

# ALGORITMA KALIBRASI UNTUK MODUL TEKANAN PADA ALAT UJI TRIAxIAL DIGITAL CALIBRATION ALGORITHM FOR PRESSURE MODULE OF TRIAXIAL DIGITAL MACHINE

Jamaludin<sup>1</sup>, Catur Hilman A.H.B.Baskoro<sup>2</sup>, Hendri Maja Saputra<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>) Electrical Division, PT. Gerlink Utama Mandiri,  
Jl. Tanjungsari Raya no.16 Bandung 40291, Indonesia

<sup>2</sup>) Research Center for Smart Mechatronics, National Research and Innovation Agency (BRIN)  
Komplek LIPI Jl. Sangkuriang Bandung 40135, Indonesia

\*email korespondensi: [hendri.maja@gmail.com](mailto:hendri.maja@gmail.com)

## INFORMASI ARTIKEL

Received:  
22/04/2022

Accepted:  
27/04/2022

Online-Published:  
18/07/2022

## ABSTRAK

Algoritma kalibrasi untuk modul tekanan pada alat uji triaxial digital dibahas pada makalah ini. Pada desain modul tekanan versi sebelumnya, kalibrasi transduser tekanan dilakukan dengan cara memasukan nilai sample pembacaan transduser dalam sebuah variabel konstanta yang ditempatkan pada flash program yang mengakibatkan proses unduh ulang dilakukan setiap melakukan pengkalibrasian. Maka penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki kekurangan tersebut dengan solusi membuat sebuah algoritma program untuk modul tekanan yang digunakan pada proses kalibrasi dengan interaksi langsung dengan komputer melalui serial monitor pada communication port usb. Penelitian ini dilakukan secara bertahap dan berfokus pada coding dan testing dengan melakukan pengujian langsung pada modul tekanan dan melakukan perbaikan pada rancangan dari hasil evaluasi. Algoritma yang dibuat dapat berfungsi dengan baik dan nilai keakuratan pembacaan modul tekanan pada  $0,12 \text{ kg/cm}^2 = 8,33\%$ ,  $0,24 \text{ kg/cm}^2 = 4,17\%$  dan  $0,30 \text{ kg/cm}^2 = 0,00\%$ .

**Kata Kunci** : algoritma, kalibrasi, modul tekanan, PSAN-L1CV, triaxial digital

## ABSTRACT

The calibration algorithm for the pressure module in the triaxial digital test equipment is discussed in this paper. In the previous version of the pressure module design, pressure transducer calibration is performed by inserting the sample transducer reading values in a constant variabel placed on the flash program which results in a re-download process performed every calibration. So this study aims to improve the deficiencies with the solution of making a program algorithm for the pressure module used in the calibration process with direct interaction with the computer through serial monitor on the usb communication port. The study was conducted in stages and focused on coding and testing by conducting direct tests on the pressure module and making improvements to the design of the evaluation results. The algorithm is made to function properly and the accuracy value of pressure module readings at  $0.12 \text{ kg / cm}^2 = 8.33\%$ ,  $0.24 \text{ kg / cm}^2 = 4.17\%$  and  $0.30 \text{ kg / cm}^2 = 0.00\%$ .

**Keywords** : algorithm, calibrate, pressure modul, PSAN-L1CV, triaxial digital

© 2022 The Authors. Published by  
Machinery: Jurnal Teknologi Terapan

doi:  
<http://doi.org/10.5281/zenodo.6857229>

## 1 PENDAHULUAN

Triaxial digital adalah alat uji lab yang umum digunakan dalam pengujian terkait geoteknik. PT Gerlink Utama Mandiri merupakan salah satu perusahaan yang membuat sendiri alat uji triaxial digital ini dan telah mendaftarkan patennya. Triaxial digital ini dikontrol dengan mikrokontroler sehingga pengoperasiannya lebih

mudah daripada triaxial manual. Data-data yang diperlukan dalam proses pengujian triaxial dapat ditampilkan pada komputer untuk kemudian digunakan dalam perhitungan data selanjutnya. Pada sistem triaxial digital terdapat bagian-bagian yang dikenal dengan istilah tekanan cell, back, dan pore. Masing-masing bagian tersebut dilengkapi dengan sebuah transduser tekanan yang dapat membaca tekanan secara langsung yang kemudian nilai dari masing-masing tekanan tersebut ditampilkan pada komputer dan diproses kedalam perhitungan selanjutnya.

