

# PROTOTIPE DETEKTOR KUALITAS CEMENTING PADA PENGEBORAN TAHAP CLOSE HOLE MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK

Hendy Hendra Bayu<sup>#1</sup>, Paulus Susetyo Wardana<sup>#2</sup>, Ali Husein Alasiry<sup>#3</sup>

<sup>#</sup>Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya  
Kampus PENS-ITS Sukolilo, Surabaya

<sup>#1</sup>indrazakhi@gmail.com

<sup>#2</sup>wardana@eepis-its.edu

<sup>#3</sup>@eepis-its.edu

**Abstrak** — Proses pengeboran minyak bumi dilakukan dalam dua tahap yaitu tahap *open hole* dan *close hole*. Tahap *open hole* merupakan pengeboran untuk membuat lubang dan selanjutnya diukur bentuk tanah secara tiga dimensi. Sedangkan tahap *close hole* merupakan proses dimana sumur pengeboran yang telah dibuat dilapisi dengan beton atau dikenal dengan istilah *cementing*. Pada proyek akhir ini akan dibahas mengenai bentuk permukaan dinding *cementing* (*close hole*). Sistem ini menggunakan sensor ultrasonik 42 KHz sebagai pendeteksi dinding lapisan beton, sensor *rotary* sebagai pengukur kedalaman lubang pengeboran dan fasilitas dari mikrokontroler sebagai pengendali utama rangkaian. Data hasil *scanning* yang masih berupa data pulsa akan diolah oleh mikrokontroler, yang kemudian akan dikirim ke komputer melalui komunikasi serial dan ditampilkan dalam bentuk tiga dimensi. Untuk menampilkan bentuk dinding lapisan beton secara tiga dimensi, sumbu y diasumsikan sebagai kedalaman dari sumur. Sedangkan untuk sumbu x dan z dicari dengan rumus geometri yang diperoleh dari kombinasi sudut servo dengan TOF ultrasonik. Target yang diharapkan adalah dapat mengetahui bentuk permukaan lapisan beton dari lubang yang dideteksi oleh sensor ultrasonik. *Software Surfer* digunakan untuk menampilkan bentuk tiga dimensi permukaan lapisan beton.

**Kata kunci** : Ultrasonik, *close hole*, *cementing*, *rotary encoder*, *surfer*, mikrokontroler,

## I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki banyak kandungan sumber daya alam terutama sumber daya mineral. Salah satu sumber daya mineral yang banyak dijumpai adalah minyak bumi. Minyak bumi ini biasanya berada dalam tanah dan akan keluar ke permukaan bumi, baik disebabkan oleh pergerakan alami sebagian lapisan permukaan bumi atau dengan penetrasi pengeboran. Bila tekanan cukup tinggi, maka minyak dan gas akan keluar ke permukaan dengan sendirinya, tetapi jika tekanan tak cukup maka diperlukan pompa untuk mengeluarkannya. Untuk mendapatkan minyak bumi yang berada di dalam perut bumi, tentunya diperlukan proses pengeboran. Dalam proses

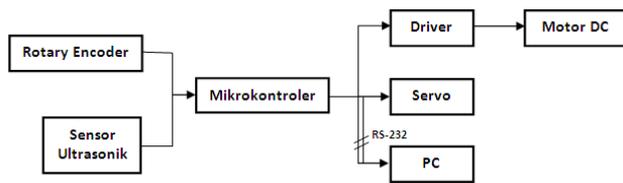
pengeboran terdapat beberapa tahap, yaitu tahap *open hole*, *close hole* dan lainnya. Tahap *close hole* merupakan proses dimana lubang pengeboran (sumur) yang telah dibuat sebelumnya dilapisi dengan beton atau dikenal dengan istilah *cementing*. Dalam proses pengecoran beton kedalam lubang pengeboran (sumur) harus dipastikan bahwa lapisan beton yang terbentuk telah benar-benar padat agar kuat dalam menahan tekanan dari minyak bumi yang akan dipompa dari perut bumi [1].

