



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - TE 145561

PENERAPAN SENSOR POSISI PADA *UNIVERSAL TESTING MACHINE*

Danang Pradika Purnomo
NRP 1031150000021

Dosen Pembimbing
Slamet Budiprayitno, ST., MT.

PROGRAM STUDI KOMPUTER KONTROL
Departemen Teknik Elektro Otomasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT - TE 145561

APPLICATION OF POSITION SENSOR ON UNIVERSAL TESTING MACHINE

Danang Pradika Purnomo
NRP 1031150000021

Advisor
Slamet Budiprayitno, ST., MT.

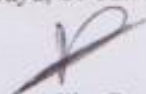
COMPUTER CONTROL PROGRAM STUDY
Department Of Electrical Engineering Automation
Fakulty of Vocational
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul "**PENERAPAN SENSOR POSISI PADA *UNIVERSAL TESTING MACHINE***" adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 20 Juli 2018



Danang Pradika Purnomo
NRP 1031150000021

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

PENERAPAN SENSOR POSISI PADA UNIVERSAL TESTING MACHINE

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik
Pada
Departemen Teknik Elektro Otomasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui :

Dosen Pembimbing



Slamet Budiprayitno, ST., MT.
NIP. 19781113 201012 1002

**SURABAYA,
JULI, 2018**

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

PENERAPAN SENSOR POSISI PADA *UNIVERSAL TESTING MACHINE*

Nama : Danang Pradika Purnomo
Pembimbing : Slamet Budiprayitno, ST., MT.

ABSTRAK

Pada proses pembuatan sebuah produk mempunyai bagian terpenting yang dapat mempengaruhi kualitas sebuah produk yaitu pemilihan material. Dalam pemilihan sebuah material digunakan *Universal Testing Machine (UTM)* sebagai pengujian kualitas material. Salah satu sifat material yaitu sifat mekanik yang meliputi kekerasan, kekuatan, dan ketangguhan dari material itu sendiri. Pengujian material dilakukan dengan uji tarik dan uji tekan yang memanfaatkan sensor posisi *linear scale* untuk mengetahui deformasi material yang diuji. Deformasi adalah transformasi sebuah benda dari kondisi semula ke kondisi terkini.

Sensor posisi *linear scale* merupakan sensor yang digunakan untuk mengetahui deformasi material suatu produk dari pengujian yang dilakukan. Pada tugas akhir ini dibuat alat berupa sensor posisi menggunakan *encoder* yang dapat digunakan sebagai *linear scale* untuk *UTM*. *Encoder* berfungsi untuk menghasilkan gelombang kotak karena adanya perubahan posisi piringan didalam *encoder* yang mengakibatkan cahaya LED untuk dapat mencapai *photo-transistor* berubah-ubah. Gelombang kotak yang dihasilkan akan dihitung, selanjutnya dimasukkan kedalam rumus untuk menghitung panjang yang terukur. Dari perhitungan itu juga dapat ditentukan ketelitian dari *linear scale*. Hasil jarak yang terukur direpresentasikan pada komputer dengan bantuan *microcontroller*.

Tugas akhir ini berhasil membuat sensor posisi dengan ketelitian 0,05 mm dengan rata-rata *error* sebesar 2.16% dari hasil perbandingan dengan *linear scale UTM* yang berada di Jurusan Teknik Sipil ITS.

Kata Kunci : Deformasi, *Encoder*, *Linear Scale*, *Microcontroller*, *UTM*, *HMI*

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

APPLICATION OF POSITION SENSOR ON UNIVERSAL TESTING MACHINE

Name : Danang Pradika Purnomo
Advisor : Slamet Budiprayitno, ST., MT.

ABSTRACT

In the process of making a product has the the most important thing of producing the product which can affect the quality of a product is the selection of materials. In the selection of a material used Universal Testing Machine (UTM) as a material quality test. one of the material properties is the mechanical properties which include the hardness, strength, and toughness of the material itself. Material testing is performed by tensile and compressive tests utilizing linear scale position sensors to determine the deformation of the material under test. Deformation is the transformation of an object from its original state to the current state.

Linear scale position sensor is a sensor used to determine the material deformation of a product of testing performed. In this final project plan to make position sensor reading system using encoder which can be used as linear scale digital for UTM. The encoder functions to generate a square wave due to changes in the position of the disk inside the encoder which causes LED light to be able to achieve arbitrary photo-transistors. The resulting square waves will be calculated, then inserted into the formula to calculate the measured length. From the calculation, the accuracy of the linear scale can also be determined. The measured distance results are to be represented on the computer by using microcontroller.

This final project succeeded in making position sensor with accuracy 0,05 mm with error average 2,16% result comparison with linear scale UTM at Civil Engineering of ITS.

Keyword: Deformation, Encoder, Linear Scale, Microcontroller, UTM, HMI

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir dengan judul:

“PENERAPAN SENSOR POSISI PADA *UNIVERSAL TESTING MACHINE*”

Ini dapat terselesaikan dengan baik. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan Diploma 3 pada Bidang Studi Komputer Kontrol, Departemen Teknik Otomasi, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Tugas Akhir ini dapat diselesaikan oleh penulis berkat bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapak Hadi dan Ibu Haryani selaku orang tua penulis yang telah mendoakan dan memberi dukungan kepada penulis, Bapak Slamet Budiprayitno, ST., MT. selaku pembimbing atas bimbingan dan arahan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Dosen Departemen Teknik Elektro Otomasi yang telah membagi ilmunya, serta semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari dan memohon maaf atas segala kekurangan pada Tugas Akhir ini. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dalam pengembangan keilmuan di kemudian hari.

Surabaya, 20 Juli 2018

Penulis

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR ISI

HALAMAN

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
HALAMAN PENGESAHAN	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Metodologi Penelitian.....	2
1.5.1 Tahap Persiapan.....	2
1.5.2 Tahap identifikasi dan pemodelan sistem.....	2
1.5.3 Tahap perancangan.....	2
1.5.4 Tahap pembuatan alat.....	3
1.5.5 Tahap pengujian dan Analisa.....	3
1.5.6 Tahap penyusunan laporan.....	3
1.6 Sistematika Laporan.....	3
1.7 Relevansi.....	4
BAB II TEORI DASAR	5
2.1 Universal Testing Machine [1].....	5
2.2 Rotary Encoder [2].....	6
2.2.1 Incremental Encoder [2].....	7
2.3 Mikrokontroler STM32F1 [3].....	9
2.3.1 ST-LINK [4].....	10

2.3.2	Komunikasi Serial [5]	10
BAB III PERANCANGAN ALAT		13
3.1	Diagram alir perancangan sensor posisi	13
3.2	Diagram alir pembuatan sensor posisi	14
3.2.1	Pembuatan Mekanik	14
3.2.2	Pembuatan Program	16
3.2.3	Pembuatan HMI	19
3.1	Pembuatan box	20
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA		21
4.1	Cara Kerja Alat	21
4.2	Pengujian alat dan analisis	21
4.2.1	Pengujian Menggunakan Serial	21
4.2.2	Pengujian sinyal menggunakan osiloskop	22
4.2.3	Pengujian alat dengan <i>linear Scale</i> UTM	30
BAB V PENUTUP		33
5.1	Kesimpulan	33
5.2	Saran	33
DAFTAR PUSTAKA		35
LAMPIRAN A		37
A-1	Sensor Output per pulse	37
A-2	Listing Program	39
A-3	Listing Program	40
A-4	Tampilan sinyal <i>encoder</i> pada putaran 17°	41
A-5	Tampilan sinyal <i>encoder</i> pada putaran 32°	43
A-5	Tampilan sinyal <i>encoder</i> pada putaran 90°	45
A-6	Tampilan sinyal <i>encoder</i> pada putaran 180°	50
A-4	Tampilan pulsa <i>rotary encoder</i> satu putaran	54
LAMPIRAN B		67
B-1	Datasheet Mikrokontroler STM32F103C8T6	67
B-2	Datasheet Encoder	69

RIWAYAT HIDUP 71

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
Gambar 2.1 Universal Testing Machine	5
Gambar 2.2 Bagian dalam <i>rotary encoder</i>	6
Gambar 2.3 Blok Penyusun <i>rotary encoder</i>	7
Gambar 2.4 Rangkaian tipikal <i>rotary encoder</i>	7
Gambar 2.5 Susunan piringan untuk incremental <i>encoder</i>	8
Gambar 2.6 Contoh pola keluaran incremental encode	8
Gambar 2.7 <i>Rotary encoder</i> seri LPD3806-400BM-G5-24C	9
Gambar 2.8 Mikrokontroler STM32F130	9
Gambar 2.9 ST-Link.....	10
Gambar 3.1 Diagram alir perancangan sensor posisi.....	13
Gambar 3.2 Diagram alir tahap pembuatan sensor posisi.....	14
Gambar 3.3 Desain tempat sensor posisi.....	14
Gambar 3.4 Desain sensor posisi bagian dalam.....	15
Gambar 3.5 Flowchart cara kerja Sensor Posisi.....	16
Gambar 3.6 Program sensor posisi.....	17
Gambar 3.7 Program sensor posisi perulangan.....	18
Gambar 3.8 Pseudocode HMI Sensor Posisi.....	19
Gambar 3.9 Tampilan HMI.....	19
Gambar 3.10 Desain Box Mikrokontroler.....	20
Gambar 4.1 Hasil pengujian sinyal fasa A dan B.....	23
Gambar 4.2 Hasil pengujian counter 5 pulsa reverse.....	23
Gambar 4.3 Serial counter 5 pulsa reverse.....	24
Gambar 4.4 Hasil pengujian counter 6 pulsa forward.....	24
Gambar 4.5 Serial counter 6 pulsa forward.....	25
Gambar 4.6 Tampilan sinyal <i>encoder</i> pada putaran 17°.....	25
Gambar 4.7 Tampilan serial <i>encoder</i> pada putaran 17°.....	26
Gambar 4.8 Tampilan sinyal <i>encoder</i> pada putaran 32°.....	26
Gambar 4.9 Tampilan serial <i>encoder</i> pada putaran 32°.....	27
Gambar 4.10 Tampilan sinyal <i>encoder</i> pada putaran 90°.....	27
Gambar 4.11 Tampilan serial <i>encoder</i> pada putaran 90°.....	28
Gambar 4.12 Tampilan sinyal <i>encoder</i> pada putaran 180°.....	28
Gambar 4.13 Tampilan serial <i>encoder</i> pada putaran 180°.....	29

Gambar 4.14 Tampilan sinyal <i>encoder</i> pada putaran 360°	29
Gambar 4.15 Tampilan serial <i>encoder</i> pada putaran 360°	30

DAFTAR TABEL

HALAMAN

Tabel 3.1 wiring ST-Link dengan STM32F103C8T6	10
Tabel 4.1 Data keluaran dari sensor posisi.....	21
Tabel 4.2 Hasil Pengujian alat TA dengan linear scale UTM.....	30

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Produk merupakan segala sesuatu yang dapat ditawarkan ke pasar untuk diperhatikan, dipakai, dimiliki, atau dikonsumsi sehingga dapat memenuhi keinginan atau kebutuhan (Kotler, 2004). Pada pembuatan sebuah produk pemilihan material sangat penting agar produk yang dihasilkan sesuai dengan yang diharapkan. Dalam pemilihan perlu adanya pengujian sifat mekanik material diantaranya yaitu kekerasan, kekuatan, dan ketangguhan. Pengujian sifat mekanik dilakukan dengan uji tekanan dan tarikan dengan menggunakan Universal Testing Machine. Universal Testing Machine atau UTM adalah alat yang digunakan dalam pengujian bahan produksi karena dengan adanya UTM kualitas dari sebuah bahan dapat ditentukan apakah layak produksi atau tidak. Dalam dunia industri manufaktur UTM sangat penting karena menyangkut nama baik perusahaan karena misal jika ada kecacatan produk sebagai akibat pemilihan material yang salah, perusahaan tersebut harus membayar denda akibat kecacatan produk miliknya. Pada dunia pendidikan UTM digunakan sebagai materi praktikum agar para praktikan dapat mengetahui cara menguji bahan atau material produksi. Kebanyakan UTM yang digunakan di Indonesia hasil dari import dari luar negeri sehingga jika ada kerusakan pada mesin tersebut pemilik mesin harus menunggu beberapa hari atau beberapa bulan karena komponen yang dibangun tersebut import juga dari perusahaan pembuat UTM. Maka perlu adanya produksi UTM dari dalam negeri yang komponennya mudah dicari tanpa perlu import. Pada UTM Untuk mengetahui deformasi suatu material yang sedang diuji tarik maupun diuji tekan digunakan linear scale. Deformasi adalah transformasi sebuah benda dari kondisi semula ke kondisi terkini (Truesdell, 2004) . Perpindahan tersebut akan di deteksi oleh encoder dari linear scale, encoder berfungsi mengubah gerakan linear menjadi sinyal digital yang akan menghasilkan gelombang kotak. Gelombang kotak dapat diolah secara digital menggunakan mikrokontroler sehingga menampilkan hasil pembacaan posisi.

1.2 Permasalahan

Pada *Universal Testing Machine*, pengguna *UTM* perlu mengetahui posisi dari sebuah benda uji agar kekuatan benda uji dapat dihitung lewat deformasi benda uji. Oleh karena itu pada tugas akhir ini dibuat sensor posisi untuk mengetahui deformasi benda uji.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam tugas akhir ini yaitu sensor posisi yang dibuat hanya digunakan untuk mengukur deformasi pada *Universal Testing Machine* yang berada di Jurusan Teknik Sipil ITS.

1.4 Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah membuat sensor posisi yang dapat digunakan sebagai alat ukur deformasi dari benda uji yang diuji dengan menggunakan *Universal Testing Machine*.

1.5 Metodologi Penelitian

Dalam pelaksanaan tugas akhir yang berupa penerapan Sensor Posisi Pada *Universal Testing Machine*, ada beberapa kegiatan yang dapat diuraikan sebagai berikut:

1.5.1 Tahap Persiapan

Pada tahap ini akan dilakukan studi literatur mengenai *encoder*, Mikrokontroler STM32F1, dan komunikasi data.

1.5.2 Tahap identifikasi dan pemodelan sistem

Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi dari sistem alat sesuai data yang telah didapatkan dari studi literatur serta dilakukan pemodelan dari alat yang akan dikerjakan.

