

PERANCANGAN DINAMOMETER TIPE CAKRAM (*BRAKE DINAMOMETER*) *PORTABLE*

Arry Prastyono¹, Nely Ana Mufarida, ST, MT², Andik Irawan ST, M, Eng³
¹Mahasiswa Teknik Mesin, ²Dosen pembimbing 1, ³Dosen pembimbing 2

ABSTRAK

Dinamometer adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur daya poros motor bakar. Pada prinsipnya dinamometer bekerja dengan memberikan beban kepada poros motor bakar melalui mekanisme pengereman pada poros engkolnya. Jenis dinamometer yang banyak beredar dipasaran antara lain jenis dinamometer listrik *Eddy Current* dan dinamometer *Water Brake*. Harga satu unit dinamometer yang ada dipasaran tersebut cukup mahal sehingga relatif sulit untuk dimiliki oleh institusi penelitian yang sedang berkembang. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dinamometer dengan desain yang sederhana dan harga terjangkau, namun tetap memiliki akurasi pengukuran yang baik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode standart proses rancang bangun yaitu berdasarkan pendekatan rancangan fungsional dan pendekatan rancangan struktural. Secara fungsional dinamometer dirancang untuk digunakan pada motor bakar berukuran kecil (sepeda motor dibawah 150cc). Pembebanan pada poros motor dilakukan dengan mekanisme pengereman menggunakan unit rem tipe cakram. Secara struktural, dinamometer dirancang menggunakan unit rem cakram yang biasa digunakan pada sepeda motor ber cc besar. Penyalran daya dari motor bakar ke dinamometer menggunakan poros yang dilengkapi dengan center joint dan pengukuran torsi dilakukan dengan *Load Cell* dan arduino, sedangkan putaran poros diukur menggunakan *digital tachometer*. Hasil pengujian unjuk kerja dinamometer tipe rem cakram pada sepeda motor jupiter 110cc menunjukkan bahwa dinamometer berfungsi dengan baik dalam melakukan pengereman poros. Data pengukuran yang ditampilkan dalam grafik kinerja poros dapat memperlihatkan kurva prestasi torsi motor menyerupai kurva prestasi sebagaimana yang dihasilkan oleh dinamometer tipe pengereman air. Pengujian menggunakan sepeda motor jupiter 110cc dan mendapatkan hasil torsi pada gigi 1 dengan RPM 7500 sebesar 7.67 Nm.dan pada gigi 4 dengan RPM 7500 sebesar 10.41 Nm

Kata kunci : *dinamometer*, rem cakram, kinerja poros, torsi motor bakar.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Torsi merupakan parameter yang menunjukkan unjuk kerja suatu mesin atau alat penghasil energi, misal pada kendaraan bermotor. Alat yang sudah dikenal untuk mengukur torsi dan putaran poros yang di hasilkan oleh mesin yang diuji. Sebuah dinamometer *dyno* adalah suatu alat untuk mengukur daya yang dihasilkan oleh motor yang dapat dihitung dengan mengukur secara simultan torsi dan kecepatan rotasi dari poros penggerak (Daywin et al., 1991). Banyak jenis dinamometer yang ada saat ini, diantaranya dinamometer tipe elektrik seperti dinamometer elektrostatis, dinamometer *eddy current*, ataupun dinamometer tipe absorpsi seperti dinamometer *proney brake* dan dinamometer *water brake* (Georing dan Hansen, 2004). Dinamometer merupakan alat ukur yang sangat diperlukan untuk penelitian yang berkenaan dengan pengukuran prestasi dari suatu motor penggerak seperti motor bakar ataupun motor listrik. Pengukuran prestasi motor penggerak merupakan hal yang penting dilakukan untuk menunjukkan grafik prestasi dari motor penggerak ataupun untuk memperlihatkan perbandingan grafik prestasi dari suatu motor penggerak dengan menggunakan sumber bahan bakar yang berbeda.