Oleh karenanya, diperlukan sebuah alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi kerapatan dari lapisan beton serta mampu untuk memberi informasi mengenai kedalaman dari keretakan lapisan pada sumur pengeboran. Dalam proyek akhir ini direalisasikan sebuah alat yang mampu mengetahui bentuk lapisan permukaan dari hasil pengecoran beton. Sistem pendeteksi ini menggunakan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi lapisan beton yang akan dievaluasi, sedangkan untuk alat mengukur kedalaman dari lubang menggunakan *rotary encoder*. Kedua sensor tersebut akan diimplementasikan pada mikrokontroler ATMEGA16. Data yang diterima oleh mikrokontroler dari sensor akan dikirim ke komputer secara serial. Setelah itu komputer menggunakan program *Visual Basic 6.0* akan menerjemahkan kedalam bentuk grafik sehingga memudahkan kita dalam menganalisa hasil pengukuran..

## II. RERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM

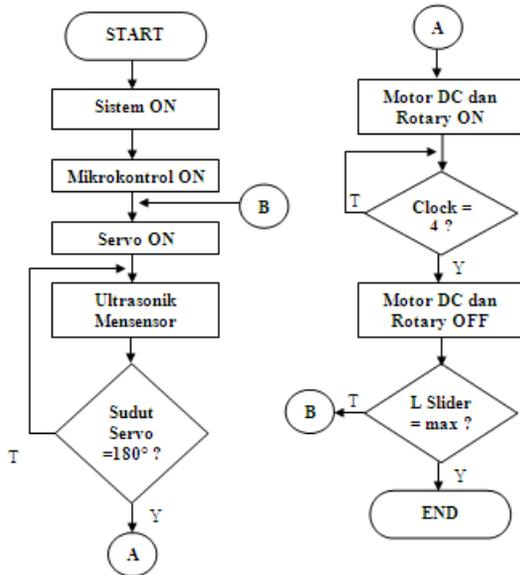
Pada pembuatan Detektor Kualitas Cementing pada Tahap Close Hole menggunakan Ultrasonic ini secara umum terbagi menjadi dua bagian yaitu :

1. Perancangan dan pembuatan *hardware* yang meliputi minimum sistem, rangkaian *transmitter*, *receiver*, driver motor .
2. Perancangan dan pembuatan perangkat lunak yang meliputi pengolahan sinyal dari ultrasonik dan interfacing *memory external*.



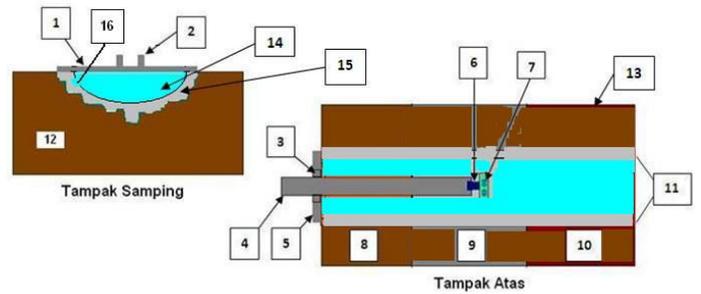
Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Pada Proyek Akhir ini kita akan menggunakan mikrokontroler ATMEGA16 untuk piranti kontrolnya. Mikrokontroler ini akan mendapatkan masukan berupa data dari sensor ultrasonik dan *rotary encoder*. *Rotary encoder* digunakan untuk mengukur berapa jarak yang ditempuh oleh sensor ultrasonik sebagai asumsi kedalaman sumur. Ultrasonik digunakan untuk mensensor lapisan semen. Data yang dihasilkan nantinya akan disimpan terlebih dahulu pada memori mikrokontroler. Mikrokontroler juga berfungsi memberikan data keluaran ke motor dc. Motor dc digunakan untuk menggerakkan *slider* secara horizontal diatas plant pengujian. Selain itu data keluaran pada mikrokontroler juga digunakan untuk menggerakkan motor *servo*. Motor *servo* digunakan untuk menggerakkan sensor ultrasonik secara perlahan-lahan dengan menentukan derajat sudut setiap mendapat data dari mikrokontroler. Derajat sudut tersebut digunakan untuk menentukan letak dari semen yang berongga. Servo akan berputar 180°. Sedangkan data yang dihasilkan nantinya akan ditampilkan pada program *Visual Basic 6.0* berupa posisi dari lapisan yang berongga.