1.5.3 Tahap perancangan

Pada tahap kedua ini akan dilakukan perancangan sensor posisi yang dapat digunakan oleh *UTM*. Pada tahap ini, digunakan *encoder* sebagai sensor posisi. *Encoder* akan mengeluarkan sinyal digital dari proses pengujian pada *UTM* yang selanjutnya akan diubah oleh mikokontroler STM32F1 sebagai deformasi benda uji.

Setelah mendapat teori dasar yang mendasari pembuatan Tugas Akhir ini, baru dilakukan perancangan alat Tugas Akhir ini. Perencanaan dilakukan agar alat yang dibuat sesuai dengan teori dasar yang dimiliki

dengan menerapkan ke dalam praktik bertujuan untuk alat yang dibuat memiliki hasil yang sesuai dengan yang diharapkan. Perancangan yang dilakukan terdiri dari perancangan hardware yang meliputi perancangan sensor posisi dan perancangan software berupa program STM32F1.

1.5.4 Tahap pembuatan alat

Perancangan hardware yang dilakukan dengan merancang rangkaian-rangkaian elektronika. Komponen-komponen elektronika yang dirancang atau digunakan meliputi:

1. Konfigurasi STM32F1
2. Wiring sensor posisi

1.5.5 Tahap pengujian dan Analisa

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian alat, menganalisa kesalahan atau kegagalan pada alat dan mengatasi permasalahan tersebut. Pada tahap ini, menganalisa faktor apa saja yang menyebabkan alat tidak bekerja sesuai dengan keinginan atau terjadi *error*. Tahapan ini dilakukan berdasarkan urutan di bawah ini:

1. Pengujian ketelitian *encoder*

1.5.6 Tahap penyusunan laporan

Setelah alat berhasil dibuat dan berkerja dengan baik tanpa adanya error, pengambilan data dan analisa data terpenuhi, maka tahap selanjutnya yaitu penyusunan laporan untuk buku Tugas Akhir. Diharapkan buku Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua orang, dan dapat dijadikan pedoman dalam melanjutkan dan mengembangkan ide Tugas Akhir ini.

1.6 Sistematika Laporan

Untuk pembahasan lebih lanjut, laporan Tugas Akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BABI PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, maksud dan tujuan, sistematika laporan, metodologi, serta relevansi Tugas Akhir yang dibuat.

BAB II TEORI DASAR

Menjelaskan teori yang berisi teori-teori dasar yang dijadikan landasan dan mendukung dalam perencanaan dan pembuatan alat yang dibuat.

BAB III PERANCANGAN ALAT

Membahas perencanaan dan pembuatan tentang perencanaan dan pembuatan hardware yang meliputi desain mekanik dan perancangan software yang meliputi program yang akan digunakan untuk menjalankan alat tersebut.

BAB IV PENGUKURAN DAN ANALISA

Membahas pengujian alat dan menganalisa data yang didapat dari pengujian tersebut serta membahas tentang pengukuran, pengujian, dan penganalisaan terhadap alat.

BAB V PENUTUP

Berisi penutup yang menjelaskan tentang kesimpulan yang didapat dari Tugas Akhir ini dan saran-saran untuk pengembangan alat ini lebih lanjut.

1.7 Relevansi

Dari pembuatan alat ini diharapkan akan tercipta beberapa manfaat yaitu:

1. Dengan dibuatnya alat ini maka dapat mempermudah pengguna *UTM* mengetahui deformasi benda yang sedang diuji.

BAB II

TEORI DASAR

Beberapa teori penunjang yang dipaparkan dalam buku Tugas Akhir ini adalah teori dasar mengenai *Universal Testing Machine*, *Rotary Encoder*, Mikrokontroler STM32F4 serta perangkat lunak yang dipakai.

2.1 Universal Testing Machine [1]

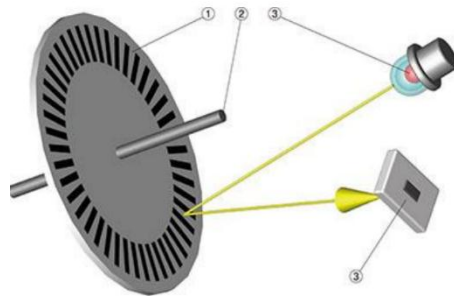
Universal Testing Machine (UTM) adalah alat yang dipergunakan untuk menguji kekuatan satu bahan material, dengan jenis pengujian statik yang dapat berupa uji tarik (*Tensile Test*) dan uji tekan (*Compress Test*) (William, 2004) . material yang diuji sangat beragam jenisnya, mulai dari karet, plastik, tekstil, kertas, besi, beton dan berbagai jenis material lainnya. Prinsip pengujian yaitu benda uji atau sampel dengan ukuran dan bentuk tertentu diberi beban gaya tarik atau beban gaya tekan sesumbu yang bertambah besar secara kontinyu pada benda uji hingga putus atau retak. Pada gambar 2.1 merupakan gambar contoh mesin *UTM* yang digunakan pada laboratorium uji beton teknik sipil ITS



Gambar 2.1 Universal Testing Machine

2.2 Rotary Encoder [2]

Rotary Encoder adalah perangkat elektronik yang dapat memonitor gerakan dan posisi. *Rotary encoder* umumnya menggunakan sensor optik untuk menghasilkan serial pulsa yang dapat diartikan menjadi gerakan, posisi, dan arah. Sehingga posisi sudut suatu poros benda berputar dapat diolah menjadi informasi berupa kode digital oleh *rotary encoder* untuk selanjutnya diolah sesuai keinginan.

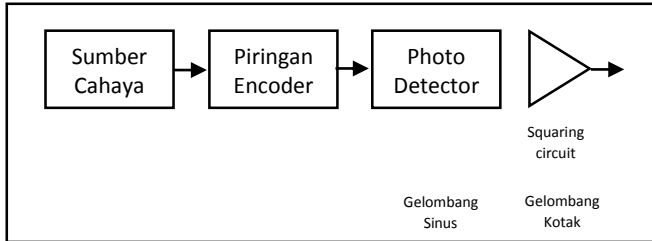


Gambar 2.2 Bagian dalam *rotary encoder*

Rotary Encoder tersusun dari suatu piringan tipis yang memiliki lubang-lubang pada bagian lingkaran piringan. LED ditempatkan pada salah satu sisi piringan sehingga cahaya akan menuju ke piringan. Di sisi yang lain suatu photo-transistor diletakkan sehingga photo-transistor ini dapat mendeteksi cahaya dari LED yang berseberangan. Piringan tipis tadi dikopel dengan poros motor, atau perangkat berputar lain yang ingin diketahui posisinya, sehingga ketika motor berputar piringan juga akan ikut berputar. (Anggadi, 2011). Pada gambar 2.2 menunjukkan gambar bagian dalam *rotary encoder* terdiri dari piringan tipis, photo-transistor dan LED.

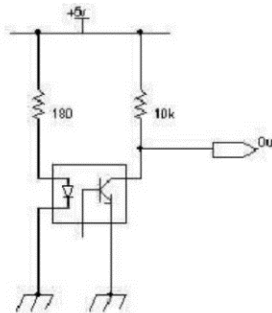
Apabila posisi piringan mengakibatkan cahaya dari LED dapat mencapai photo-transistor melalui lubang-lubang yang ada, maka photo-transistor akan mengalami saturasi dan akan menghasilkan suatu pulsa gelombang persegi. Semakin banyak deretan pulsa yang dihasilkan pada satu putaran menentukan akurasi *rotary encoder* tersebut, sehingga semakin banyak jumlah lubang yang dapat dibuat pada piringan

menentukan akurasi *rotary encoder* tersebut. urutan dari proses tersebut ditunjukkan pada gambar 2.3



Gambar 2 3 Blok Penyusun *rotary encoder*

Rangkaian penghasil pulsa pada *Rotary Encoder* umumnya memiliki *output* yang berubah dari +5V menjadi 0.5V ketika cahaya diblok oleh piringan dan ketika diteruskan ke photo-transistor. Ditunjukkan pada Gambar 2.4

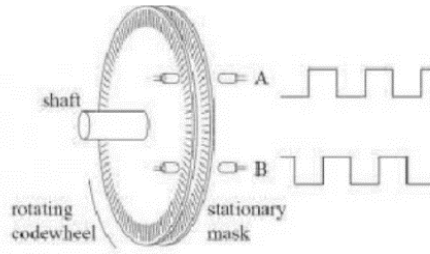


Gambar 2.4 Rangkaian tipikal *rotary encoder*

2.2.1 Incremental Encoder [2]

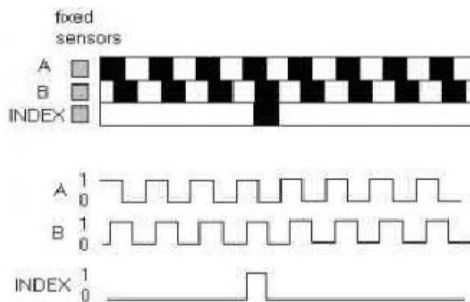
Incremental Encoder terdiri dari dua track atau single track dan dua sensor yang disebut *channel A* dan *B* pada gambar 2.5. Ketika poros berputar, deretan pulsa akan muncul di masing-masing *channel* pada frekuensi yang proporsional dengan kecepatan putar sedangkan hubungan fasa antara *channel A* dan *B* menghasilkan arah putaran. Dengan menghitung jumlah pulsa yang terjadi terhadap resolusi maka putaran

dapat diukur untuk mengetahui arah putaran, dengan mengetahui *channel* mana yang *leading* terhadap *channel* satunya dapat kita tentukan arah putaran yang terjadi karena kedua *channel* tersebut akan selalu berbeda fasa seperempat putaran (*quadrature signal*).



Gambar 2.5 Susunan piringan untuk incremental encoder.

Pola diagram keluaran dari suatu *incremental encoder* ditunjukkan pada Gambar 2.6. Resolusi keluaran dari sinyal quadrature A dan B dibuat beberapa macam, yaitu 1X, 2X, dan 4X. Resolusi 1X hanya memberikan pulsa tunggal untuk setiap siklus salah satu sinyal A atau B, sedangkan resolusi 4X memberikan pulsa setiap transisi pada kedua sinyal A dan B menjadi empat kali resolusi 1X. Arah putaran dapat ditentukan melalui level salah satu sinyal selama transisi terhadap sinyal yang kedua. Pada contoh resolusi 1X, A arah bawah dengan B= 1 menunjukkan arah putaran searah jarum jam, sebaliknya B = arah bawah dengan A=1 menunjukkan arah berlawanan dengan jarum jam. (Anggadi, 2011)



Gambar 2.6 Contoh pola keluaran incremental encode

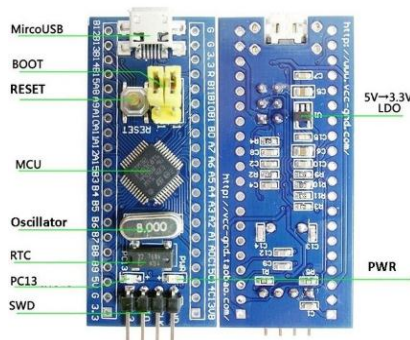
Rotary encoder yang digunakan yaitu LPD3806-400BM-G5-24C dengan 400 pulsa per revolusi menggunakan daya DC5-24V, diameter shaft 6mm, panjang 13mm / 0,23 " * 0,51", ukuran: 38 * 35.5mm / 1.49 * 1.39 output terdiri dari 2 fasa yaitu A dan B. Gambar 2.7 menunjukkan *rotary encoder* seri yaitu LPD3806-400BM-G5-24C



Gambar 2.7 *Rotary encoder* seri LPD3806-400BM-G5-24C

2.3 Mikrokontroler STM32F1 [3]

STM32 adalah mikrokontroler buatan STMicroelectronics menggunakan arsitektur 32 Bit RISC berdasarkan ARM core buatan ARM Holdings. STM32 terbagi dalam beberapa jenis core, seperti Cortex-M4F, Cortex-M3, Cortex-M0+ dan Cortex-M0. Varian yang sering digunakan pada proyek *opensource* dan edukasi adalah STM32F1.



Gambar 2.8 Mikrokontroler STM32F130

2.3.1 ST-LINK [4]

ST-Link adalah rangkaian *debugger* dan programmer untuk mikrokontroler STM32F1 serta STM8 berfungsi sebagai perantara antara komputer dengan minimum sistem STM32F1.



Gambar 2.9 ST-Link

Hubungan atau koneksi antara ST-Link dengan mikrokontroler STM32F1 dimana pada ST-LINK SWCLK dihubungkan pada DCLK STM32F1 sebagai input clock dari ST-LINK lalu SWDIO dihubungkan dengan DIO STM32F1 yang digunakan untuk mengirim data serial dari ST-LINK ke SM32 F1 pada pin GND ST-LINK atau ground dihubungkan pada pin GND STM32F1 begitu juga pin daya pada STM32F1 daya yang digunakan yaitu sebesar 3.3 Volt hubungkan antara pin STM32F1 dan ST-LINK dijelaskan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 wiring ST-Link dengan STM32F103C8T6

ST-LINK		STM32F1
SWCLK	>>	DCLK
SWDIO	>>	DIO
GND	>>	GND
3.3V	>>	3.3V

2.3.2 Komunikasi Serial [5]

Komunikasi serial ialah pengiriman data secara serial (data dikirim satu persatu secara berurutan), sehingga komunikasi serial lebih lambat

daripada komunikasi paralel. Komunikasi Serial dapat digunakan untuk menggantikan Komunikasi Paralel jalur data 8-bit dengan baik. Kecepatan tranfer data pada komunikasi data serial diukur dalam satuan BPS (bits persecond) atau *baudrate*.