Gambar 1 adalah tampilan dari triaxial digital GLT-03 [1] dimana terdapat suatu control panel yang terdapat pada alat dan terdapat pula tampilan aplikasi sebagai pengganti control panel. Penelitian terkait pengaruh beban terhadap kecepatan motor pada alat uji triaxial digital telah dilakukan Arafat dan Saputra [2], dimana terjadi perubahan kecepatan akibat adanya beban vertikal ketika diatas 39,8 kg. Rata-rata penurunan kecepatan pada saat analisis geser adalah 63,45% dari steady state.

Pada tahap perakitan (cell, back, dan pore) pada alat uji triaxial digital dilakukan proses pengkalibrasian untuk menyesuaikan keakuratan pembacaan data tekanan dengan nilai pembacaan yang sebenarnya. Pada proses pengkalibrasian ini, pertama-tama transduser diberi tegangan kemudian data pembacaan ditampilkan melalui serial monitor port usb yang kemudian diambil sebanyak 100 data untuk diambil nilai rata-ratanya sebagai nilai sample. Nilai sample ini kemudian dimasukkan kedalam flash program sebagai nilai konstanta dalam sebuah persamaan interpolasi linear dan kemudian flash program diunggah pada modul (mikrokontroler) tekanan cell, back, dan pore.

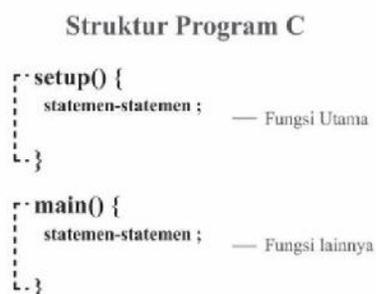
Setiap tekanan, baik itu cell, back, dan pore dipasangkan pada sebuah panel tertutup sehingga tidak dapat menghubungkan downloader dengan mikrokontroler serta akses ke pin untuk reprogram menjadi tertutup terkhusus pada triaxial digital tipe GLT-03. Ketika tekanan telah dioperasikan dalam pengujian triaxial kemudian pada suatu saat perlu adanya penggantian transduser maka panel downloader perlu mengakses pin mikrokontroler untuk melakukan program ulang.

Pada proses ini maka penulis melakukan pengamatan dan merumuskan beberapa masalah yang ditemukan pada proses pengkalibrasian ini diantaranya adalah (i) panel harus dibuka setiap akan melakukan pengkalibrasian; dan (ii) diharuskannya melakukan edit pada program untuk merubah nilai konstanta sample setiap akan melakukan kalibrasi. Penulis membatasi pada poin yang disebutkan di atas sebagai acuan dalam penelitian ini. Permasalahan tersebut dirasa sangat penting untuk diperbaiki dikarenakan proses pengkalibrasian pada triaxial digital saat ini dikatakan kurang efisien terutama pada saat troubleshooting di lapangan dimana waktu pengerjaan yang terbatas sehingga perlu adanya solusi untuk memudahkan teknisi dalam permasalahan tersebut.

## 2. BAHAN DAN METODA

Arduino IDE merupakan software open-sources yang penggunaanya dapat melakukan pengembangan terhadap source code. Software ini dapat dioperasikan pada OS windows, Mac OS X dan Linux. Beberapa kelebihan pada software arduino IDE yaitu penggunaannya yang mudah dan termasuk software yang open sources yang dapat didapatkan dengan mudah serta memiliki fungsi library yang dapat dikembangkan oleh orang banyak sehingga dapat berbagi library dengan siapa saja.