Gambar 2. Flowchart sistem

### 1) Perancangan mekanik dan plant



Gambar 3. Desain mekanik dan plant

Keterangan :

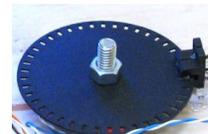
1. Penyangga *slider*
2. *Based* dari *slider*
3. *Based* dari *slider*
4. *Slider*
5. Penyangga *slider*
6. *Servo*
7. Sensor ultrasonik
8. Tanah
9. Tanah
10. Tanah
11. Lengkungan
12. Aquarium seng
13. Aquarium seng
14. Air
15. Lapisan Semen
16. Lapisan berongga

### 2) Rotary Encoder

Sensor penyandi (*rotary encoder*) digunakan untuk mengubah gerakan linear atau putaran menjadi sinyal digital. Penyandi putaran memonitor gerakan putar dari alat, sensor rotary dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu:

1. Penyandi tambahan, yang mentransmisikan jumlah tertentu dari pulsa untuk masing-masing putaran alat.
2. Penyandi absolut, yang melengkapi kode binary tertentu untuk masing-masing posisi sudut alat.

*Rotary encoder* pada evaluator cementing digunakan untuk mengetahui seberapa dalam sensor ultrasonik telah diturunkan dengan cara mendeteksi banyaknya putaran dari ulir. Setiap pulsa yang dihasilkan oleh *rotary encoder* dimasukkan ke pin counter dari mikrokontroler yang berfungsi memecah tiap pulsa tersebut menjadi data hexadesimal, yang selanjutnya data tersebut dapat diolah oleh mikrokontroler dalam proses menurunkan sensor dalam sumur. *Rotary encoder* prinsipnya menggunakan photo transistor dan LED infra merah[1].



Gambar 4. Rotary encoder

### 3) Motor Servo

Motor *servo* adalah sebuah motor dengan sistem *closed feedback* di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor *servo*. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran *servo*. Sedangkan sudut dari sumbu motor *servo* diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Karena motor dengan *built-in* umpan balik posisi memiliki torsi relatif cukup kuat meskipun hanya mampu berputar 0 sampai 180 derajat. Penggunaan standar motor *servo* ini cukup sederhana yaitu dengan memberi pulsa digital yang memiliki lebar tertentu melalui sebuah pin kontrol untuk membuat motor ini berputar ke arah jarum jam, berlawanan jarum jam, atau bergerak ke posisi tengah

### 4) Perancangan Hardware

Pada sistem terdapat beberapa rangkaian perangkat keras yang digunakan sebagai pengendali atau minimum sistem, sensor, dan penggerak motor.

#### 4.1 Rangkaian Power Supply

Rangkaian *power supply* digunakan untuk memberikan tegangan pada mikrokontroler dan tegangan untuk motor dc tegangan yang dibutuhkan mikrokontroler sebesar +5 Volt. Sedangkan untuk motor dc dibutuhkan tegangan sebesar 12V 5A.

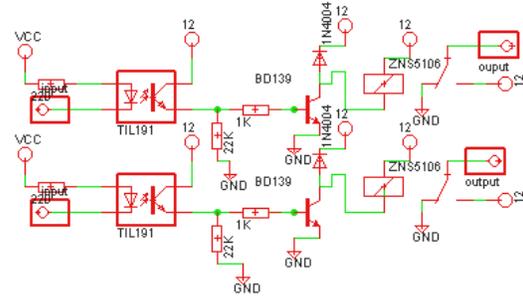
#### 4.2 Rangkaian Mikrokontroler

Pada rangkaian ini digunakan mikrokontroler tipe ATmega 16. Hal ini digunakan karena sistem tak memerlukan terlalu banyak port yang digunakan untuk pengendalinya. Rangkaian ini digunakan untuk mengendalikan motor penggerak mekanik dan motor servo penggerak sensor. Selain itu juga sebagai masukan sensor ultrasonik. Rangkaian ini juga digunakan untuk menampilkan hasil data *sensing* pada LCD.