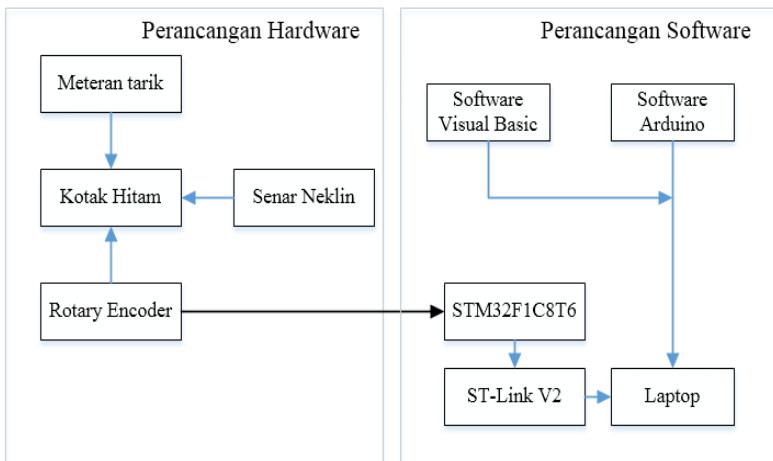
-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB III PERANCANGAN ALAT

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai perancangan dan pembuatan sensor posisi dalam bentuk alur diagram, pembuatan mekanik, dan pembuatan program.

3.1 Diagram alir perancangan sensor posisi

Sebelum melakukan pembuatan sensor posisi yang meliputi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*), diperlukan sebuah diagram alir untuk mempermudah pengerjaan yang dapat dilihat pada Gambar 3.1.

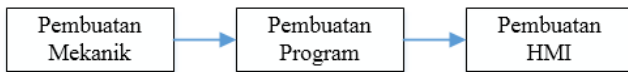


Gambar 3.1 Diagram alir perancangan sensor posisi

Dari Gambar 3.1 merupakan gambaran dari cara kerja sensor posisi secara keseluruhan. *Rotary encoder* menghitung pulsa dari putaran *shaft* yang dihasilkan lalu mengirimkannya ke mikrokontroler STM32F1 C8T6 dengan menggunakan ST-Link V2 data dari *Rotary Encoder* dikirim secara serial pada laptop yang sudah berisi *software arduino* dan *software visual basic* sehingga menampilkan data jarak yang terukur.

3.2 Diagram alir pembuatan sensor posisi

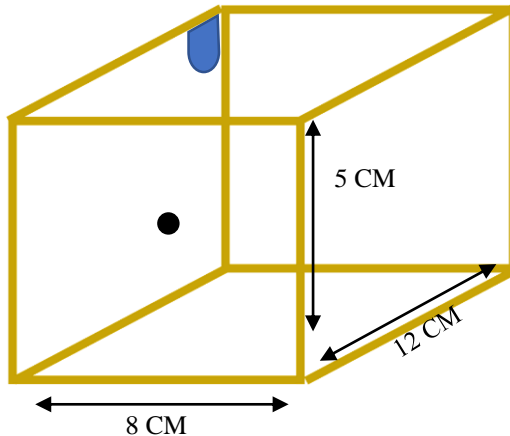
Adapun tahap-tahap pembuatan sensor posisi pada *Universal Testing Machine* dibuat dalam bentuk diagram alir agar memudahkan dalam pembuatan sensor posisi. Secara keseluruhan dilakukan dalam beberapa tahap yaitu pembuatan program, pembuatan mekanik dan pembuatan HMI dari sensor posisi. Digram alir tahap pembuatan dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram alir tahap pembuatan sensor posisi.

3.2.1 Pembuatan Mekanik

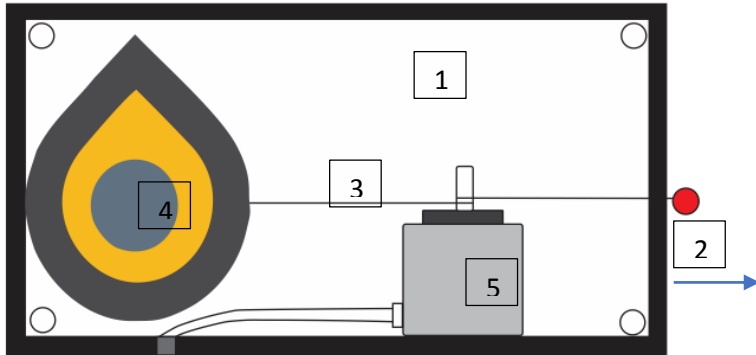
Sensor posisi menggunakan kotak hitam bahan plastik ukuran 12 x 8 x 5 (P x L x T). Gambar 3.3 merupakan desain kotak tempat sensor posisi.



Gambar 3.3 Desain tempat sensor posisi.

Kotak hitam tersebut dilubangi pada bagian sampingnya sebagai jalur keluar senar neklin dan jalur keluar dari kabel *encoder*. Pembuatan

lubang tersebut menggunakan bor listrik. Pada Gambar 3.4 memperlihatkan bagian dalam dari sensor posisi.



Gambar 3.4 Desain sensor posisi bagian dalam

Keterangan gambar:

- 1 Kotak Hitam, tempat untuk meletakkan *Rotary encoder* dan meteran tarik
- 2 Pengait, untuk mengaitkan ujung senar neklin pada *head Universal Testing Machine*.
- 3 Senar Neklin, digunakan untuk memutar *shaft* dari *rotary encoder*
- 4 Meteran Tarik, digunakan untuk menggulung kembali senar neklin yang sudah ditarik
- 5 *Rotary Encoder*, digunakan sebagai pengubah gerakan menjadi serial pulsa yang nantinya akan dikirim ke mikrocontroller

Cara kerja mekanik tersebut yaitu pengait dihubungkan pada *universal testing machine* terlebih dahulu. Sehingga jika *head* dari *universal testing machine* bergerak maka senar neklin akan memanjang karena mendapat tarikan dari *head universal testing machine* karena senar tersebut mengkopel *shaft* dari *rotary encoder* akibatnya *rotary encoder* menghasilkan pulsa sebesar perpindahan yang terjadi. Pada meteran tarik berguna untuk menggulung kembali senar neklin yang memanjang agar

tidak terjadi kekendoran pada sensor yang digunakan yang berakibat *error* pada pembacaan jarak. Kotak hitam melindungi semua komponen tersebut dari debu yang dihasilkan oleh *universal testing machine*.

3.2.2 Pembuatan Program

Software yang digunakan untuk memprogram alat sensor posisi menggunakan arduino, *software* arduino dipergunakan sebagai sarana pembuatan program dan *compiling script* program menjadi bahasa mesin agar perintah yang diketikkan pada program dapat dibaca dan dilaksanakan oleh mikrokontroler STM32F41C8T6. Pada pembuatan *script* program yang digunakan pada sensor posisi diawali dengan membuat *flowchart* pada Gambar 3.5 sebagai pedoman dari cara kerja sensor.



Gambar 3.5 *Flowchart* cara kerja Sensor Posisi

Rotary encoder saat diputar akan mengeluarkan pulsa, untuk dapat membaca hitungan pulsa yang sudah dihasilkan *rotary encoder* maka diperlukan kode program seperti pada Gambar 3.6 dan Gambar 3.7 yang dapat menghitung keluaran pulsa tersebut

```
int pinA = PB8;
int pinB = PB9;
int counter = 0;
int counterPinlast = LOW;
int n = LOW;
const float pi = 3.14;
const float R = 0.3;
const int N = 400;
float jarak;
void setup() {
    Serial.begin(9600);
    pinMode(pinA, INPUT_PULLUP);
    pinMode(pinB, INPUT_PULLUP);
}
```

Gambar 3.6 Program sensor posisi

Pada Gambar 3.7 pertama pengenalan dari pin pada STM32F1 yang digunakan beserta variabel dan fungsi yang akan digunakan. π merupakan rumus untuk menghitung keliling lingkaran dari *shaft rotari encoder*, R merupakan diameter dari *shaft rotari encoder*. N adalah jumlah total pulsa *rotary encoder* pada putaran 360 derajat. Kecepatan transfer komunikasi serial 9600, `pinMode` menggunakan `INPUT_PULLUP` untuk menghubungkan resistor internal antara pin dengan +5V. Tanpa penggunaan `INPUT_PULLUP` keluaran pertama tidak akan bernilai 0 atau LOW.

```

void loop() {}
n = digitalRead(pinA);
if ((counterPinlast != LOW) && (n != HIGH)) {
  if (digitalRead(pinB) != LOW) {
    counter ++;
  } else {
    counter --;
  }
  jarak = (2*pi*R)*counter/N;
  Serial.print ("Panjang ");
  Serial.print (jarak);
  Serial.print (" | ");
  Serial.print ("Counter ");
  Serial.println (counter);
}
counterPinlast = n;

```

Gambar 3.7 Program sensor posisi perulangan

Program perulangan sensor posisi pada Gambar 3.7 dimulai dengan pengenalan *n* sebagai pembaca digital pada pinA dimana pinA. Lalu jika *counterPinlast* bernilai LOW dan *n* bernilai HIGH dan jika pinB bernilai LOW maka *counter* akan menghitung maju dan sebaliknya *counter* akan menghitung mundur. Jarak atau panjang perpindahan *head* dari *Universal Testing Machine* dihitung dengan menggunakan rumus keliling *shaft rotary encoder* dikali dengan *counter* dan dibagi dengan *counter* total dari *rotary encoder* pada *rotary encoder* yang digunakan *counter* total pada putaran 360 derajat yaitu 400 hitungan atau *counter*. Sehingga jika ditulis kedalam rumus sebagai berikut:

$$Jarak = \frac{2\pi r \times counter}{400} \dots\dots\dots(3.1)$$

Hasil data menggunakan rumus tersebut terdapat pada Tabel 4.1.

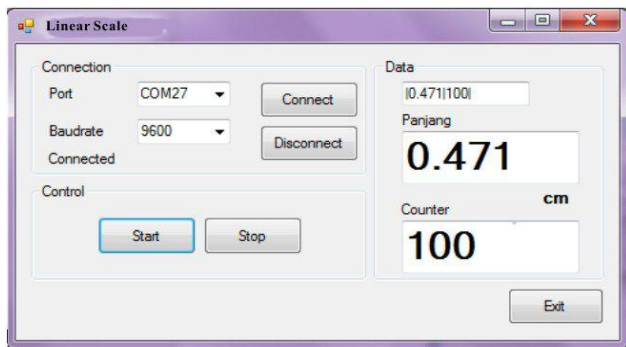
3.2.3 Pembuatan HMI

HMI (*Human Machine Interface*) berupa tampilan yang berada di komputer dibuat menggunakan *software* Microsoft Visual Studio. HMI dibuat untuk memudahkan dalam membaca keluaran dari sensor posisi yang sudah dibuat dan untuk merepresentasikannya. Untuk membuat tampilan HMI terlebih dahulu menentukan algoritma program yang akan dibuat dengan menggunakan *pseudocode* pada Gambar 3.8

```
Port = 0
Baudrate = 0
while (connect)
{
    Program dapat menerima data
    if (start)
    {
        Repeat
            Menerima data serial yang sudah diolah
            dari stm32f1 berupa data jarak
        Until
            stop = 1
    }
}
while (disconnect)
{
    Program tidak menerima data
}
```

Gambar 3. 8 Pseudocode HMI Sensor Posisi

Setelah membuat algoritma dengan *pseudocode* selanjutnya memprogram menggunakan visual studio. Pada software visual studio didapat tampilan seperti pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Tampilan HMI

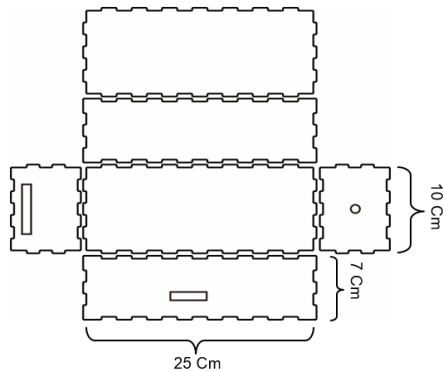
COM digunakan untuk memilih *port* COM yang akan digunakan untuk komunikasi serial. Baud digunakan untuk memilih kecepatan transfer data. Kotak status menampilkan kondisi dari *port* yang sedang terhubung jika tombol *connect* ditekan maka akan tampil kondisi sedang terhubung atau tidak. *Length* menampilkan panjang perpindahan *head* dari *Universal Testing Machine*. *Pulse* menampilkan jumlah *counter* yang sedang dihitung pada saat itu.

3.1 Pembuatan box

Pada perancangan box ini digunakan sebagai tempat penyimpanan rangkaian integrasi dari load cell dan sensor posisi yang akan digunakan oleh *Universal Testing Machine* Box ini berisi komponen dan mikrokontroller selain itu juga untuk melindungi semua yang berada di dalam box dari gangguan yang menyebabkan kerusakan. Adapun perancangan box, ditunjukkan oleh Gambar 3.10. Berikut spesifikasi box yang di gunakan :

1. Panjang box = 25 cm
2. Lebar box = 10 cm
3. Tinggi box = 7 cm

Box terbuat dari bahan acrylic dengan ketebalan 3mm. Terdapat lubang di bagian sisi samping box berbentuk kotak dengan ukuran 3 cm x 1 cm sebagai input dari sensor load cell karena box ini akan bersama dengan load cell. Terdapat lubang di bagian sisi depan box berbentuk kotak dengan ukuran 6 cm *1 cm sebagai penggunaan mikrokontroller.



Gambar 3.10 Desain Box Mikrokontroller

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA

Untuk mengetahui apakah tujuan-tujuan dari pembuatan alat ini telah sesuai dengan yang diharapkan atau tidak, maka dilakukan pengujian dan analisa terhadap alat yang telah dibuat. Pada bab ini akan dibahas mengenai cara kerja alat, data yang diperoleh beserta pengujiannya yang meliputi pengujian sensor posisi.

4.1 Cara Kerja Alat

Alat yang telah dibuat yaitu sensor posisi terdiri dari *rotary encoder* jenis *incremental encoder* yang digunakan sebagai komponen utama dalam penghasil sinyal digital untuk diolah pada mikrokontroler STM32F1. Ketika catu daya untuk mikrokontroler STM32F1 dihidupkan maka *rotary encoder* siap digunakan. pengait pada bagian atas sensor posisi terhubung dengan *head* dari *UTM* dan *rotary encoder* akan bekerja saat tali yang terhubung dengan pengait pada *head* menariknya sehingga *shaft* pada *rotary encoder* berputar dan mengasilkan pulsa. Pulsa yang keluar berupa hitungan yang akan dikelolah oleh mikronkontroler STM32F1 menjadi konversi panjang atau posisi dari *head* berdasarkan perhitungan keliling *shaft rotary encoder*.