Jenis dinamometer yang tersedia di pasaran di Indonesia sangat terbatas dan hanya bisa digunakan untuk mengukur torsi kendaraan bukan torsi mesin, dan dengan harga satu unit yang cukup mahal sehingga relatif belum terjangkau bagi lembaga riset yang baru berkembang. Sementara akhir-akhir ini dengan banyaknya penelitian tentang perkembangan penggunaan bahan bakar baru dan terbaharukan maka banyak lembaga riset yang memerlukan dinamometer untuk pengukuran kinerja motor bakar menggunakan bahan bakar baru tersebut. Untuk itu kebutuhan dengan dinamometer dengan desain sederhana dan harga yang relatif murah namun tidak menghilangkan aspek teknologi dan akurasi pengukuran menjadi semakin meningkat. Shalihul Ma'arif (2008) membuat alat peraga dinamometer tipe cakram dengan metode desain Pahl dan Beitz sebagai media pembelajaran. As-Hasibuan(2011) dalam penelitiannya membuat alat peraga dinamometer tipe cakram yang digunakan khusus untuk mengukur torsi pada mesin potong rumput Atomatic power AP339. Y.Aris Purwanto (2011) membuat alat peraga dinamometer tipe cakram untuk menguji mesin diesel 8.5 hp dengan bahan bakar solar dan bahan bakar minyak nyamplung.

Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis tertarik mengambil penelitia dengan judul “Dinamometer Portable Tipe Cakram (*Brake Dinamometer*)”.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu dinamometer portable, dimana yang dimaksud portable adalah mudah di pindah dan mudah di bongkar pasang, dengan desain sederhana namun memiliki akurasi yang baik serta dapat dibuat secara lokal pada lembaga penelitian yang memiliki keterbatasan dalam pembiayaan. Dinamometer yang di kembangkan adalah tipe rem cakram dengan menggunakan komponen-komponen yang mudah didapat di pasaran. Dinamometer ini merupakan tipe abrasi *proney brake* dengan memanfaatkan gaya gesek akibat sistem pengereman.

BAB II METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi Penelitian

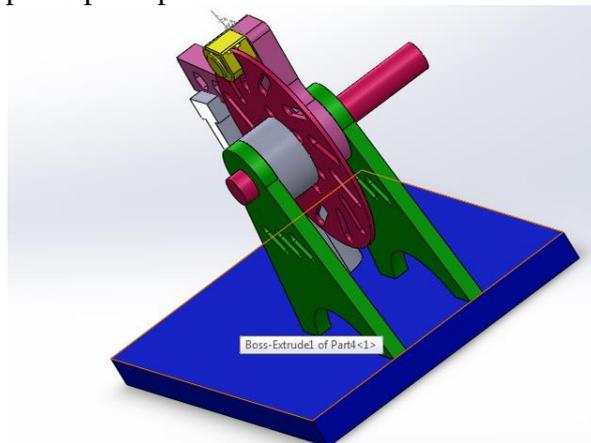
Penelitian rancang bangun dinamometer tipe rem cakram ini dilakukan di laboratorium universitas muhammadiyah jember. Peralatan utama yang digunakan adalah peralatan perbengkelan seperti alat potong, lipat, tekuk, las dan lain sebagainya. Bahan utama yang digunakan sebagai dasar pembuatan dinamometer adalah besi UNP ukuran 6x6,

komponen rem cakram bagian belakang sepeda motor 150 cc. Untuk pengujian pengukuran kinerja dari hasil rancangan digunakan motor bebek 100 cc.

Rencana Perancangan

Rancang bangun dinamometer tipe rem cakram dilakukan dengan kriteria desain yang sederhana, elemen mesin yang tersedia dipasaran serta pengoprasian dan perawatan yang mudah. Dari hasil analisis teknik telah ditetapkan bahwa dinamometer yang telah dikembangkan menerapkan sistem pengereman roda belakang dari sepeda motor, yaitu jenis rem cakram (Gambar 2). Pemilihan jenis rem ini karena rem cakram mempunyai kelebihan dibanding dengan rem tromol, diantaranya mempunyai daya cengkram yang baik untuk dimensi keseluruhan yang sama serta sistem pendingin yang baik.

Rancangan fungsional dari dinamometer yang didesain terdiri dari fungsi rangka dinamometer, fungsi penyaluran daya, fungsi pengereman, fungsi pengukuran torsi, dan fungsi pengukuran kecepatan putar poros.