#### 4.3 Rangkaian Driver Motor DC

Motor DC yang digunakan adalah motor DC dengan output yang dihasilkan harus dapat memutar motor dua arah. Maka diperlukan rangkaian *driver* dapat memutar mekanik dari sistem., maka direncanakan rangkaian dari *driver* yang dapat memutar arah putaran motor menjadi searah jarum jam dan berlawanan arah dengan jarum jam.

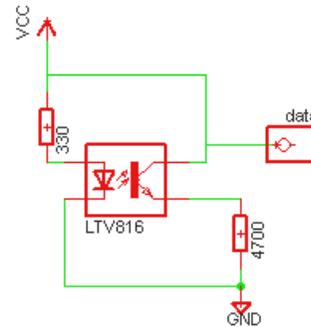
Pada rangkaian *driver* dibawah ini digunakan rangkaian dengan menggunakan relay dan optocoupler. Rangkaian utama dari *driver* motor DC ini terdiri dari relay, motor, dan optocoupler.



Gambar 5. Rangkaian driver motor

### 5). Rotary encoder

Rotary enkoder di sini digunakan untuk mendeteksi perpindahan/ pergerakan putaran motor. Setiap pulsa yang dihasilkan oleh rotari enkoder dimasukkan ke pin clock eksternal timer dari mikrokontroler yang berfungsi memecah tiap pulsa tersebut menjadi data hexadesimal, yang selanjutnya data tersebut dapat diolah oleh mikrokontroler dalam proses pengukuran kedalaman. Rotari enkoder prinsipnya menggunakan photo dioda dan LED infra merah. Output dari fotodiode dimasukkan dalam rangkaian komparator sehingga dapat disetel kepekaan sensor tersebut. Berikut ini adalah gambar rangkaian sensor rotari encoder yang digunakan.

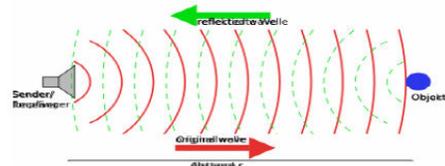


Gambar 6. Rotary encoder

### 5). Sensor Ultrasonic

Sensor *ultrasonic* adalah suatu piranti elektronika yang berfungsi sebagai pemancar dan penerima. Sensor ini terbagi menjadi 2, antara lain:

1. Sensor Aktif adalah yang berfungsi sebagai pemancar dan penerima.
2. Sensor Pasif adalah sensor yang hanya berfungsi sebagai pemancar saja atau penerima saja.



Gambar 7. Penerima dan Pemancar Ultrasonik.[3]

Salah satu jenis sensor ultrasonik yang akan dikemukakan dalam permasalahan kali ini adalah *waterproof sensor* dimana sensor ini adalah salah satu sensor aktif. Diharapkan alat ini nantinya dapat bekerja dengan cara dimasukkan ke lubang sumur yang berisi air kemudian sensor akan berputar 180° untuk mendeteksi lapisan beton. Untuk mengukur jarak tempuh antara sensor ke dasar air, digunakan rumus :

$$s = v \cdot 1/2t \dots\dots\dots(1)$$

Rumus tersebut berlaku karena waktu yang dibutuhkan sensor tersebut menempuh waktu sejauh 2s, dengan  $v = 1500$  m/s.

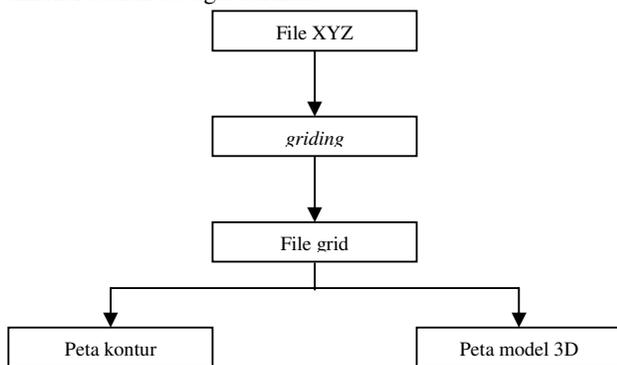


Gambar 8. Sensor ultrasonik waterproof.[4]