Menurut Akim Manoor Hara Pardade dalam bukunya terkait algoritma dan pemrograman, bahasa C minimal terdiri dari dua fungsi utama yaitu fungsi `setup()` dan fungsi `loop()` [3]. Fungsi `setup()` diproses sekali setiap board dihidupkan sedangkan fungsi `loop()` dijalankan terus menerus selama mikrokontroler aktif, contoh penulisan fungsi ditunjukkan pada gambar 2 dibawah ini.



**Gambar 2.** Minimum fungsi pada bahasa pemrograman arduino

Pada gambar 2 terdapat dua fungsi utama yaitu `setup()` dan `loop()`. Fungsi `setup()` biasanya berisi statemen inisialisasi variabel, mode pin, dan lainnya sedangkan fungsi `loop()` berisi statemen program inti atau algoritma program. Selain dua fungsi tersebut dapat pula dibuat fungsi lainnya jika diperlukan.

Bahasa pemrograman terdiri dari bagian ekspresi, statemen, blok statemen, blok fungsi. Ekspresi adalah bagian dari yang disebut *operand* dan *operator*, statemen berisi intruksi lengkap (*syntax*) yang diakhiri dengan “;” (titik koma). Variabel adalah memori yang menyimpan data yang nilainya dapat diubah-ubah. Variabel disimpan pada RAM. Konstanta adalah memori penyimpanan data yang nilainya tidak dapat dirubah setelah *compile* program. Konstanta disimpan pada memori program.

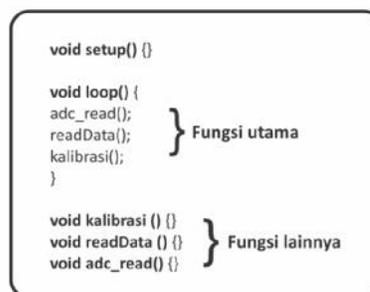
Variabel *scope* merupakan variabel dan konstanta global diakses di seluruh bagian program. Variabel dan konstanta lokal hanya dapat diakses didalam fungsi tempat deklarasinya. Keakuratan sebuah instrumen adalah ukuran seberapa dekat pembacaan output instrumen terhadap nilai yang sebenarnya. [4].

Penelitian ini dilakukan secara bertahap dan berfokus pada *coding* dan *testing* dengan melakukan pengujian langsung pada *object* dan melakukan perbaikan pada rancangan dari hasil evaluasi. Penelitian dilakukan di perusahaan PT.Gerlink Utama Mandiri Kota Bandung. Sumber data diambil dari hasil penelitian ini berdasarkan eksperimen yang dilakukan. Adapun perancangan aplikasi berdasarkan hasil studi literatur mengenai pembahasan tentang mikrokontroler berbasis pemrograman arduino.

Instrumen penelitian ini menggunakan perangkat keras antara lain: Laptop *ASUS X452E* spesifikasi prosesor *AMD E2-3800 APU Radeon™ HD Graphics 1.3 Ghz Harddisk 500 GB RAM 4 GB, Pressure controller board (Back, Cell dan Pore)* pada alat uji *Triaxial Digital GLT-03, Pressure Transducer Autonics TPS30 Series cable type, modul FTDI, Module ADC 16bit ADS1115*, kabel *USB ke mini USB*, dan kabel *TPS to USB B*. Adapun perangkat lunak antara lain ; sistem operasi *windows 10 Pro 64-bit* dan *Arduino IDE 1.6.11*.

Pengolahan data pada penelitian ini berdasarkan metode reduksi data dimana data-data yang dikumpulkan berdasarkan pemusatan perhatian pada penyederhanaan data. Adapun analisis data berdasarkan analisis kualitatif dengan mengumpulkan, memilah, mengklasifikasikan dan mencatat dari hasil eksperimen lapangan serta memberikan kode sehingga sumber datanya dapat ditelusuri.