4.2 Pengujian alat dan analisis

Pengujian alat bertujuan untuk mengetahui apakah alat ukur posisi bekerja dengan baik dan sesuai dengan apa yang diinginkan. Data yang didapat akan dibandingkan dengan alat ukur manual.

4.2.1 Pengujian Menggunakan Serial

Hasil pengujian dari percobaan pengukuran panjang dengan perhitungan tiap pulsa dengan rentang pulsa ke 1 sampai pulsa ke 24 didapat data seperti pada table 4.1.

Tabel 4. 1 Data keluaran dari sensor posisi

No	Panjang terukur (mm)	Pulsa ke
1	0.05	1
2	0.09	2
3	0.14	3

Tabel 4.1 Data keluaran dari sensor posisi (lanjutan)

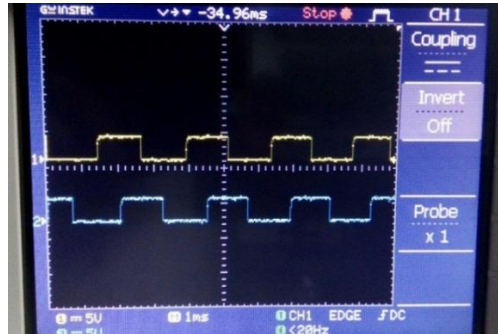
No	Panjang terukur (mm)	Pulsa ke
4	0.19	4
5	0.24	5
6	0.28	6
7	0.33	7
8	0.38	8
9	0.42	9
10	0.47	10
11	0.52	11
12	0.57	12
13	0.61	13
14	0.66	14
15	0.71	15
16	0.75	16
17	0.80	17
18	0.85	18
19	0.89	19
20	0.94	20
21	0.99	21
22	0.04	22
23	0.08	23
24	0.13	24

Dari percobaan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa tiap pulsa mewakili 0.005 cm yang sama dengan 0.05 mm.

4.2.2 Pengujian sinyal menggunakan osiloskop

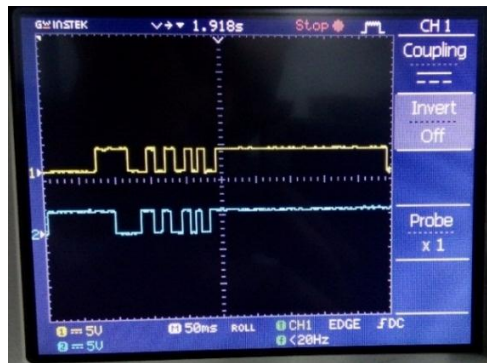
Pengujian ini dilakukan untuk membuktikan bahwa fasa A mendahului fasa B pada *rotary encoder* yang digunakan untuk membuat sensor posisi pada gambar 4.1. perbedaan tersebut digunakan untuk

menghitung pulsa yang dihasilkan dan menentukan *forward* dan *reverse* dari arah putaran *encoder* jika fasa A mendahului fasa B maka arah putaran *forward* sedang jika fasa B mendahului fasa A arah putarannya *reverse*. Dan pengujian ini dilakukan untuk menampilkan gambar pulsa jika *shaft encoder* diputar beberapa derajat.



Gambar 4.1 Hasil pengujian sinyal fasa A dan B.

Hasil pengujian hitungan 5 pulsa secara *reverse* pada Gambar 4.2



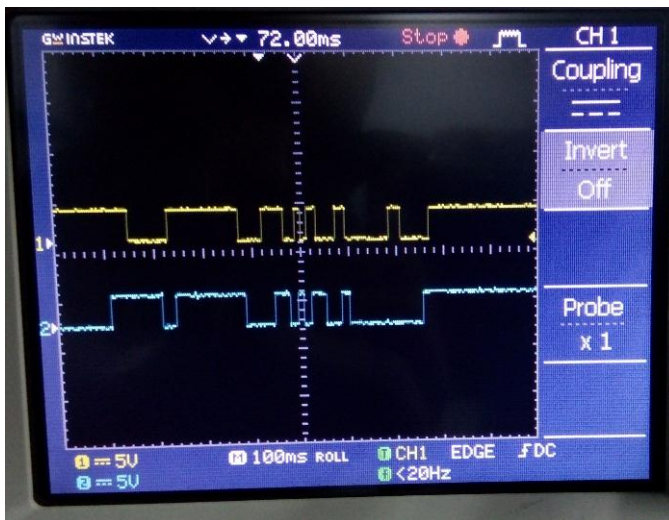
Gambar 4.2 Hasil pengujian counter 5 pulsa reverse

Pengujian tersebut juga ditampilkan pada serial pada komputer menghasilkan 5 hitungan mundur dimana sinyal biru adalah fasa A dan kuning adalah fasa B yang ditunjukkan pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Serial counter 5 pulsa reverse

Terlihat hitungannya mundur atau *reverse*. Pada pengujian hitungan 6 pulsa secara *forward* ditampilkan pada gambar 4.3.



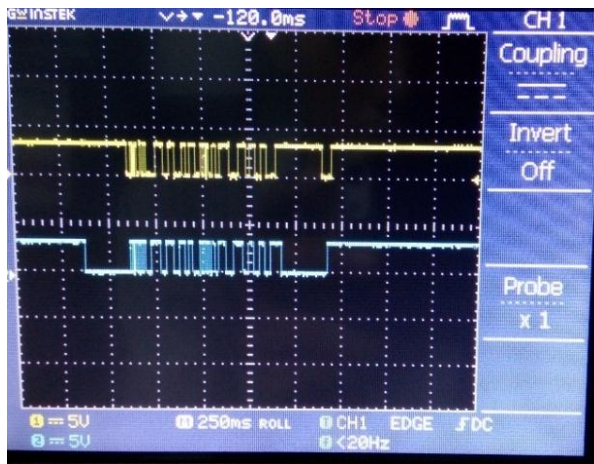
Gambar 4.4 Hasil pengujian counter 6 pulsa forward

Pengujian tersebut juga ditampilkan pada serial pada komputer menghasilkan 5 hitungan mundur dimana sinyal biru adalah fasa A dan kuning adalah fasa B yang ditunjukkan pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Serial counter 6 pulsa forward

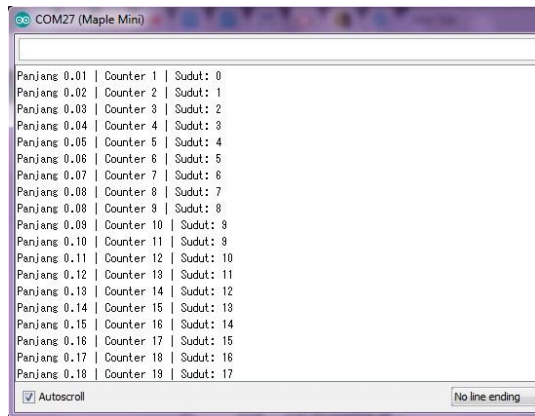
Dari pengujian dapat disimpulkan bahwa jika fasa A mendahului fasa B maka *counter* akan menghitung pulsa maju atau *forward* dan sebaliknya jika fasa B mendahului fasa A maka *counter* akan menghitung pulsa mundur atau *reverse*. Selanjutnya tampilan osiloskop pada putaran 17 derajat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Tampilan sinyal *encoder* pada putaran 17°

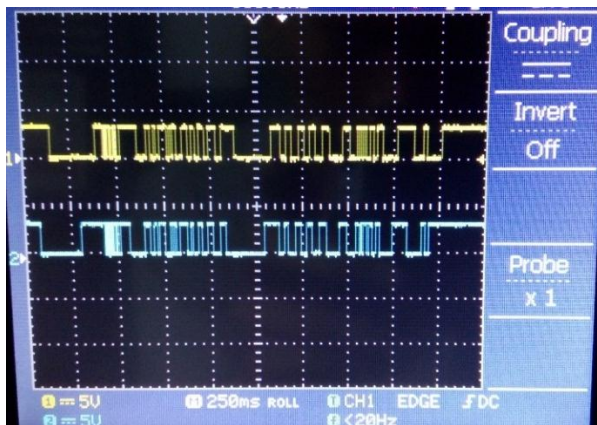
Pada Gambar 4.6 karena jumlah pulsa yang terlalu banyak pada periode 250 ms sehingga tidak dapat ditampilkan dalam satu *frame* untuk

mengetahui jumlah pulsa pada putaran 17 derajat maka digunakan serial monitor yang ditampilkan pada Gambar 4.7 dan Lampiran A-3.



Gambar 4.7 Tampilan serial *encoder* pada putaran 17°

Pada pengujian *encoder* pada putaran 32 derajat menghasilkan tampilan seperti pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Tampilan sinyal *encoder* pada putaran 32°

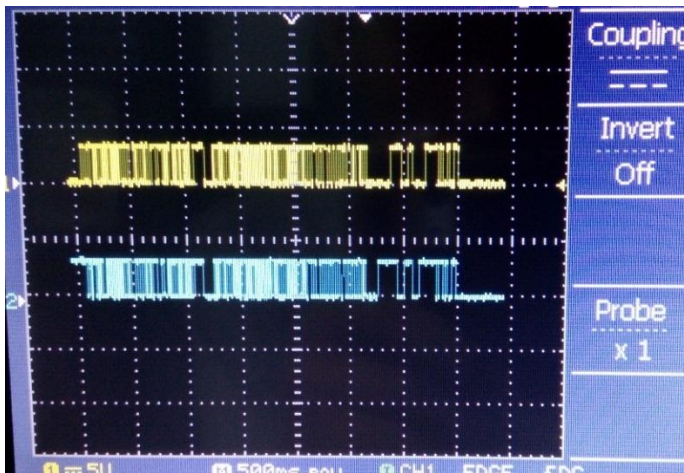
Pada Gambar 4.8 karena jumlah pulsa yang terlalu banyak pada periode 250 ms sehingga tidak dapat ditampilkan dalam satu *frame* untuk mengetahui jumlah pulsa pada putaran 32 derajat maka digunakan serial monitor yang ditampilkan pada Gambar 4.9 dan Lampiran A-4

Panjang 0.24	Counter 25	Sudut: 22
Panjang 0.24	Counter 26	Sudut: 23
Panjang 0.25	Counter 27	Sudut: 24
Panjang 0.26	Counter 28	Sudut: 25
Panjang 0.27	Counter 29	Sudut: 26
Panjang 0.28	Counter 30	Sudut: 27
Panjang 0.29	Counter 31	Sudut: 27
Panjang 0.30	Counter 32	Sudut: 28
Panjang 0.31	Counter 33	Sudut: 29
Panjang 0.32	Counter 34	Sudut: 30
Panjang 0.33	Counter 35	Sudut: 31
Panjang 0.34	Counter 36	Sudut: 32

Autoscroll

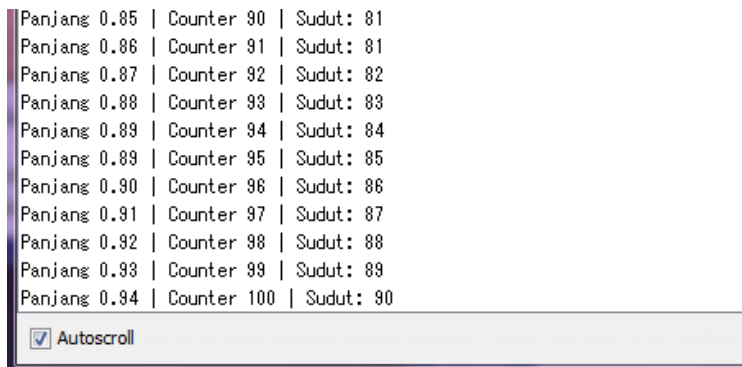
Gambar 4. 9 Tampilan serial *encoder* pada putaran 32°

Pada pengujian *encoder* pada putaran 90 derajat menghasilkan tampilan seperti pada Gambar 4.10.



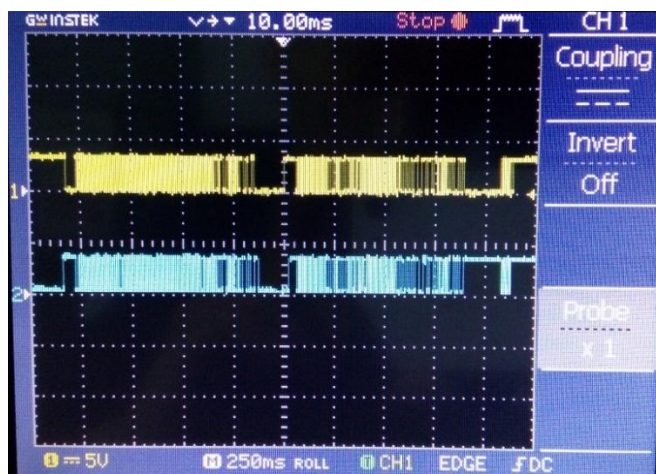
Gambar 4. 10 Tampilan sinyal *encoder* pada putaran 90°

Pada Gambar 4.10 karena jumlah pulsa yang terlalu banyak pada periode 500 ms sehingga tidak dapat ditampilkan dalam satu *frame* untuk mengetahui jumlah pulsa pada putaran 90 derajat maka digunakan serial monitor yang ditampilkan pada Gambar 4.11 dan Lampiran A-5.



Gambar 4. 11 Tampilan serial *encoder* pada putaran 90°

Pada pengujian *encoder* pada putaran 180 derajat menghasilkan tampilan seperti pada Gambar 4.12.



Gambar 4. 12 Tampilan sinyal *encoder* pada putaran 180°

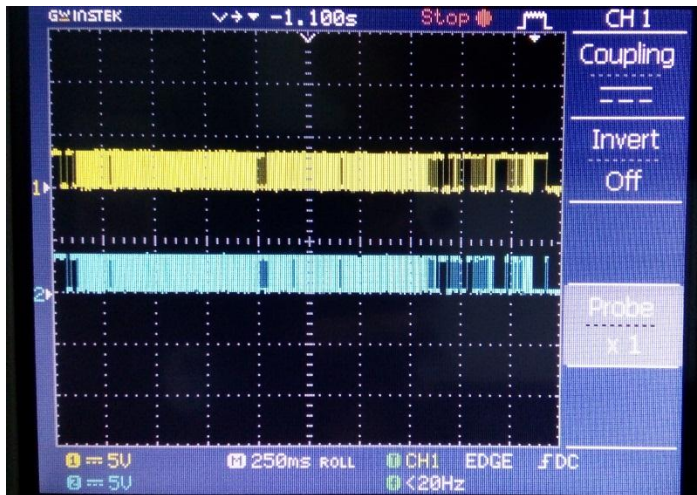
Pada Gambar 4.12 karena jumlah pulsa yang terlalu banyak pada periode 250 ms sehingga tidak dapat ditampilkan dalam satu *frame* untuk mengetahui jumlah pulsa pada putaran 90 derajat maka digunakan serial monitor yang ditampilkan pada Gambar 4.13 dan Lampiran A-6.