6). Visualisasi

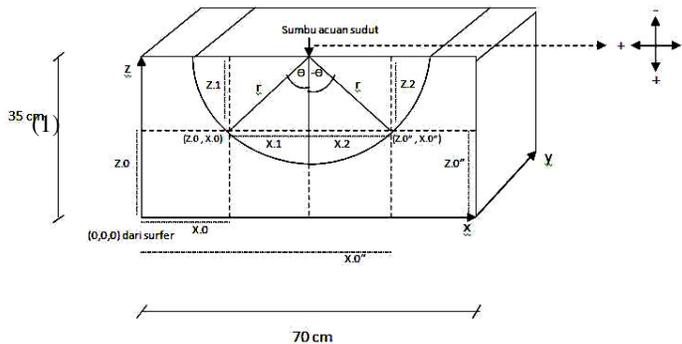
Pada tahap ini akan ditampilkan gambar dari data hasil sensing ultrasonik, pergerakan motor servo, dan pembacaan jarak oleh *rotary*. Untuk penggambaran dari data – data tersebut nantinya akan digunakan program *surfer*. *Surfer* merupakan suatu program untuk menggambarkan data tiga dimensi. Data masukan dari surfer ini berupa data posisi dari suatu daerah. Data tersebut adalah data posisi x, y, z. Data posisi tersebut nantinya akan diolah pada surfer sehingga menghasilkan gambar tiga dimensi. Proses pembuatan gambar tiga dimensi dimulai dengan pembuatan data tabular XYZ. Data XYZ ini selanjutnya diinterpolasikan dalam sebuah file grid. Proses selanjutnya sering disebut dengan istilah *gridding*. Proses *gridding* ini menghasilkan sebuah file grid. File grid digunakan sebagai dasar pembuatan gambar tiga dimensi. Alur kerja dari proses diatas sebagai berikut:

Proses dari pengubahan data posisi menjadi gambar tiga dimensi adalah sebagai berikut:



Gambar 9. Alur pengubahan data posisi menjadi gambar tiga dimensi

Untuk menentukan posisi x, y, z pada surfer agar sesuai dengan posisi sensor pada plant pengujian, dicari dengan rumus sebagai berikut:



Gambar 10. Penentuan posisi x,y,z

$r = \text{TOF}$  dari sensor

Untuk  $\theta$  :

$$\begin{aligned} X.0 &= 35 - X.1 & \longrightarrow & \sin\theta = X.1 / r \\ &= 35 - r \cdot \sin\theta & & X.1 = r \cdot \sin\theta \\ X.0 &= 35 - r \cdot \sin\theta \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z.0 &= 35 - Z.1 & \longrightarrow & \cos\theta = Z.1 / r \\ &= 35 - r \cdot \cos\theta & & Z.1 = r \cdot \cos\theta \\ Z.0 &= 35 - r \cdot \cos\theta \dots\dots\dots (3) \end{aligned}$$

Untuk  $-\theta$  :

$$\begin{aligned} X.0'' &= 35 - X.2 & \longrightarrow & \sin(-\theta) = -X.2 / r \\ &= 35 - (-r \cdot \sin(-\theta)) & & X.2 = -r \cdot \sin(-\theta) \\ &= 35 + r \cdot \sin(-\theta) \\ X.0'' &= 35 + r \cdot \sin(-\theta) \dots\dots\dots (4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z.0'' &= 35 - Z.2 & \longrightarrow & \cos(-\theta) = Z.2 / r \\ &= 35 - r \cdot \cos(-\theta) & & Z.2 = r \cdot \cos(-\theta) \\ Z.0'' &= 35 - r \cdot \cos(-\theta) \dots\dots\dots (5) \end{aligned}$$

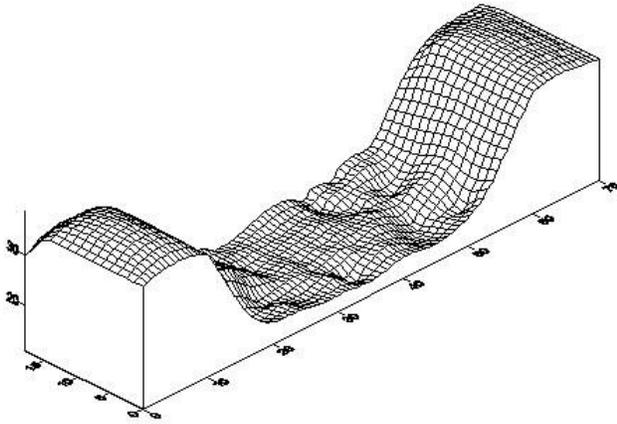
III. PENGUJIAN DAN ANALISA

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sistem secara keseluruhan dan menampilkan bentuk permukaan semen secara tiga dimensi.