Desain cakram untuk dinamometer

Alat Dan Bahan

Adapun alat dan bahan dalam pembuatan rancangan dinamometer ini ada sebagai berikut:

Alat

Alat yang digunakan dalam perancangan dinamometer ini adalah sebagai berikut:

1. Gerinda tangan
2. Bor tangan
3. Las listrik dan
4. Perkakas bengkel lainnya

Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam perancangan dinamometer ini adalah sebagai berikut:

1. Besi UNP ukuran 6x6
2. 1 set cakram belakang sepeda motor
3. Load cell 100 kg
4. Tacho meter digital
5. Mikrokontroler (Arduino UNO R3)
6. Baut 12mm, 14mm

Waktu Dan Tempat

Waktu Perancangan

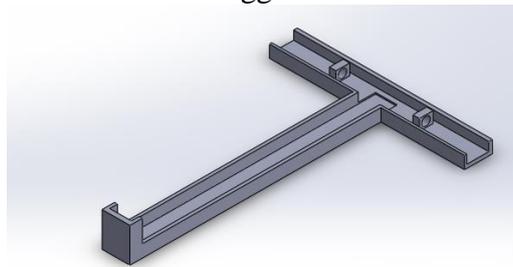
Waktu perancangan rencananya akan dilaksanakan selama 13 hari pada tanggal 17 – 30 November 2016

Tempat Perancangan

Lab teknik mesin Universitas Muhammadiyah Jember, Jl. Karimata 49, Jember.

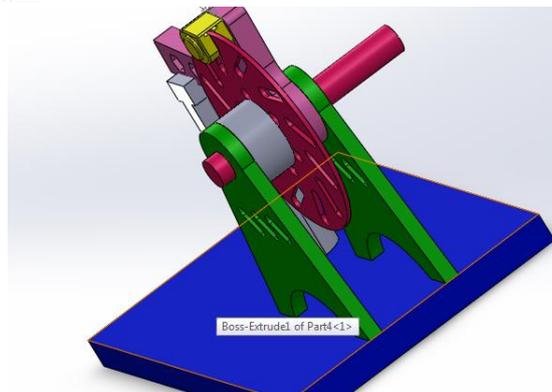
Prosedur Pembuatan Alat

1. Pembuatan rangka dari besi UNP 6x6 menggunakan las listrik



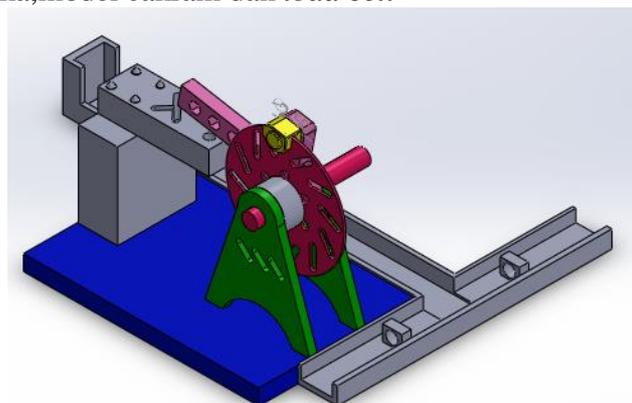
Gambar 3.3 Rangka Dari Besi UNP

2. Pembuatan model cakram



Gambar 3.4 Model Cakram

3. Penggabungan rangka, model cakram dan *load cell*



Gambar 3.5 Rangka, Model Cakram Dan *Load Cell*

Me BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil Rancangan Dinamometer Tipe Cakram



Rancangan dynamometer tipe cakram

Perhitungan Poros

Perhitungan diameter poros :

$$d^3 = \frac{32 \times Fs}{\pi \times Sy} \sqrt{(Ml)^2 + \left(\frac{T}{2}\right)^2}$$
$$d^3 = \frac{32 \times 3}{3.14 \times 250} \sqrt{(58.800)^2 + \left(\frac{9000}{2}\right)^2}$$
$$d^3 = (0,1222) (58.971,9)$$
$$d = 19,315 \text{ mm}$$

dibulatkan = 20 mm

Perhitungan Bantalan

D = 20

Nomer bantalan = 6304

Putaran = 9000 rpm

K= 3,00 (untuk ball bearing)

P1 = 2760(basic dynamic load rating)

P2 =220 lb (beban desain)

L1 = 10⁶ putaran (umur L10 pada beban C)

Perhitungan umur bantalan :

$$L2 = L1 \times \left(\frac{P1}{P2}\right)^k$$
$$= 10^6 \times \left(\frac{2760}{220}\right)^3$$
$$= 1.971 \cdot 10^6 \text{ putaran}$$