Panjang 1.80	Counter 191	Sudut: 171
Panjang 1.81	Counter 192	Sudut: 172
Panjang 1.82	Counter 193	Sudut: 173
Panjang 1.83	Counter 194	Sudut: 174
Panjang 1.84	Counter 195	Sudut: 175
Panjang 1.85	Counter 196	Sudut: 176
Panjang 1.86	Counter 197	Sudut: 177
Panjang 1.87	Counter 198	Sudut: 178
Panjang 1.87	Counter 199	Sudut: 179
Panjang 1.88	Counter 200	Sudut: 180

Autoscroll

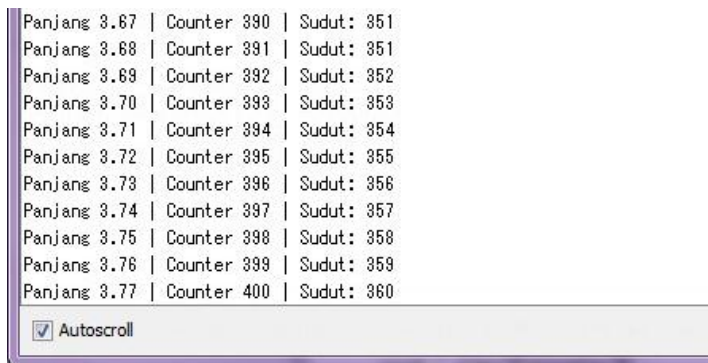
Gambar 4.13 Tampilan serial *encoder* pada putaran 180°

Pada pengujian *encoder* pada putaran 360 derajat menghasilkan tampilan seperti pada Gambar 4.14.



Gambar 4. 14 Tampilan sinyal *encoder* pada putaran 360°

Pada Gambar 4.14 karena jumlah pulsa yang terlalu banyak pada periode 250 ms sehingga tidak dapat ditampilkan dalam satu frame untuk mengetahui jumlah pulsa pada putaran 360 derajat maka digunakan serial monitor yang ditampilkan pada Gambar 4.15 dan Lampiran A-7.



Gambar 4.15 Tampilan serial *encoder* pada putaran 360°

Setelah dilakukan penghitungan pada data yang terlampir di lampiran A-4, A-5, A-6, A-7 pada sudut 17 derajat menghasilkan 19 pulsa, pada sudut 32 derajat menghasilkan 36 pulsa, pada sudut 90 derajat menghasilkan 100 pulsa, pada sudut 180 derajat (setengah putaran) menghasilkan 200 pulsa dan pada sudut 360 derajat (1 putaran) menghasilkan 400 pulsa.

4.2.3 Pengujian alat dengan *linear Scale UTM*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besar *error* yang terjadi antara alat tugas akhir yang sudah dibuat dengan *linear scale Universal Testing Machine* yang berada di Laboratorium uji beton Teknik Sipil

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian alat TA dengan linear scale UTM

No	Alat TA (mm)	<i>Linear Scale UTM</i> (mm)	Error (%)
1	0.188	0.168	11.905
2	0.188	0.200	-6.000
3	0.236	0.206	14.563

Tabel 4.2 Hasil Pengujian alat TA dengan linear scale UTM (Lanjutan)

No	Alat TA (mm)	<i>Linear Scale UTM</i> (mm)	Error (%)
4	0.283	0.272	4.044
5	0.330	0.310	6.452
6	0.377	0.362	4.144
7	0.424	0.426	-0.469
8	0.471	0.458	2.838
9	0.518	0.514	0.778
10	0.565	0.552	2.355
11	0.613	0.598	2.508
12	0.942	0.938	0.426
13	0.942	0.944	-0.212
14	0.990	0.980	1.020
15	1.037	1.052	-1.426
16	1.084	1.088	-0.368
17	1.084	1.084	0.000
18	1.131	1.124	0.623
19	1.178	1.172	0.512
20	1.225	1.230	-0.407

Dari 20 sampel pengujian tersebut didapat rata – rata error sebesar 2.164 % dapat disimpulkan bahwa alat yang telah dibuat masih kurang teliti jika dibandingkan dengan *linear scale Universal Testing Machine* yang berada di Laboratorium uji beton Teknik Sipil

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB V

PENUTUP

Setelah melakukan perencanaan, perancangan, dan pengujian alat maka ini dapat mengambil kesimpulan dan memberikan saran demi penyempurnaan Tugas Akhir ini.

5.1 Kesimpulan

Hasil dari pembuatan sensor posisi menggunakan *rotary encoder* didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Sensor posisi yang dibuat menggunakan *rotary encoder* menghasilkan 400 pulsa ketika diputar 360 derajat dan tiap pulsa bernilai 0.05 mm.
2. Fasa A mendahului fasa B maka counter akan menghitung pulsa maju atau forward dan sebaliknya jika fasa B mendahului fasa A maka counter akan menghitung pulsa mundur atau reverse.
3. Dari 20 sampel pengujian tersebut didapat rata – rata error sebesar 2.164 % dapat disimpulkan bahwa alat yang telah dibuat masih kurang teliti jika dibandingkan dengan *linear scale Universal Testing Machine* yang berada di Laboratorium uji beton Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember

5.2 Saran

Untuk pengembangan dan penyempurnaan pembuatan sensor posisi untuk *UTM*, maka diberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan ketelitian yang lebih besar dapat mengganti *rotary encoder* dengan *PPR (Pulse Per Revolution)* yang lebih banyak.
2. Untuk pembuatan *casing* pada sensor posisi sebaiknya memakai bahan yang kuat agar dapat melindungi *rotary encoder* dari benturan bahan yang sedang diuji dengan *Universal Testing Machine*.
3. Sebaiknya menambah bidang gesek pada *shaft encoder* agar kesalahan atau *error* dapat diminimalisir

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Callister, William. *“Material Science and Engineering: An Introduction”*, wiley&Sons, 2004
- [2] Ebbesson, Christer. *“Rotary Position Sensors”*, Lund University, Sweden, 2012.
- [3] “STM32F103C8: Mainstream Performance line, ARM Cortex-M3 MCU with 64 Kbytes Flash, 72 MHz CPU, motor control, USB and CAN” [Online].
- [4] Brown, Geoffrey. *“Discovering the STM32 Microcontroller”*, Indiana University, USA, 2016.
- [5] Suyadi. “Komunikasi Serial dan Port Serial (COM)”, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2012.
- [6] Suyadi. “Komunikasi Serial dan Port Serial (COM)”, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2012
- [7] ... , “datasheet lpd3806-400bm-g5-24c”, [online] www.made-in-china.com [online]
- [8] Kusbandono, Dani. “Perencanaan dan pembuatan alat pengukur jarak menggunakan *rotary encoder* dengan metode elemetri” Abstrak UMM, Malang, 2009.
- [9] Callister, William. *“Material Science and Engineering: An Introduction”*, wiley&Sons, 2004
- [10] Truesdell. *“The non-linear field theories of mechanics: 3rd Edition”*, Springer, 2004
- [11] Kotler, P “Manajemen Pemasaran Edisi Bahasa Indonesia jilid 2”, PT. Prenhallindo, Jakarta, 1997
- [12] Pratama, Desky. *“Motion Planning Pada Sistem Navigasi Mobil Listrik Dengan Kontrol Logika”*, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, 2017.
- [13] Anggadi, Sigit. “Mesin Perontok dan Pengarung Padi”, BINUS, Jakarta, 2012.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

LAMPIRAN A

A-1 Sensor Output per pulse

No	<i>Length (mm)</i>	<i>Pulse</i>	No	<i>Length (cm)</i>	<i>Pulse</i>
1	0.05	1	27	1.27	27
2	0.09	2	28	1.32	28
3	0.14	3	29	1.37	29
4	0.19	4	30	1.41	30
5	0.24	5	31	1.46	31
6	0.28	6	32	1.51	32
7	0.33	7	33	1.55	33
8	0.38	8	34	1.60	34
9	0.42	9	35	1.65	35
10	0.47	10	36	1.70	36
11	0.52	11	37	1.74	37
12	0.57	12	38	1.79	38
13	0.61	13	39	1.84	39
14	0.66	14	40	1.88	40
15	0.71	15	41	1.93	41
16	0.75	16	42	1.98	42
17	0.80	17	43	2.03	43
18	0.85	18	44	2.07	44
19	0.89	19	45	2.12	45
20	0.94	20	46	2.17	46
21	0.99	21	47	2.21	47
22	1.04	22	48	2.26	48
23	1.08	23	49	2.31	49
24	1.13	24	50	2.36	50
25	1.18	25	51	2.40	51
26	1.22	26	52	2.45	52

A-1 Sensor Output per pulse (lanjutan)

No	<i>Length (mm)</i>	<i>Pulse</i>	No	<i>Length (mm)</i>	<i>Pulse</i>
53	2.50	53	77	3.63	77
54	2.54	54	78	3.67	78
55	2.59	55	79	3.72	79
56	2.64	56	80	3.77	80
57	2.68	57	81	3.82	81
58	2.73	58	82	3.86	82
59	2.78	59	83	3.91	83
60	2.83	60	84	3.96	84
61	2.87	61	85	4.00	85
62	2.92	62	86	4.05	86
63	2.97	63	87	4.10	87
64	3.01	64	88	4.14	88
65	3.06	65	89	4.19	89
66	3.11	66	90	4.24	90
67	3.16	67	91	4.29	91
68	3.20	68	92	4.33	92
69	3.25	69	93	4.38	93
70	3.30	70	94	4.43	94
71	3.34	71	95	4.47	95
72	3.39	72	96	4.52	96
73	3.44	73	97	4.57	97
74	3.49	74	98	4.62	98
75	3.53	75	99	4.66	99
76	3.58	76	100	4.71	100

A-2 Listing Program

```
int pinA = PB7;
int pinB = PB8;
int counter = 0;
int counterPinlast = LOW;
int n = LOW;
const float pi = 3.14;
const float R = 0.3;
const int N = 400;
float jarak;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(pinA, INPUT_PULLUP);
  pinMode(pinB, INPUT_PULLUP);
}

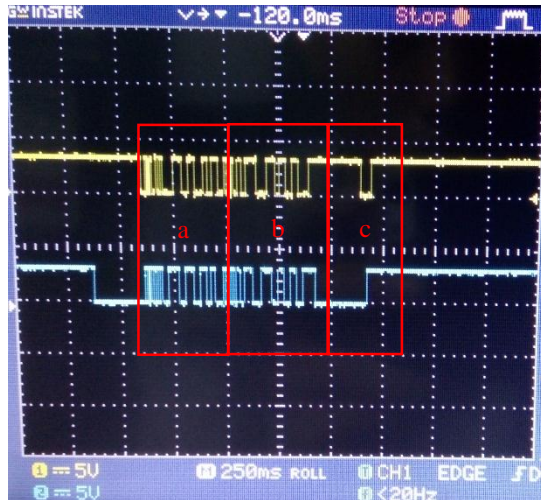
void loop() {
  n = digitalRead(pinA);
  if ((counterPinlast != LOW) && (n != HIGH)) {
    if (digitalRead(pinB) != LOW) {
      counter ++;
    } else {
      counter --;
    }
    jarak = (2*pi*R)*counter/N;
    Serial.print ("Panjang ");
    Serial.print (jarak);
    Serial.print (" | ");
    Serial.print ("Counter ");
    Serial.println (counter);
  }
  counterPinlast = n;
}
```

A-3 Listing Program

No	Alat TA (mm)	<i>Linear Scale UTM</i> (mm)	Error (%)
1	0.188	0.168	11.905
2	0.188	0.200	-6.000
3	0.236	0.206	14.563
4	0.283	0.272	4.044
5	0.330	0.310	6.452
6	0.377	0.362	4.144
7	0.424	0.426	-0.469
8	0.471	0.458	2.838
9	0.518	0.514	0.778
10	0.565	0.552	2.355
11	0.613	0.598	2.508
12	0.942	0.938	0.426
13	0.942	0.944	-0.212
14	0.990	0.980	1.020
15	1.037	1.052	-1.426
16	1.084	1.088	-0.368
17	1.084	1.084	0.000
18	1.131	1.124	0.623
19	1.178	1.172	0.512
20	1.225	1.230	-0.407
21	1.272	1.278	0.006
22	1.319	1.318	0.001
23	1.367	1.366	0.001
24	1.414	1.424	0.010
25	1.461	1.470	0.009
26	1.508	1.520	0.012
27	1.555	1.586	0.031

A-4 Tampilan sinyal *encoder* pada putaran 17°

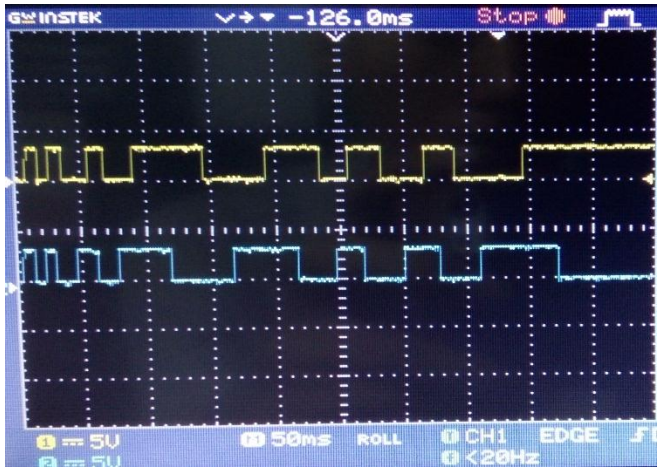
Dalam menghitung jumlah pulsa gambar dipotong menjadi beberapa bagian kemudian periodenya diperkecil hingga pulsa dapat dihitung. *Encoder* pada putaran 17 derajat menghasilkan 19 pulsa.