Gambar 11. Gambar plant simulasi dan mekanik.

### 1) Data hasil percobaan



Gambar 12. Gambar hasil benda yang dideteksi

Pada gambar 12 merupakan hasil pengujian dari sistem secara keseluruhan.

### 2) Analisa

Dari data gambar diatas diketahui bahwa sensor ultrasonik diujikan kepada plant pengujian yang berbentuk setengah lingkaran. Gambar menunjukkan masih ada bentuk dinding yang kurang baik dalam pemetaan. Hal ini disebabkan sedikit error dari pembacaan TOF sensor ultrasonik dan sudut dari sensor. Untuk data gambar tiga dimensi dilakukan pengujian sebanyak tiga kali untuk melihat perbedaan gambar pada *surfer*.

## IV. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Selisih derajat yang didapatkan berkisar antara 3.84 dan 4.23. Diperlukan penyesuaian data input pulsa pada servo motor agar didapatkan data yang akurat.
2. Dalam satu pulsa ditempuh jarak sebesar 0.01655 cm. Sehingga jika akan menggerakkan motor sejauh  $x$  cm maka dapat diketahui berapa pulsa yang akan diiputkan yaitu dengan membagi jarak yang ditentukan dengan 0.01655. Sedangkan *slider* bergerak tiap 2cm. Maka pulsa yang harus diberikan

sebesar:  $2\text{cm}/0.01655 = 120.84$  pulsa  $\approx 120$  pulsa. Jadi pulsa yang diberikan sebesar 120.

3. Pada pengukuran jarak menggunakan sensor ultrasonik. Tiap jarak 1 cm counter menghitung 87 hitungan. Sehingga untuk satu hitungan ditempuh jarak 0,1149 mm.

### Saran

Pada proyek akhir masih terdapat beberapa kelemahan sehingga perlu adanya perbaikan untuk penyempurnaan proyek akhir ini. Saran untuk pengembangan proyek akhir ini adalah pada pengujian kualitas *cementing* pada sumur berdinding beton, modifikasi sistem harus dilakukan dengan memasukkan variabel-variabel yang sebelumnya dikesampingkan pada pengujian sistem secara *prototype*

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Najib, Muhammad, 2007 "Rancang Bangun Evaluator Cementing Pada Proses Pengeboran Close Hole", Proyek Akhir D3 PENS-ITS
- [2] Kurdiyan, R. Amirul, 2007 "Evaluasi Kualitas Cementing Pada Pengeboran Closed Hole", Proyek Akhir D3 PENS-ITS
- [3] Prima Rakhmawan, Syahid, 2008 "Prototype Fish Finder Berbasis Mikrokontroler", Proyek Akhir D3 PENS-ITS
- [4] Datasheet "MB7060 XI-Maxsonar-WR1", MaxBotix
- [5] <http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/4423> (maret 2010)
- [6] All Data sheet, Website <http://www.alldatasheet.com> (juni 2011)
- [7] Arif, Ridla Rizalani, 2009 "Rancang Bangun Prototipe Node Jaringan Sensor Nirkabel Dengan Media Komunikasi Infra Merah Untuk Akuisisi Data Pada Sistem Informasi Parkir Lantai Banyak", Proyek Akhir D4 PENS-ITS
- [8] [http://www.servocity.com/%7E servo/html/hitec\\_servos.html](http://www.servocity.com/%7E servo/html/hitec_servos.html). (april 2011)
- [9] Budiyanto, Eko, "Pemetaan Kontur dan Pemodelan Spasial 3 Dimensi Menggunakan Surfer", Yogyakarta, Andi, 2005.