Gaya Gesek Pada Cakram

Perhitungan gaya gesek pada cakram

$$fk = f \times k$$

$$f = 5 - 25 \text{ kg (penulis menggunakan 10kg)}$$

$$k = \frac{a}{b} = \frac{21}{7} = 3$$

$$fk = 10 \times 3 = 30 \text{ kgf}$$

$$Pe = \frac{fk}{\frac{1}{4}\pi \times dm^2} (\text{kg/cm}^2)$$

$$= \frac{30}{0.785 \times 1.58^2} = 15,3 \text{ kg/cm}^2$$

$$pe = 15,5 \text{ kg/cm}^2$$

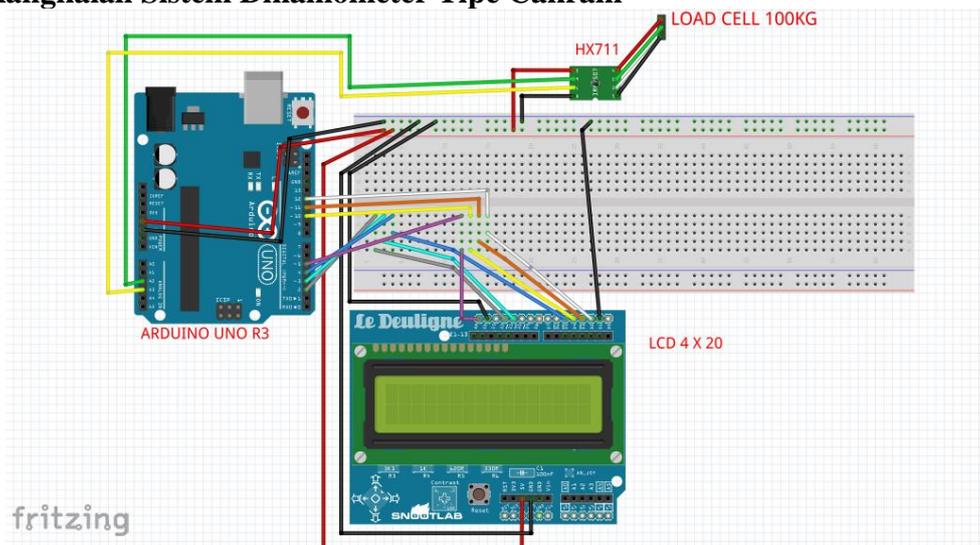
$$fp = Pe \times 0.785 (d^2)$$

$$= 15.3 \times 0.785 \times 2.2^2 = 58.13 \text{ kgf}$$

$$f\mu = \mu \times fp$$

$$= 0.3 \times 58.1 = 17.43 \text{ kgf}$$

Hasil Rangkaian Sistem Dinamometer Tipe Cakram



Gambar rangkaian *elektrical brake dinamometer*

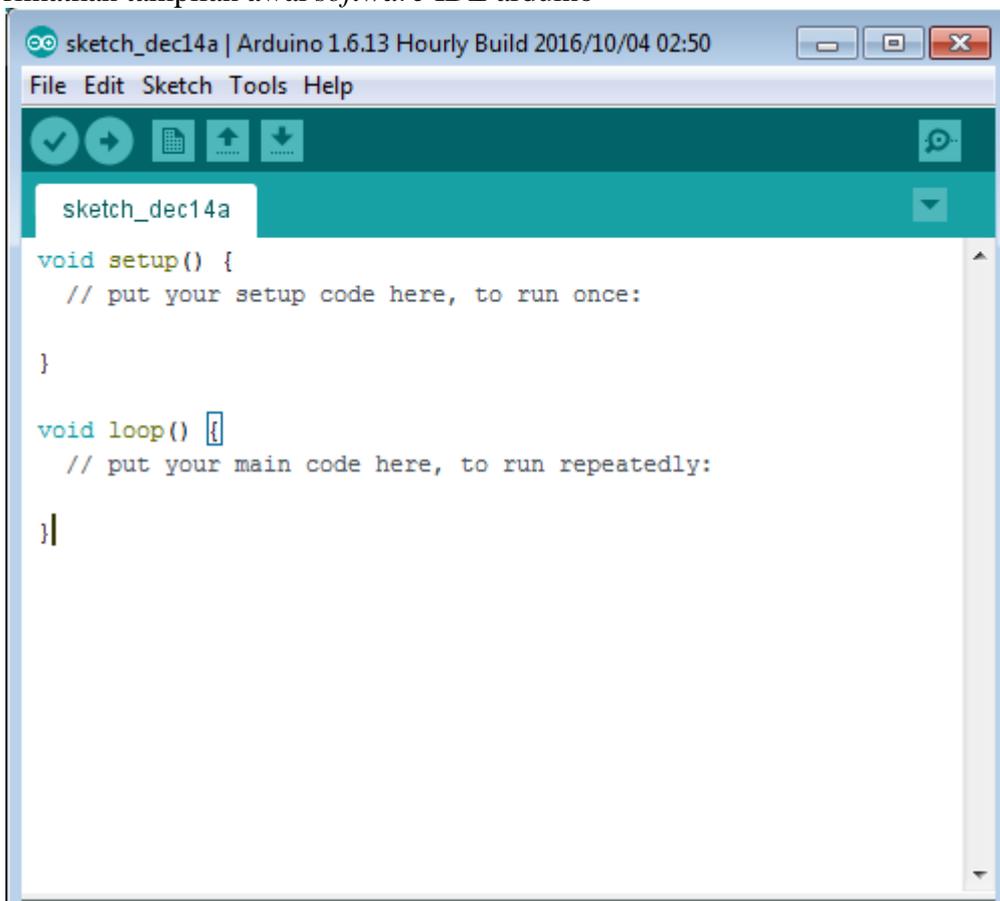
Perancangan I/O mikrokontroler

NO	PIN HX711	IC PIN ARDUINO	PIN LCD
1	VCC	5V	1
2			2
3	GND	GND	3
4		D12	4
5		GND	5
6		D11	6
7		D5	11

8		D4	12
9		D3	13
10		D2	14
11		5V	15
12		GND	16
13	DOUT	A2	
14	SCK	A3	

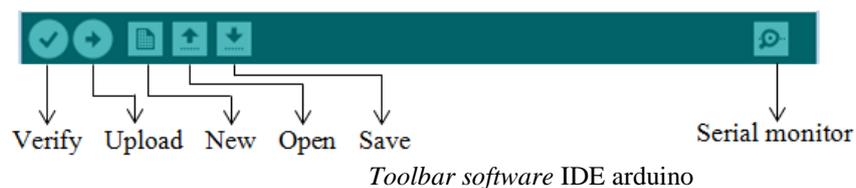
Penggunaan *Software IDE Arduino*

Software IDE arduino dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang, hardware-nya menggunakan prosesor Atmel AVR dan *software*-nya memiliki bahasa C yang sederhana dan fungsi-fungsinya yang lengkap. Gambar 4.2 memperlihatkan tampilan awal *software IDE* arduino