Pemrograman pada penelitian ini menggunakan bahasa C arduino dengan mengumpulkan berbagai literatur yang ada dari berbagai sumber yang valid berupa *syntax*, intruksi-intruksi yang digunakan, dan lainnya. Perancangan Algoritma kalibrasi ini dibagi kedalam beberapa tahap dan fungsi diantaranya ; Algoritma untuk membaca nilai *sample* rata-rata dari transduser tekanan *TPS30* dalam hal ini data yang diambil sebanyak 100 data, Algoritma untuk menkonversi nilai pembacaan transduser tekanan kedalam ukuran sebenarnya berdasarkan perubahan nilai *sample* yang diambil, Algoritma untuk menjalankan prosedur kalibrasi transduser tekanan melalui serial monitor pada *Arduino IDE*. Algoritma kemudian diterapkan dalam bahasa pemrograman arduino menjadi beberapa fungsi seperti ditunjukkan gambar 3.



**Gambar 3.** Struktur fungsi pada perancangan program

Pada gambar 3 ditunjukkan bagaimana struktur fungsi yang diterapkan pada program. Seperti yang telah dijelaskan bahwa pada program minimal terdapat fungsi utama `setup()` dan `loop()`, kemudian terdapat tambahan fungsi yaitu fungsi `adc_read()`, fungsi `readData()` dan fungsi `kalibrasi()`.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

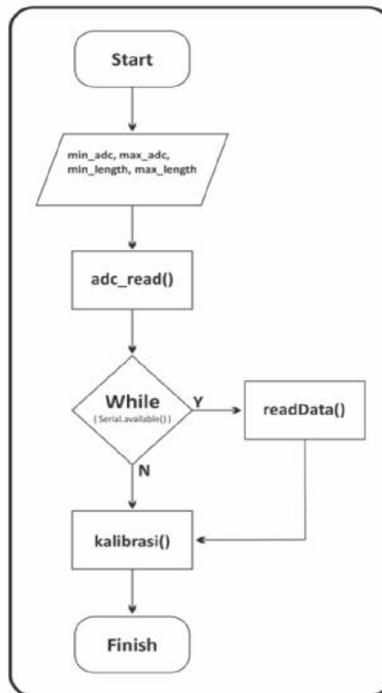
Dengan algoritma yang dibuat maka teknisi tidak lagi perlu membuka panel untuk merubah flush program. Kalibrasi dapat dilakukan dengan cara membuka serial monitor kemudian memasukkan nilai secara langsung dengan mengetikan perintah dan nilai-nilai yang diperlukan.

Kode perintah akan dibaca oleh mikrokontroler untuk diklasifikasikan kemana nilai input akan dimasukan. Setelah kode perintah diklasifikasikan maka mikrokontroler akan mengeksekusi nilai tersebut

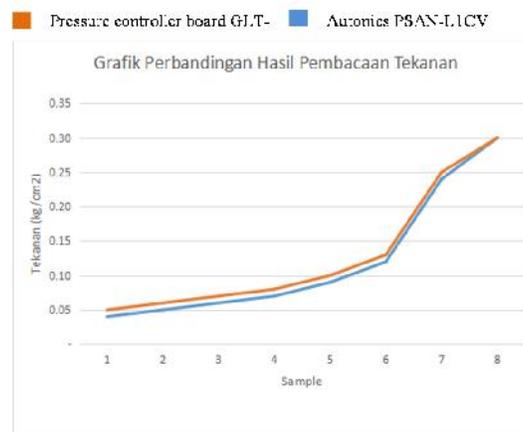
dengan menyimpannya pada penyimpanan EEPROM. EEPROM akan dibaca setiap awal tekanan di-ON-kan dan kemudian nilai tersebut diterapkan pada sebuah persamaan interpolasi linear sebagai hubungan antara transduser dan nilai pembacaan yang ditampilkan pada *display*.

Fungsi-fungsi program yang diterapkan dijelaskan dalam bentuk *flow chart* yang ditunjukkan pada gambar 4. Ketika *power supply* memberikan tegangan pada mikrokontroler maka program akan menjalankan fungsi `setup()` satu kali, kemudian menjalankan fungsi `loop()` secara terus menerus melakukan pengulangan. Fungsi lainnya kemudian dipanggil melalui fungsi `loop()` untuk dieksekusi.

