

# ANALISA TEST RIG DENGAN SISTEM PENGGERAK HIBRIDA PADA MESIN 4 LANGKAH 125 CC

## *Test Rig Analysis with Hybrid Power System of Four Strokes Engines with Capacity of 125 CC*

SYAHRUL ANWAR

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Islam As-Syafi'iyah, Jakarta

e-mail: .....

### ABSTRACT

*Today's the transportation vehicle are quite important for new live, it's can use for publik transportation or one we are need it for good activity and high mobility. The good transportations it's must be have a several aspects. Such as stability, comfort, safety, and efficient. In the present we are will be conducted research test, study for an equipment and redesign for a new concept of a hybrid vehicle. The hybrid vehicle is having a futuristic shape, the vehicle designed capacity for two people and more, Determination from the center of gravity is needed to obtain a stable vehicle. The design used to formulate the center of gravity and strength area. The structure designed of frame using manual analyze for the next used software like solid works analyze and another to use if It's necessary .The analyze of strength from the structure to make frame 's quite safe. The output from this research is about frame structure of a hybrid vehicle or three cycle with two rear drive.*

**Key word:** *Center of gravity, solid works analysis, center gravity, electro motor, trike vehicle*

### ABSTRAK

Alat transportasi sudah menjadi kebutuhan yang cukup penting pada saat ini baik digunakan sebagai sarana umum ataupun perorangan guna untuk menopang dari padatnya mobilitas yang sangat tinggi maka diperlukan kendaraan yang layak untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Sarana atau alat transportasi yang baik harus memenuhi beberapa aspek diantaranya : kestabilan,kenyamanan, keamanan, serta efisien.Pada penelitian kali ini penulis akan melakukan penelitian pada sebuah konsep kendaraan yang dirancang dengan menggunakan dua buah penggerak atua kendaraan hibrid, kendaraan ini dirancang sebagai sarana tranportasi dengan kapasitas dua orang atau lebih konsep ini juga memiliki bentuk yang cukup futuristik Penentuan center of gravity yang tepat diperlukan untuk mendapatkan kendaraan yang stabil. perancangan dilakukan dengan melakukan perumusan pada titik pusat tegangan. Perancangan ini masih menggunakan methode perhitungan manual Selain itu juga perlu dilakukan analisa kekuatan pada struktur rangka yang dirancang dengan menggunakan *solid works analysis* supaya struktur rangka yang dirancang cukup aman. Keluaran dari penelitian ini adalah sebuah struktur rangka kendaraan hibrid roda tiga dengan dua roda penggerak di belakang.

**Kata kunci :** *Center of gravity, solid works analysis, kendaraan roda tiga.pusat tegangan. Motor listrik*

### 1. PENDAHULUAN

Motor pembakaran dalam mempunyai keunggulan dalam hal akselerasi penambahan power yang spontan.. Sedangkan motor listrik mempunyai efisiensi yang tinggi karena rugi-rugi yang timbul saat motor listrik bekerja relatif kecil dibandingkan dengan motor pembakaran dalam.

Dengan mempertimbangkan aspek-aspek di atas, maka teknologipun dikembangkan untuk menggabungkan kedua keunggulan tersebut sehingga menghasilkan sistem yang efisien dalam penggunaan bahan bakar dan

pengurangan emisi yang disebut dengan system hibrid. untuk penggunaannya dari kedua system ini memerlukan sebuah landasan atau chasis yang berfungsi untuk menopang semua beban yang ada pada kendaraan nantinya. Sebuah kontruksi rangka/ chasis itu sendiri harus memiliki kekuatan, kelenturan dan ringan.

Untuk peningkatan kualitas ilmu pengetahuan di tingkat SMK. Maka peneliti merancang rangka TEST RIG untuk hibrid berbasis mesin 4 langkah 125cc pada sebuah

laboratorium SMK dengan rangka uji ini tidak dapat bergerak/ Statis.

## 2. STUDI LITERATUR

Berbagai penelitian tentang kendaraan hibrid telah banyak dilakukan dari masa ke masa. Penelitian tentang *hybrid vehicle* pertama dilakukan oleh 2 buah perusahaan dari Belgia dan Perancis yaitu Pieper establishments of Liège (Belgia), dan Vendovelli and Priestly Electric Carriage Company (Perancis). Motor pembakaran dalam yang digunakan merupakan motor kecil dengan pendingin udara. Kendaraan hibrid ini merupakan kendaraan hibrid paralel yang pertama dengan elektrik starter.[1]Masih di tahun yang sama, dua buah perusahaan prancis yaitu Vendovelli and Priestly mengembangkan teknologi yang bermula dari kendaraan elektrik.

Motor bensin dengan daya 0,75 HP dikopel dengan sebuah generator listrik dengan daya 1,1 kW. Kendaraan ini merupakan kendaraan hibrid seri pertama kali.

Penelitian pada tahun 1899 – 1914 lebih fokus pada penggunaan motor listrik untuk membantu ICE yang masih mempunyai kelemahan-kelemahan karena keterbatasan material dan teknologi.