Software IDE arduino

Menu Help



Toolbar software IDE arduino

Gambar memperlihatkan *Toolbar software IDE arduino*, penjelasan tiap lambang gambar adalah sebagai berikut :

Keterangan toolbar *software IDE arduino*

Gambar	Menu	Keterangan
	<i>Verify</i>	Untuk mengkompilasi program artinya mengkonversi program pada arduino menjadi data dibaca oleh mikrokontrol
	<i>Upload</i>	Untuk mengunggah program ke dalam <i>Board Arduino</i>
	<i>New</i>	Untuk membuat <i>file sketch</i> baru
	<i>Open</i>	Untuk membuka <i>file sketch</i> yang sudah pernah dibuat
	<i>Save</i>	Untuk menyimpan <i>sketch (list program)</i> yang sedang dibuat
	<i>Serial monitor</i>	Untuk mengaktifkan jendela komunikasi serial / <i>bluetooth hc-05</i> antara <i>Board Arduino</i> dan komputer

Struktur dasar dalam pemrograman arduino sangatlah simpel dan terdiri dari dua bagian, terdiri dari dua fungsi, yaitu fungsi persiapan (*setup()*) dan fungsi utama (*loop()*).

Contoh :

```
Void setup () {
    Pinmode (0,output) ;
}
Void loop () {
    digitalWrite (0,HIGH) ;
}
```

setup () adalah persiapan sebelum eksekusi program

loop () adalah tempat menulis program utama yang akan dieksekusi.