Pada gambar 4, menunjukkan bahwa fungsi kalibrasi dieksekusi berdasarkan perintah yang ditulis pada serial monitor dengan menulis sesuai format. Untuk memulai kalibrasi, perintah yang digunakan adalah dengan mengetik karakter [ # ], kemudian memberikan perintah-perintah yang diperlukan dalam proses kalibrasi dengan format perintah <cell/back/pore>.<max/min>.<adc/length>. Ketika akan memasukan nilai maksimal adc yang terbaca pada tekanan back maka cukup dengan memberikan perintah [ back.max.adc ] dan untuk memasukan nilai length maka cukup dengan memberikan perintah [ back.max.length ].



Gambar 4. Flowchart rancangan program pengkalibrasian



Gambar 5. Perbandingan hasil pembacaan dalam bentuk grafik line

Pengujian hasil kalibrasi dilakukan dengan membandingkan pembacaan sensor dengan pembacaan transduser *PSAN-L1CV*. Transduser *PSAN-L1CV* dapat membaca tekanan dan langsung ditampilkan pada display dan telah terkalibrasi dengan standar pabrik. *PSAN-L1CV* ini memiliki keakuratan kurang lebih 0.2% dari pembacaan *display* [5]. Dengan perbandingan tersebut bertujuan untuk mendapat nilai *error* dari pembacaan tekanan hasil kalibrasi terhadap transduser *PSAN-L1CV*. Hasil pengujian *error* tersebut ditunjukkan pada gambar 5, sedangkan nilainya dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Nilai hasil pembacaan modul tekanan yang dikalibrasi dengan transduser tekanan *Autonics PSAN-L1CV*

Sample	Pressure Tranducer Autonics PSAN-L1CV (kg/cm <sup>2</sup> )	Pressure controller board GLT-03 (kg/cm <sup>2</sup> )	Error (%)
1	0,04	0,05	25,00
2	0,05	0,06	20,00
3	0,06	0,07	16,67
4	0,07	0,08	14,29
5	0,09	0,10	11,11
6	0,12	0,13	8,33
7	0,24	0,25	4,17
8	0,30	0,30	0,00

Pada Tabel 1 menunjukkan nilai hasil perbandingan dalam bentuk tabel antara pembacaan sensor pada modul tekanan. pada alat uji *triaxial digital GLT-03* hasil kalibrasi dengan pembacaan dari pressure transduser *autonics PSAN-L1CV* dan didapatkan keakuratan pembacaan modul tekanan pada 0,12 kg/cm<sup>2</sup> = 8,33% , 0,24 kg/cm<sup>2</sup> = 4,17% dan 0,30 kg/cm<sup>2</sup> = 0,00%.

#### 4. KESIMPULAN

Algoritma program yang dibuat berhasil dioperasikan dengan baik dan menyelesaikan masalah yang disebutkan pada penjelasan sebelumnya, sehingga dapat membantu dan memudahkan operator dalam troubleshooting dan pengkalibrasian awal ketika produksi. Nilai keakuratan pembacaan modul tekanan pada 0,12 kg/cm<sup>2</sup> = 8,33% , 0,24 kg/cm<sup>2</sup> = 4,17% dan 0,30 kg/cm<sup>2</sup> = 0,00% jika dibandingkan dengan transduser *autonics PSAN-L1CV*. Adapun saran dari penulis dengan hasil penelitian ini diharapkan dapat senantiasa diterapkan pada alat uji *triaxial digital* yang dibuat oleh PT. Gerlink Utama Mandiri.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Katalog, <http://gerlink.id/katalog/gerlink-catalogue.pdf> diakses 23 Juni 2018 Pukul 17:32.  
 Hikmadi Arafat, Hendri Maja Saputra, "The Effect of Motor Speed on Pressure: 5000N" Triaxial Digital", Okt. 2017.  
 Akim Manaor Hara Pardade, "Algoritma dan Pemrograman", Okt. 2017.  
 Alan S Morris, "Measurement and Instrumentation Principles", 2001, Butterworth Heinemann.  
 Autonics Digital Pressure Sensor PSAN Series Manual.  
 Amitava Mitra, "Fundamentals of Quality Control and Improvement", 2008, Auburn Alabama.