Bagian a jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 10 pulsa pada osiloskop.



Bagian b jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 8 pulsa pada osiloskop.

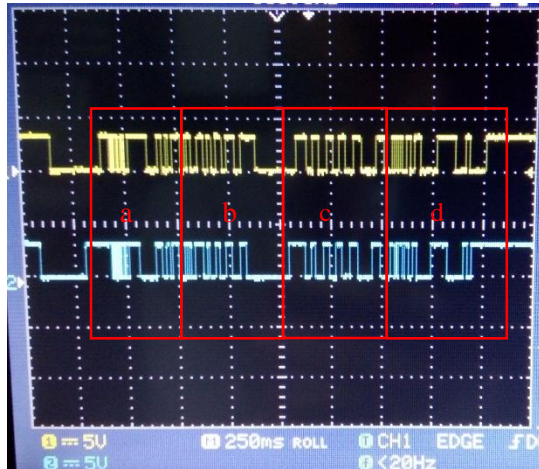


Bagian c jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 1 pulsa pada osiloskop.

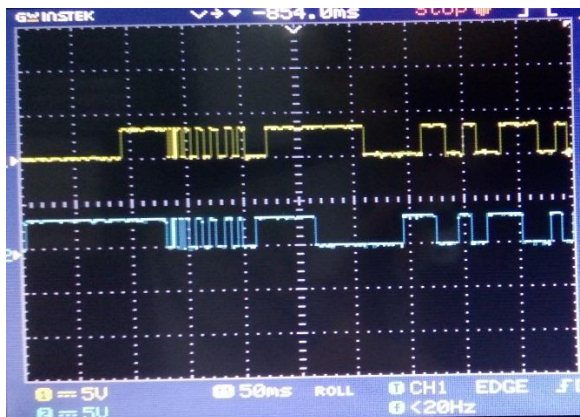


A-5 Tampilan sinyal *encoder* pada putaran 32°

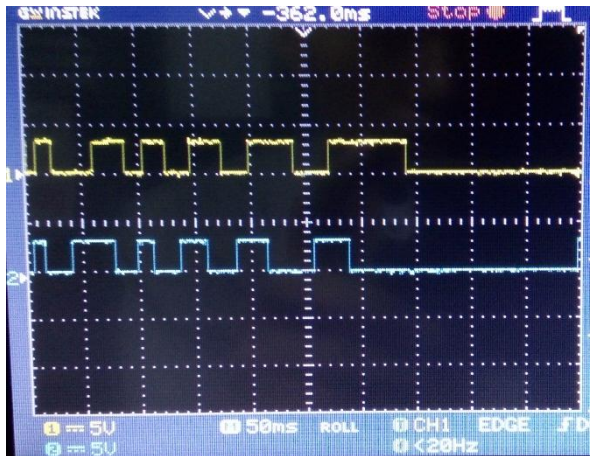
Dalam menghitung jumlah pulsa gambar dipotong menjadi beberapa bagian kemudian periodenya diperkecil hingga pulsa dapat dihitung. *Encoder* pada putaran 32 derajat menghasilkan 36 pulsa.



Bagian a jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 16 pulsa pada osiloskop.



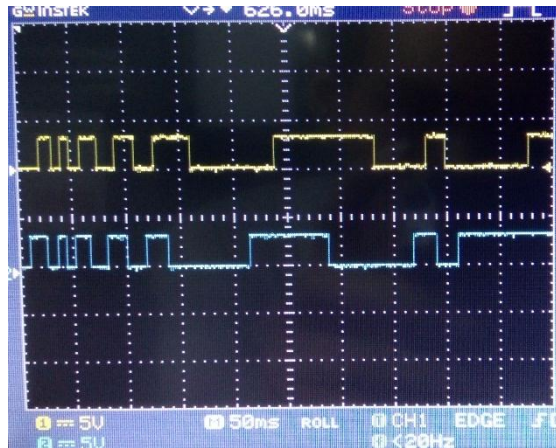
Bagian b jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 6 pulsa pada osiloskop.



Bagian c jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 6 pulsa pada osiloskop.

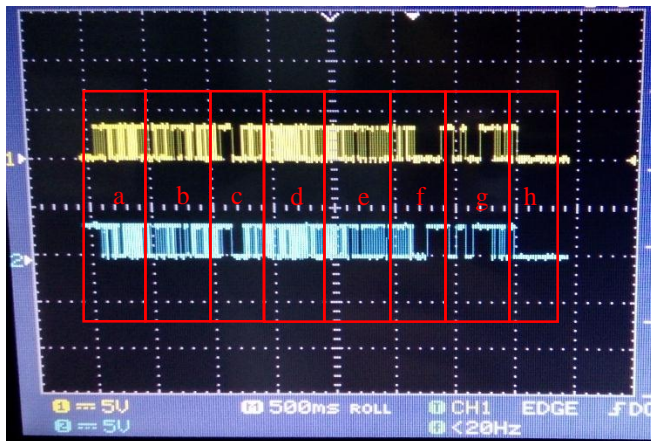


Bagian d jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 8 pulsa pada osiloskop.

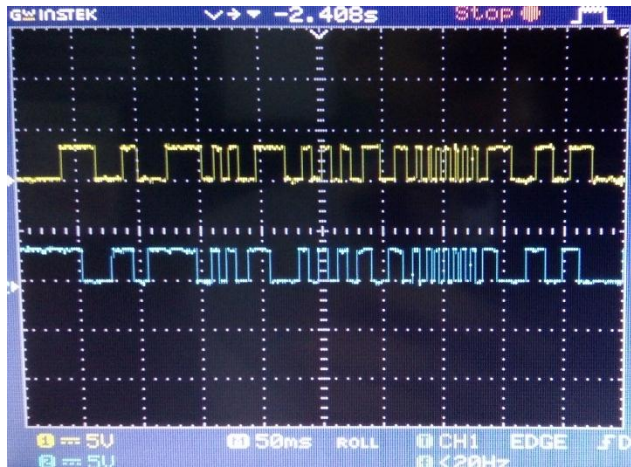


A-5 Tampilan sinyal *encoder* pada putaran 90°

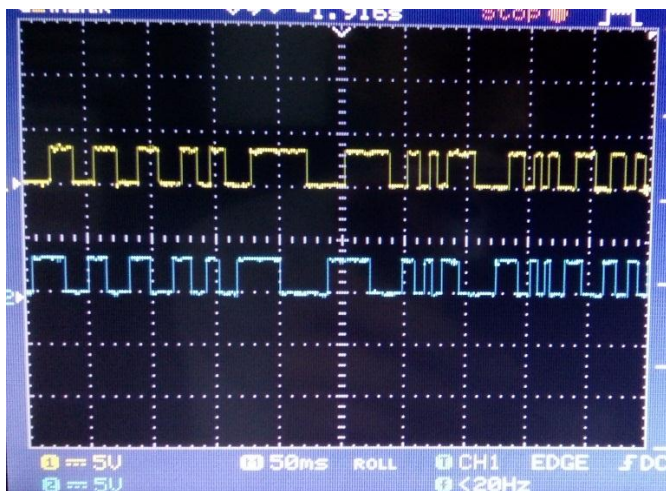
Dalam menghitung jumlah pulsa gambar dipotong menjadi beberapa bagian kemudian periodenya diperkecil hingga pulsa dapat dihitung. *Encoder* pada putaran 90 derajat menghasilkan 100 pulsa.



Bagian a jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 20 pulsa pada osiloskop.



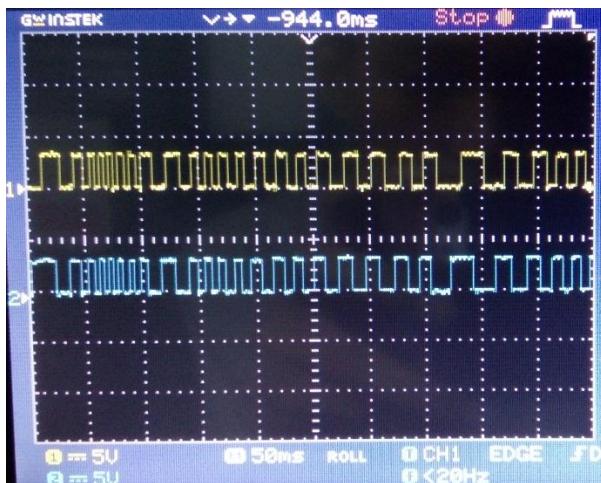
Bagian b jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 16 pulsa pada osiloskop.



Bagian c jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 15 pulsa pada osiloskop.



Bagian d jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 25 pulsa pada osiloskop.



Bagian e jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 13 pulsa pada osiloskop.



Bagian f jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 6 pulsa pada osiloskop.



Bagian g jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 4 pulsa pada osiloskop.

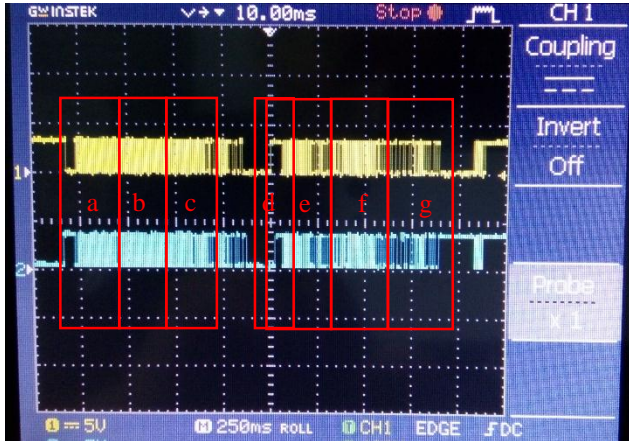


Bagian h jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 1 pulsa pada osiloskop.

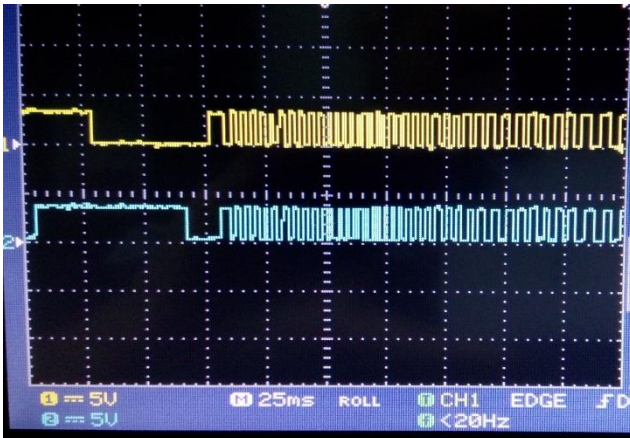


A-6 Tampilan sinyal *encoder* pada putaran 180°

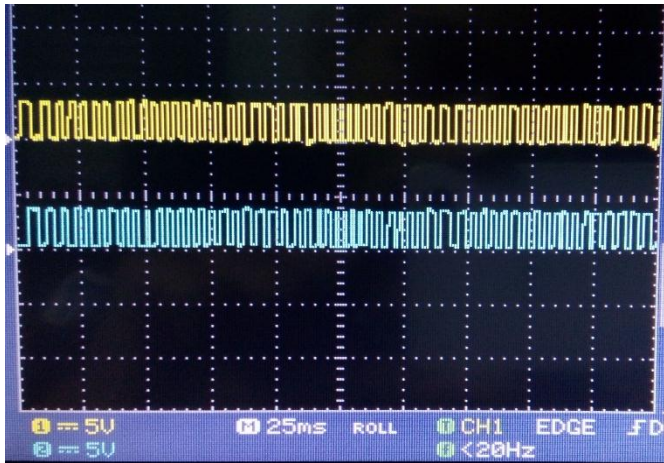
Dalam menghitung jumlah pulsa gambar dipotong menjadi beberapa bagian kemudian periodenya diperkecil hingga pulsa dapat dihitung. *Encoder* pada putaran 180 derajat menghasilkan 200 pulsa.



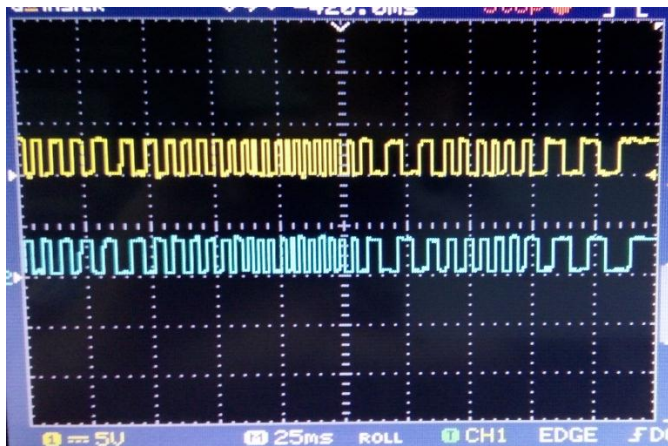
Bagian a jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 46 pulsa pada osiloskop.



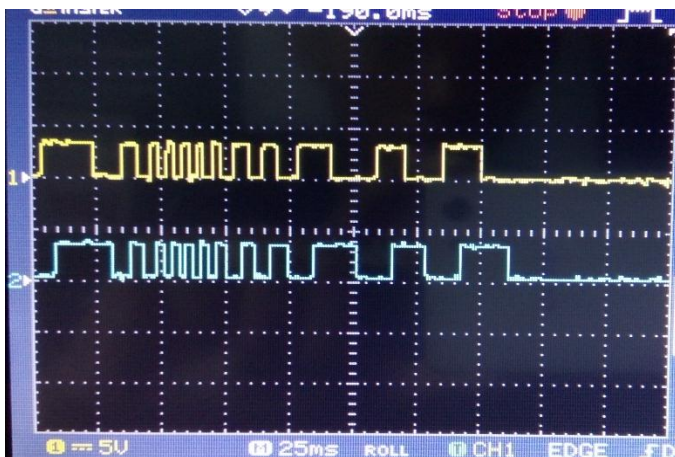
Bagian b jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 56 pulsa pada osiloskop.



Bagian c jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 33 pulsa pada osiloskop.