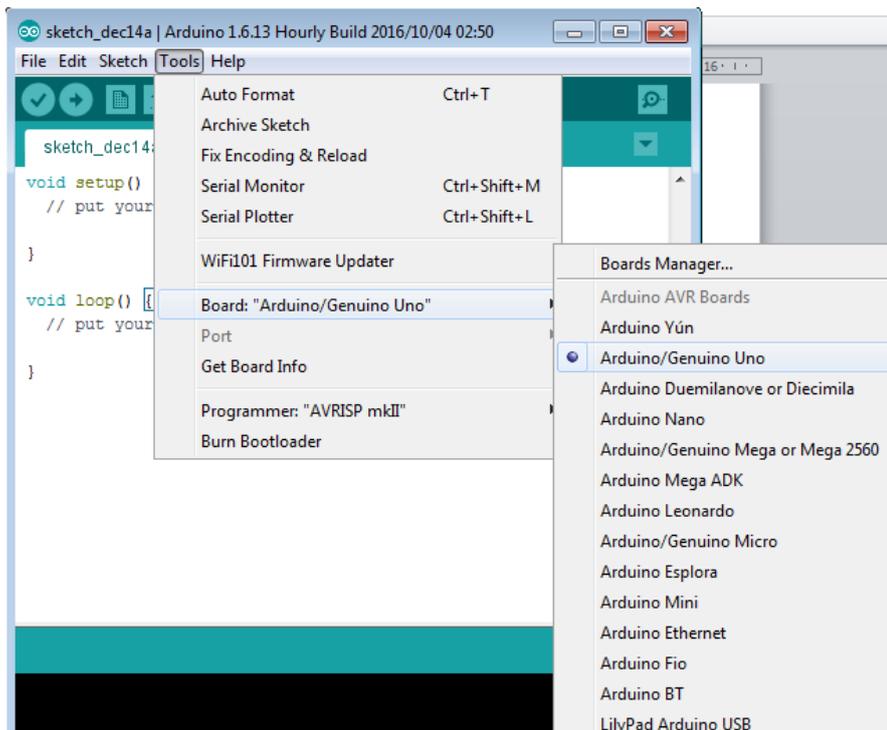
Fungsi *setup()* digunakan untuk mendefinisikan variabel-variabel yang digunakan dalam program. Fungsi ini berjalan pertama kali ketika program dijalankan, selanjutnya terdapat *loop()* adalah program inti / utama dari arduino yang dijalankan secara terus menerus

baik pembacaan input maupun pengaktifan output. Program ini adalah inti dari semua program dalam arduino.

Sebelum melakukan perakitan alat control arduino dengan *bluetooth* hc-05 maka diharuskan untuk menghubungkan program arduino terlebih dahulu atau pengecekan terhadap program.

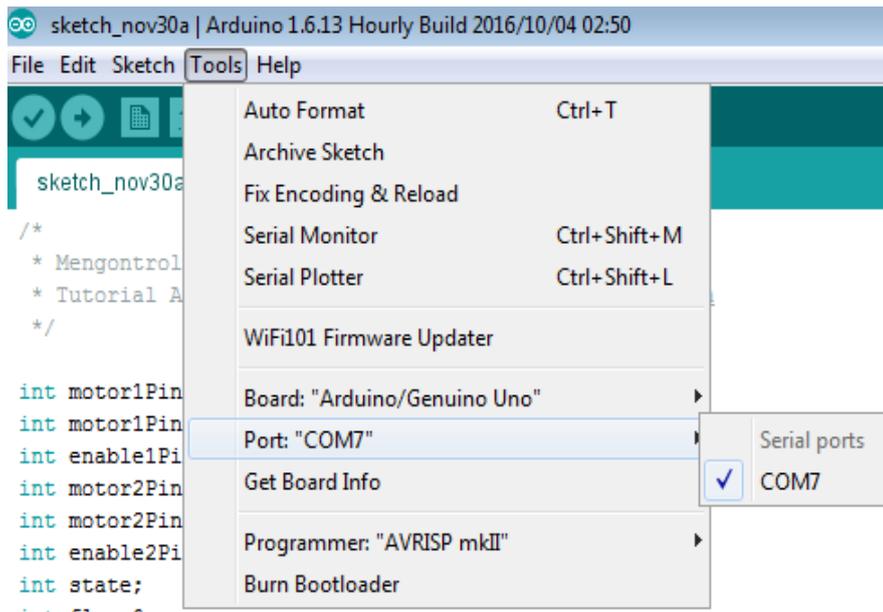
Langkah-Langkah Mengunggah Program Arduino

Buka *software* arduino, selanjutnya lakukan penyesuaian *Board Arduino* yang digunakan melalui *Setting Board*



Gambar 4.5 Penyesuaian *Board* Arduino

Pilih *Port* komunikasi serial (*Comm port*) yang tersambung pada Board arduino.



Memilih *port* komunikasi *serial*

Selanjutnya buka *file Sketch* yang akan diunggah ke *Board Arduino* (**File-> Open**), atau buat suatu sketch baru sesuai dengan projek *control* otomatis yang akan diunggah ke *Board Arduino* (**file->New**) kemudian komplikasikan program tersebut dengan memilih tombol *Verify* pada *toolbar*.

Apabila tidak ada “*error*”, unggah program dengan memilih tombol *upload* pada *toolbar*, program ini dibuat untuk mengkonversi data yang berasal dari load cell yang diteruskan ke arduino yang berupa keluaran milivolt kemudian di tampilkan ke LCD sebagai display.