Dengan melakukan pengujian kendaraan di jalan kota maupun jalan raya dengan untuk mengetahui emisi dan konsumsi bahan bakar dengan membuat suatu sistem untuk mematikan dan merestart ICE pada kendaraan hybrid seri-paralel. Dari hasil eksperimen ternyata terjadi penghematan penggunaan bahan bakar dan penurunan emisi.[2]

Dari hasil simulasi [3] menunjukkan kendaraan hibrid dibandingkan dengan kendaraan yang hanya menggunakan ICE mempunyai tingkat penghematan bahan bakar sampai dengan 45 % .

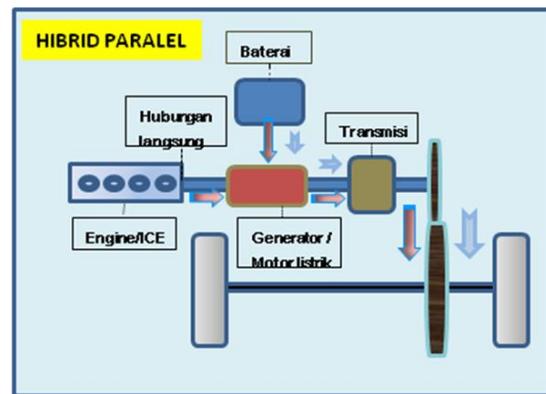
Penghematan bahan bakar ini merupakan akumulasi dari penggunaan motor listrik sebesar 17 % dan sisanya adalah dari *regenerative braking*, pengurangan berat dari material ICE dan proses *stop and restarting* ICE.[4] melakukan simulasi algoritma operasi kendaraan hibrid tipe *parallel* dengan menggunakan *software* pendulum dengan asumsi *State of Charge* awal baterai adalah 50 %. Energi listrik yang tersimpan di dalam baterai dianggap sebagai bahan bakar yang digunakan ICE. Dari hasil simulasi menunjukkan bahwa penghematan bahan bakar dan *State of Charge* sangat tergantung dari *discharge generator*.

## 2.1 Pengerak Hibrid

Suatu system yang mengkombinasikan dua atau lebih sumber tenaga yang secara langsung ataupun tidak langsung dapat menghasilkan suatu daya disebut system hibrid. Sebagai contoh, suatu kendaraan yang menggunakan motor bensin dan motor listrik, ataupun mesin diesel dan motor listrik pada kendaraan seperti: lokomotif, bus atau truk. Dalam pengaplikasian Ada beberapa system dan cara untuk mengkombinasikan kedua sumber tenaga tersebut diatas, yaitu :

### ▪ System Hibrida secara Paralel

Dalam penerapan didunia otomotive system hybrid dapat terkoneksi secara parallel untuk

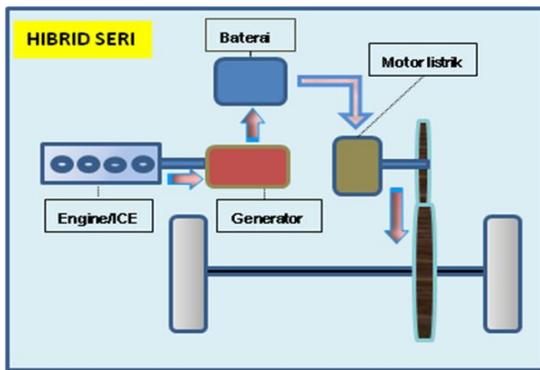


Gambar 1. Sistem hibrid paralel

Menghasilkan output sebagai pengerak transmisi kendaraan tersebut,. Gambar 1. menunjukkan penggunaan motor listrik dan motor pembakaran dalam dirangkai dalam satu sistem secara paralel.

### • System Hibrida secara Seri

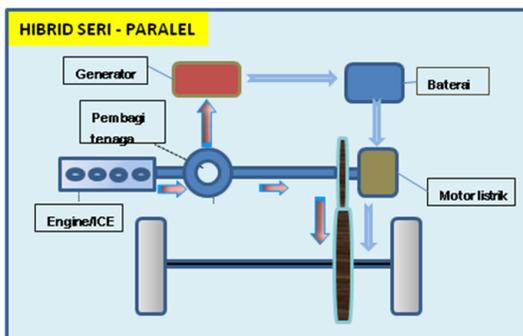
Pada sistem secara seri penggunaan motor listrik dan motor pembakaran dalam dirangkai dalam satu sistem secara seri. Motor pembakaran dalam menggerakkan generator lalu generator menghasilkan energi listrik untuk mengisi baterai ataupun menggerakkan motor listrik agar dapat memutar transmisi sehingga terlihat bahwa motor pembakaran dalam tidak pernah secara langsung menggerakkan transmisi.



