) *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, , vol. 3, 2012.
- [9] D.Usha and P. B.Paramasivan, "A Swarm Intelligent Secured Routing for Wireless Sensor Network " *International Journal of Computer Applications* (0975 – 8887), vol. 57, p. 6, 2012.
- [10] r. T. Handayanto. (2009, 17 Maret 2009). *Sistem Penjaminan Mutu Manual Audit Kinerja Dosen*.
- [11] d\_van. (2010, 9 Desember ). *Aktifitas Pengendalian Mutu Jasa Audit*. Available: [www.citeulike.org](http://www.citeulike.org)
- [12] S. Chanas and D. Kuchta, "Fuzzy integer Transportation Problem," *Fuzzy set and system* vol. 98, pp. 291-298, 1998.
- [13] S. Gupta and M. Makraborty, "Job Evaluation in Fuzzy Environment," *Fuzzy set and system*, vol. 100, pp. 71-76, 1998.
- [14] Kirsch. *Fuzzy Set In Multiobjective Optimization*. Available: <http://members.tripod.com/Krich/Fuzzy.htm>
- [15] S. Kusumadewi and H. Purnomo. (2010). *Aplikasi Logika Fuzzy* (2 ed.). 1.