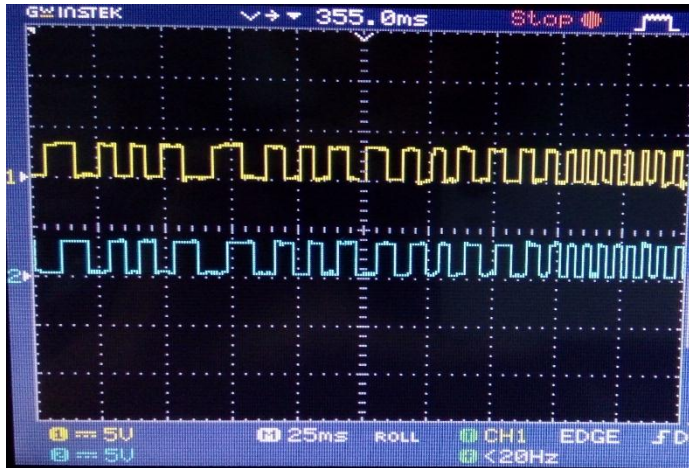
Bagian d jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 12 pulsa pada osiloskop.



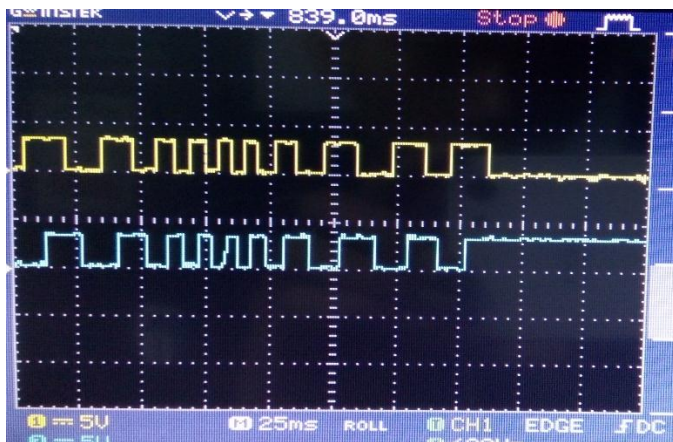
Bagian e jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 20 pulsa pada osiloskop.



Bagian f jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 23 pulsa pada osiloskop.

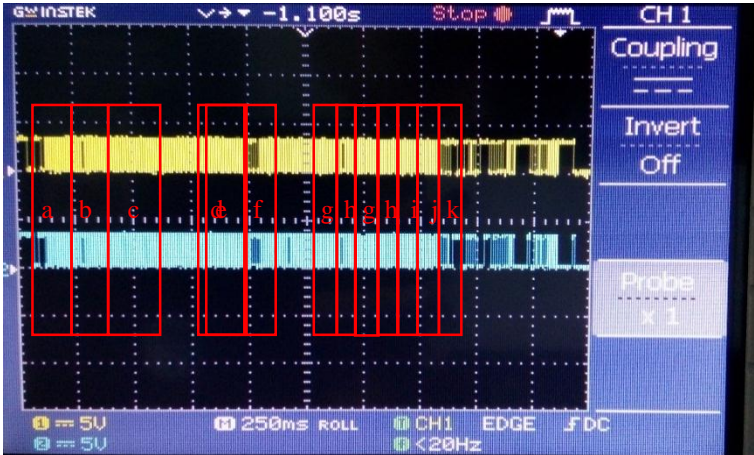


Bagian g jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 10 pulsa pada osiloskop.

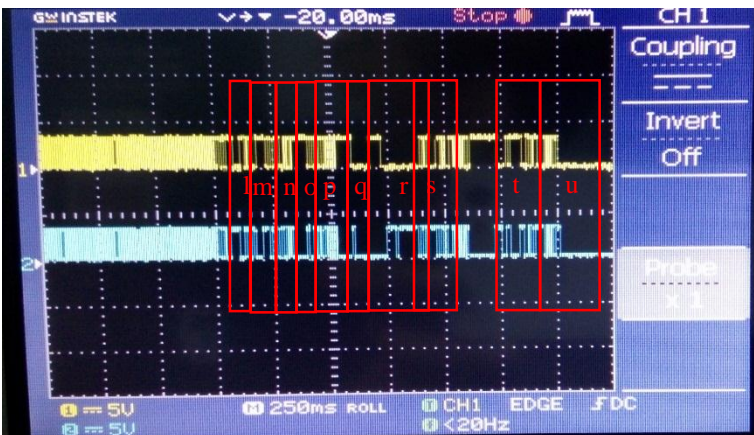


A-4 Tampilan pulsa *rotary encoder* satu putaran

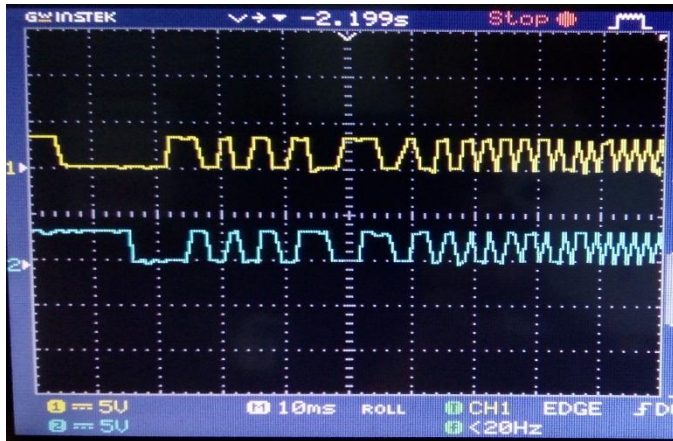
Dalam menghitung jumlah pulsa gambar dipotong menjadi beberapa bagian kemudian periodenya diperkecil hingga pulsa dapat dihitung. *Encoder* pada putaran 360 derajat menghasilkan 400 pulsa.



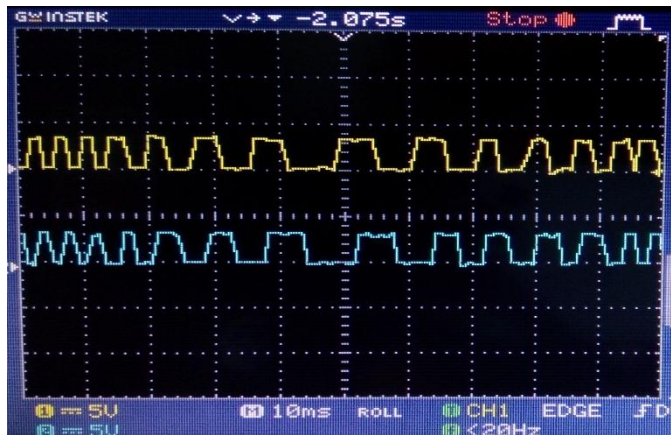
Sinyal *Encoder* pada putaran 360 di osiloskop (lanjutan)



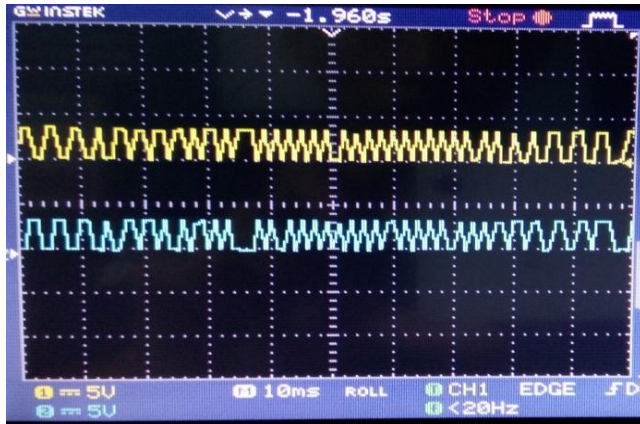
Bagian a jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 20 pulsa pada osiloskop.



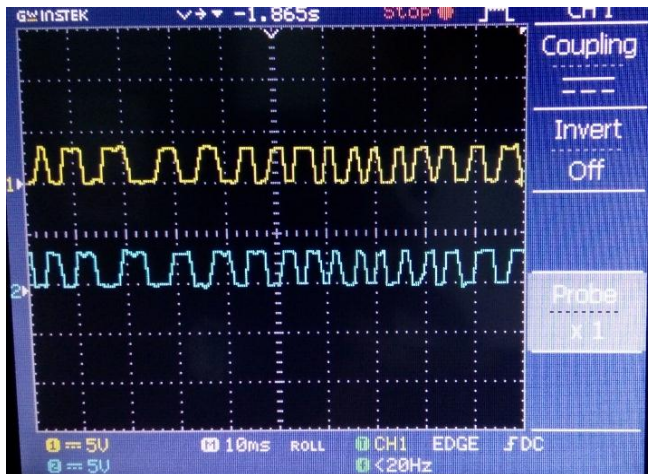
Bagian b jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 14 pulsa pada osiloskop.



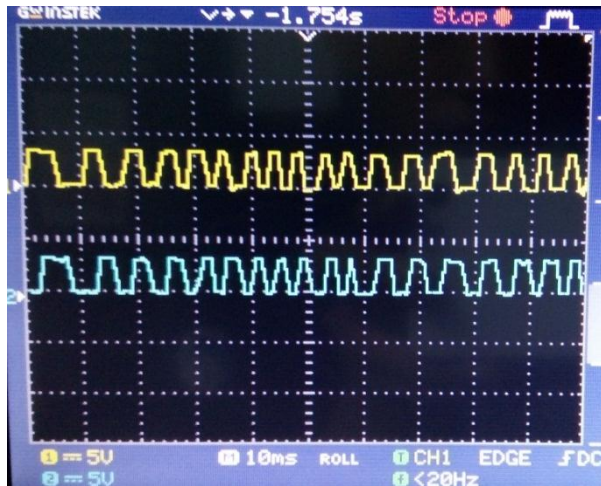
Bagian c jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 38 pulsa pada osiloskop.



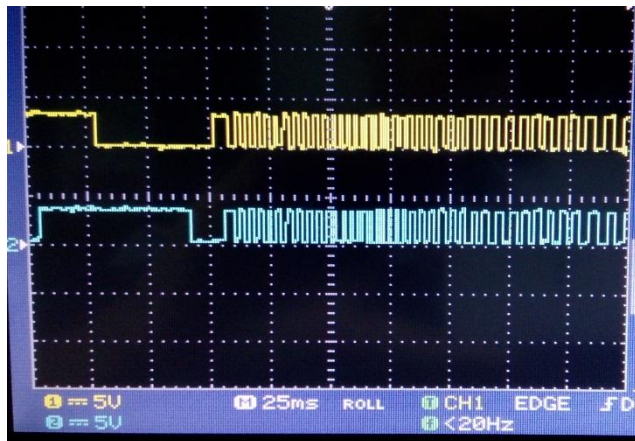
Bagian d jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 16 pulsa pada osiloskop.



Bagian e jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 18 pulsa pada osiloskop.



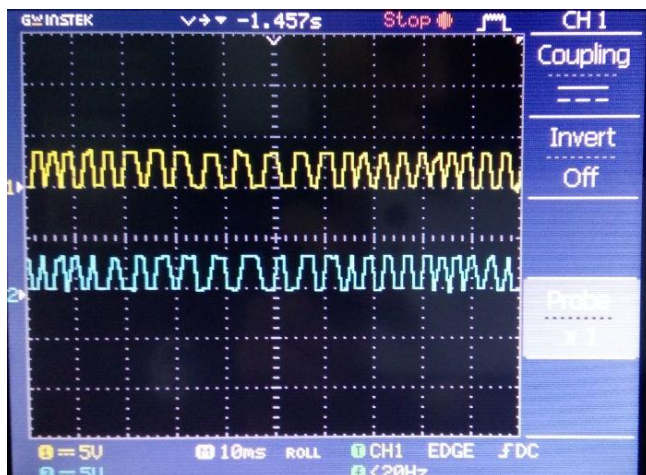
Bagian f jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 45 pulsa pada osiloskop.



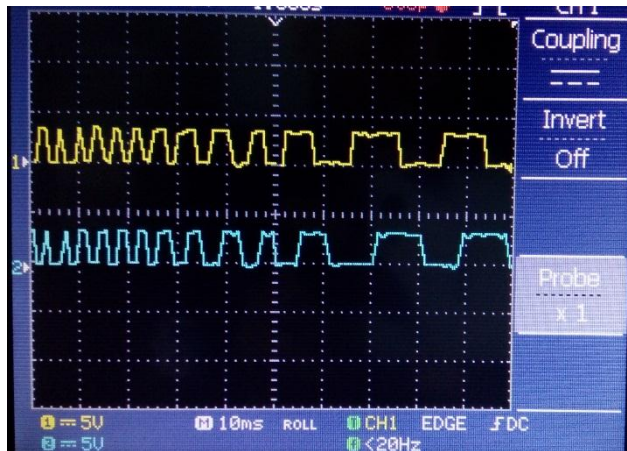
Bagian g jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 16 pulsa pada osiloskop.



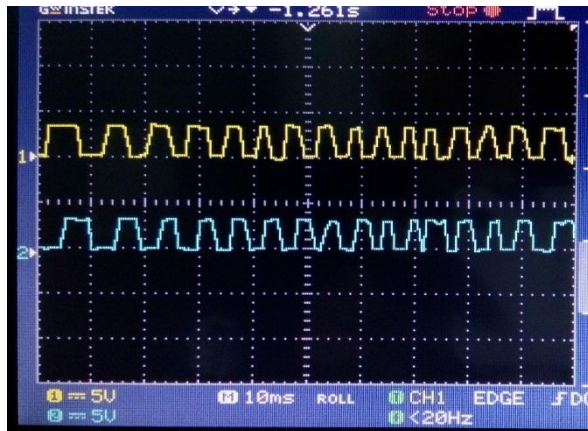
Bagian h jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 23 pulsa pada osiloskop.



Bagian i jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 20 pulsa pada osiloskop.



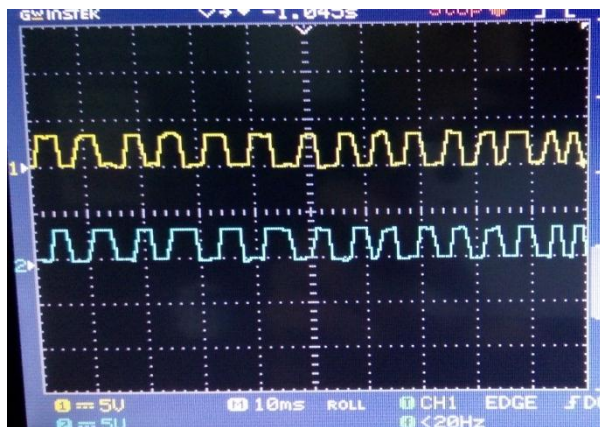
Bagian j jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 16 pulsa pada osiloskop.