Coding Pada IDE Arduino Untuk Menampilkan Hasil Konversi ke LCD

```
#include "HX711.h"
#include "LiquidCrystal.h"
LiquidCrystal lcd (12,11,5,4,3,2);
#define calibration_factor -59700.0 //This value is obtained using the SparkFun_HX711_Calibration sketch

#define DOUT A2
#define CLK A3

HX711 scale(DOUT, CLK);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  lcd.println("HX711 scale demo");
  lcd.begin (20,4);
  scale.set_scale(calibration_factor); //This value is obtained by using the SparkFun_HX711_Calibration sketch
  scale.tare(); //Assuming there is no weight on the scale at start up, reset the scale to 0

  // lcd.println("Readings:");
}

void loop() {
  // berat beban
  lcd.setCursor (3,0);
  lcd.print("Berat : ");
  lcd.print(1.15 * scale.get_units(), 1); //scale.get_units() returns a float
  lcd.print(" kg");
  // Gaya
  lcd.setCursor (3,1);
  lcd.print ("Gaya : ");
  lcd.print(1.05 * 9.81 * scale.get_units(), 1);
  lcd.print (" N");
  // Torque
  lcd.setCursor (2,2);
  lcd.print ("Torque : ");
  lcd.print(1.05 * 9.81 * 0.175 * scale.get_units(), 2);
  lcd.print (" Nm");
  delay (1000);
  lcd.clear ();
}
```

Penggunaan Coding Load Cell Pada IDE Arduino

Tampilan Pada LCD

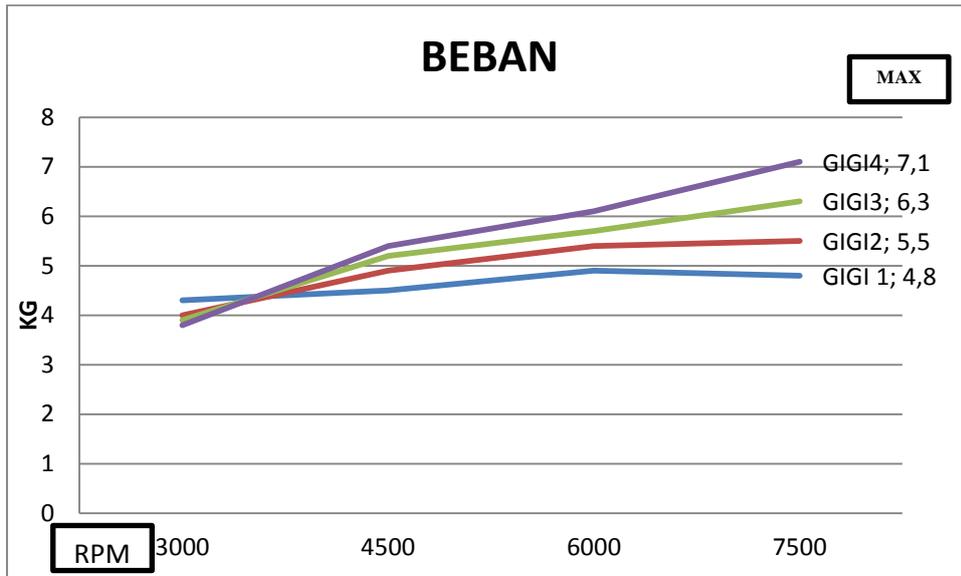


Tampilan LCD setelah di program

Hasil Uji Dinamometer Pada Motor Bebek YAMAHA Jupiter 110 Cc

Hasil Uji Berupa Beban

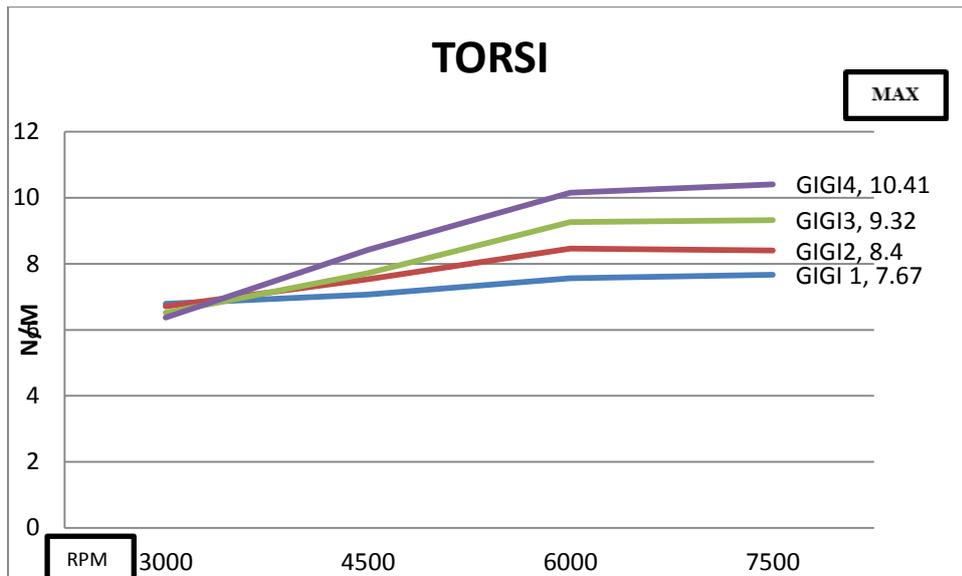
RPM	GIGI			
	1	2	3	4
3000	4.3 KG	4.0 KG	3.9 KG	3.8 KG
4500	4.5 KG	4.9 KG	5.2 KG	5.4 KG
6000	4.9 KG	5.4 KG	5.7 KG	6.1 KG
7500	4.8 KG	5.5 KG	6.3 KG	7.1 KG



Grafik Hasil Uji Beban

Hasil Uji Berupa Torsi

RPM	GIGI			
	1	2	3	4
3000	6.79 N/M	6.71 N/M	6.52 N/M	6.37 N/M
4500	7.07 N/M	7.53 N/M	7.72 N/M	8.42 N/M
6000	7.56 N/M	8.46 N/M	9.27 N/M	10.16 N/M
7500	7.67 N/M	8.40 N/M	9.32 N/M	10.41 N/M



Grafik Uji Torsi

BAB IV KESIMPULAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dinamometer portable tipe cakram yang telah dirancang dan di uji dapat berfungsi dengan baik dan dapat digunakan untuk mengukur dan menampilkan hasil kinerja prestasi motor bebek yamaha jupiter 110 cc dengan hasil yang menyerupai karakteristik grafik prestasi yang dihasilkan dengan dinamometer lainnya.

Dari hasil pembahasan dalam uji coba maka didapatkan data yang dapat dijadikan ukuran yang tepat dalam pembuatan Dinamometer Tipe Cakram dengan rincian sebagai berikut :

1. Dalam membuat dinamometer tipe cakram ditemukan:
 1. Perhitungan poros yaitu diameter 19,315.
 2. Perhitungan bantalan dengan nomor bantalan 6304 dan didapatkan umur bantalan sebesar $1971 \cdot 10^6$.
 3. Perhitungan gaya gesek pada cakram 17.43 kgf.
 4. dan *coding* arduino sebagai code untuk kalibrasi *load cell*.
2. Didapatkan hasil uji berupa beban dan torsi putaran mesin di setiap transmisi.
3. Didapatkan hasil torsi pada RPM 750 menggunakan gigi 1 sebesar 7.67 N/M dan pada gigi 4 sebesar 10.41 N/M.

DAFTAR PUSTAKA

Arifin,2012. *Analisis gaya pada rem cakram*, <http://www.gunadarma.ac.id/library>. Diakses pada tanggal 04 november 2016

Chamim, 2012. Penggunaan mikrokontroler sebagai pendeteksi posisi dengan menggunakan sinyal GSM, <http://download.portalgaruda.org>. Diakses pada tanggal 09 november 2016

Daswin,2014.Optimasi diameter poros terhadap variasi diameter sproket pada roda belakang sepeda motor. <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/poros/article>/Diakses pada tanggal 04 november 2016

Hasibuan, 2011. *Rancang bangun dan uji kinerja dinamometer tipe rem cakram*. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/53415>.Diakses pada tanggal 04 november 2016

Marga,2012.*Penggunaan strain gage (load cell) untuk analisis tegangan pada pembebanan statik batang alumunium*.<http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/Mekanikal/article/>.Diakses pada tanggal 04 november 2016.

Sitepu, 2010. *Efek penambahan zat aditif pada minyak pelumas multigrade terhadap kekentalan dan distribusi tekanan bantalan luncur*. <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=59141&val=4148> Diakses pada tanggal 06 novembr2016

Sorawan,2009.*perancangan elemen mesein*.bandung : Alfabeta.