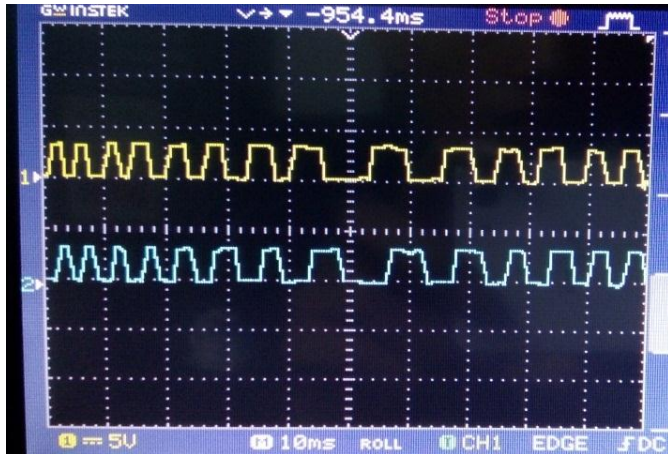
Bagian k jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 17 pulsa pada osiloskop.



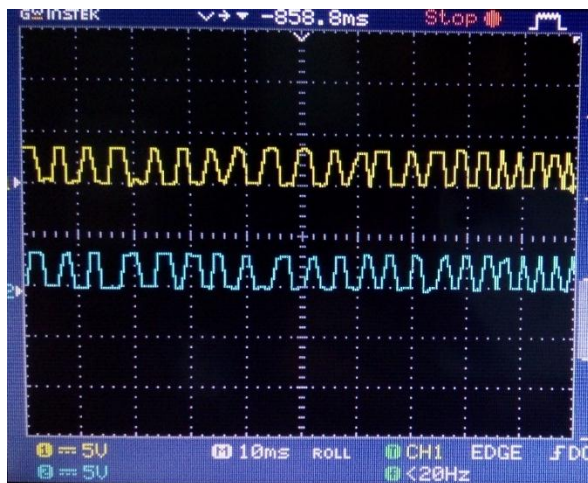
Bagian l jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 15 pulsa pada osiloskop.



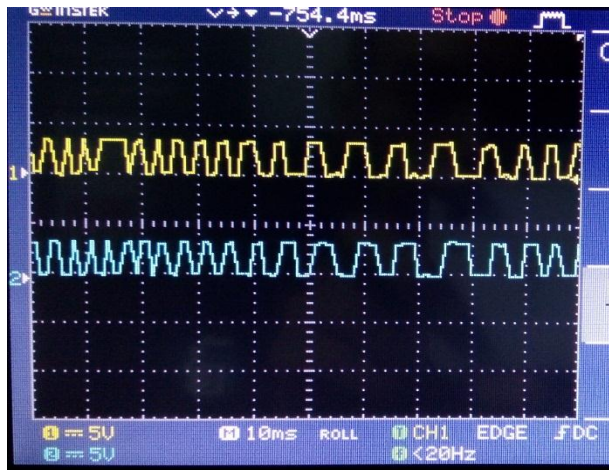
Bagian m jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 14 pulsa pada osiloskop.



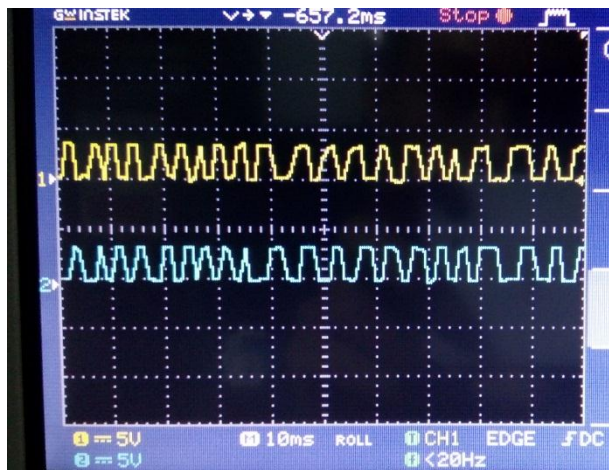
Bagian n jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 21 pulsa pada osiloskop.



Bagian o jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 18 pulsa pada osiloskop.



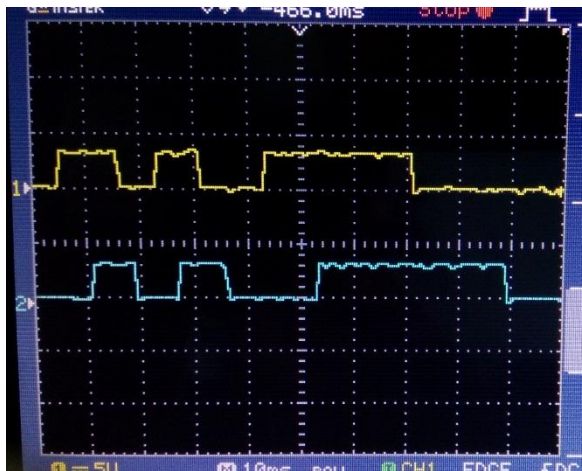
Bagian p jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 20 pulsa pada osiloskop.



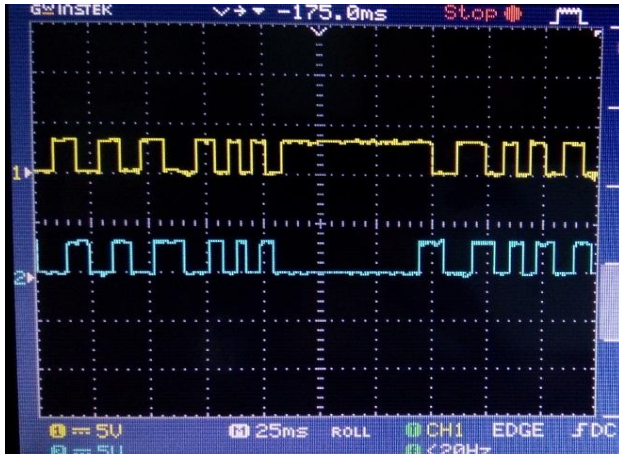
Bagian q jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 22 pulsa pada osiloskop.



Bagian r jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 3 pulsa pada osiloskop.



Bagian s jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 11 pulsa pada osiloskop.



Bagian t jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 12 pulsa pada osiloskop.



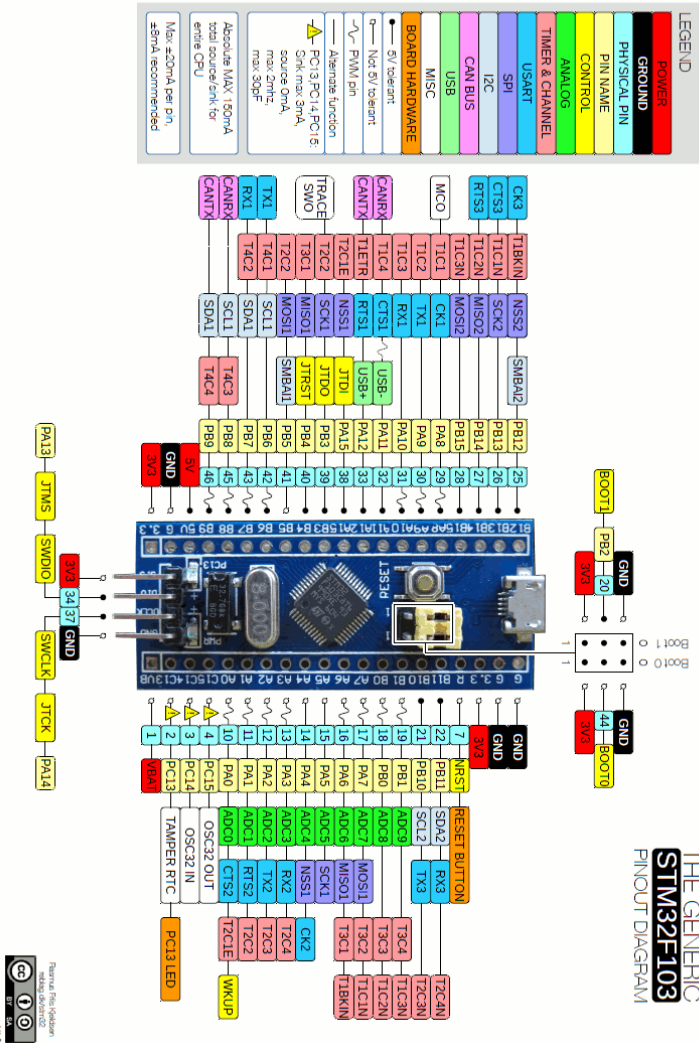
Bagian u jika diperbesar memiliki tampilan sebanyak 11 pulsa pada osiloskop.



-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

LAMPIRAN B

B-1 Datasheet Mikrokontroler STM32F103C8T6





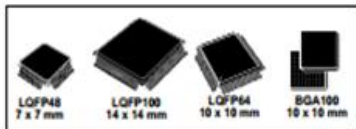
STM32F103x6 STM32F103x8 STM32F103xB

Performance line, ARM-based 32-bit MCU with Flash, USB, CAN, seven 16-bit timers, two ADCs and nine communication interfaces

Preliminary Data

Features

- Core: ARM 32-bit Cortex™-M3 CPU
 - 72 MHz, 90 DMIPS with 1.25 DMIPS/MHz
 - Single-cycle multiplication and hardware division
 - Nested interrupt controller with 43 maskable interrupt channels
 - Interrupt processing (down to 6 CPU cycles) with tail chaining
- Memories
 - 32-to-128 Kbytes of Flash memory
 - 6-to-20 Kbytes of SRAM
- Clock, reset and supply management
 - 2.0 to 3.6 V application supply and I/Os
 - POR, PDR, and programmable voltage detector (PVD)
 - 4-to-16 MHz quartz oscillator
 - Internal 8 MHz factory-trimmed RC
 - Internal 32 kHz RC
 - PLL for CPU clock
 - Dedicated 32 kHz oscillator for RTC with calibration



- Debug mode
 - Serial wire debug (SWD) & JTAG interfaces
- Up to 80 fast I/O ports
 - 32/49/80 5 V-tolerant I/Os
 - All mappable on 16 external interrupt vectors
 - Atomic read/modify/write operations
- Up to 7 timers
 - Up to three 16-bit timers, each with up to 4 IC/OC/PWM or pulse counter
 - 16-bit, 6-channel advanced control timer:
 - up to 6 channels for PWM output
 - Dead time generation and emergency stop
 - 2 x 16-bit watchdog timers (Independent and Window)
 - SysTick timer: a 24-bit downcounter

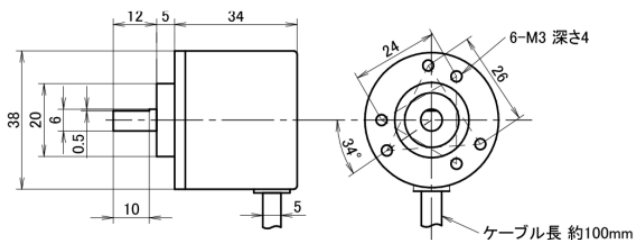
B-2 Datasheet Encoder

インクリメンタル形2相式ロータリエンコーダ LPD3806-360BM



- ・光学式インクリメンタル形ロータリエンコーダです。
- ・A相/B相の二相式であり、両信号の位相をもとに回転方向の検知ができます。
- ・オープンコレクタ出力であり、5V～24Vの電源電圧レンジに対応します。

Format	: LPD3806-360BM-G5-24C
Detection method	: Optical incremental type
Output signal	: Square wave A phase, B phase (NPN open collector output * 1)
Resolution	: 360 pulses / rotation * 2
Outer enclosure	: Outer diameter ϕ 38 mm, length 38 mm (excluding rotating shaft)
Axis of rotation	: Shaft diameter ϕ 6 mm, axial length 10 mm
Power-supply voltage	: 5V to 24V DC
Current consumption	: 30 mA (power supply voltage 5 V), 50 mA (power supply voltage 24 V)
Maximum speed	: 5000 rpm

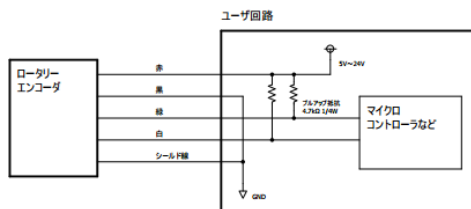


- ※ 取り付けネジ穴は一辺が 24mm の正三角形に配置された 3 穴と、同様に一辺が 26mm の正三角形に配置された 3 穴、両者あわせて 6 穴があります。
- ※ 軸に対し大きなラジアル荷重・スラスト荷重が加わらないようご注意ください。

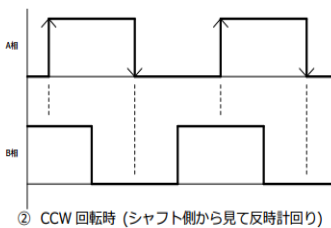
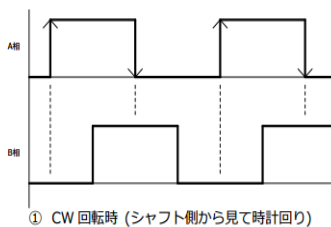
配線の対応

線色	機能
赤	電源入力 (5V~24V)
黒	GND
緑	A 相信号出力
白	B 相信号出力
収縮チューブ線(黒)	シールド

回路接続例



信号の位相関係



RIWAYAT HIDUP



Nama : Danang Pradika Purnomo
TTL : Pasuruan, 2 September 1995
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat Rumah : Perum. Keboncandi RT
03/RW 11, Kec. Gondang
Wetan, Pasuruan
Telp/HP : 08563675840
E-mail : danang737@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

- 1999-2001 : TK Karang Sentul Gondang Wetan
- 2001-2007 : SDN Karang Ketug 1 Pasuruan
- 2007-2011 : SMP Negeri 4 Pasuruan
- 2011-2014 : SMA Negeri 1 Pasuruan
- 2015-sekarang : Departemen Teknik Elektro Otomasi, ITS

PENGALAMAN KERJA

-

PENGALAMAN ORGANISASI

- Kestari IARC 2016