Gambar 2. Sistem hibrid seri

- **System Hibrida secara Seri-Paralel**

Kendaraan dengan system gabungan antara system seri dan paralel. Dimana mesin pembakaran dalam dan motor listrik dapat bekerja bersama-sama atau bergantian sesuai dengan kondisi kebutuhan torsi. Mesin pembakaran dalam akan menggerakkan transmisi dan mengisi baterai. Sedangkan motor listrik memiliki fungsi yang sama dengan mesin pembakaran dalam, untuk menggerakkan transmisi ketika dibutuhkan dan berfungsi mengisi arus baterai.



Gambar 3. Sistem hibrid seri-paralel.

- **Mesin pembakaran dalam**

Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin penggerak yang banyak dipakai dengan memanfaatkan energi kalor dari proses pembakaran menjadi energi mekanik. Adapun mesin kalor yang kerjanya dengan cara memperoleh energi dari proses pembakaran di luar disebut mesin pembakaran luar. Seperti mesin uap, dimana energi kalor diperoleh dari pembakaran luar, kemudian dipindahkan ke fluida kerja melalui dinding pemisah. [5]

- **Motor Empat Langkah**

Pada motor empat langkah, setiap proses akan terjadi pada satu langkah, sehingga untuk melakukan satu kali siklus, diperlukan empat kali langkah piston bergerak dari titik mati atas (TMA) menuju ke titik mati bawah (TMB).

a. Langkah Hisap

Langkah hisap dimulai ketika torak atau piston bergerak dari TMA menuju ke TMB, dengan keadaan katup hisap terbuka. Kevakuman pada ruang silinder akan menyebabkan masuknya campuran udara dan bahan bakar dari karburator menuju ke ruang bakar.

b. Langkah Kompresi

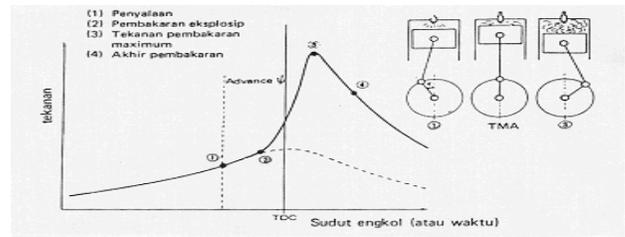
Langkah kompresi terjadi ketika piston bergerak dari TMB menuju ke TMA, dalam hal ini baik katup *in* maupun katup *ex* tertutup, sehingga tekanan di ruang bakar akan menjadi tinggi. Beberapa saat sebelum piston mencapai TMA, campuran udara dan bahan bakar tersebut dinyalakan oleh percikan api dari busi.

c. Langkah Usaha

Bahan bakar yang sudah dinyalakan tadi, akan meledak dan mendorong piston menuju ke TMB. Tenaga ini yang akan memutar poros engkol yang kemudian dimanfaatkan sebagai tenaga penggerak.

d. Langkah Buang

Setelah piston berada pada TMB, piston akan bergerak lagi menuju ke TMA, pada hal ini katup buang terbuka, sehingga sisa hasil dari pembakaran akan dibuang. Proses tersebut akan terjadi berulang ulang.



Gambar 4. Diagram Pembakaran Motor 4 langkah

Pengertian dari gambar 4

1. Penyalan adalah waktu saat dimana busi memercikan bunga api untuk membakar campuran udara dan bahan bakar.
2. Pembakaran awal, yaitu saat dimana bahan bakar mulai terbakar oleh percikan api dari busi.
3. Puncak pembakaran, yaitu kondisi dimana bahan bakar terbakar pada ledakan maksimalnya. Tenaga ini yang akan digunakan untuk mendorong piston untuk melakukan langkah usaha.
4. Akhir pembakaran, yaitu kondisi dimana bahan bakar telah sepenuhnya (seluruhnya) terbakar.

*Ignition delay period* adalah jeda waktu antara timing pengapian dengan awal bahan bakar mulai terbakar. Hal-hal yang mempengaruhi

*ignition delay* diantaranya adalah perbandingan kompresi, temperatur udara yang masuk, jenis bahan bakar, dan kecepatan mesin. Lamanya *ignition delay* yang mempengaruhi puncak pembakaran, yang akibatnya berpengaruh terhadap performa mesin.

### Brushless Motor listrik

Motor Brushless Direct Current (BLDC) merupakan salah satu jenis motor yang banyak diaplikasikan di industri seperti perabot rumah tangga, otomotif, penerbangan, medis, instrument dan peralatan otomasi industri.

Seperti namanya, motor BLDC tidak menggunakan sikat sebagai komutator, tetapi menggunakan komutator elektronis. Motor ini memiliki berbagai keuntungan dibandingkan motor Brushed DC dan motor Induksi di antaranya :

- Karakteristik kecepatan vs. torsi yang lebih baik
- Response dinamisnya tinggi
- Efisiensinya tinggi
- Operasi yang rendah kebisingannya

Tabel 1. Perbandingan antara BLDC dan Brushed DC

Feature	BLDC Motor	Brushed DC Motor
Commutation	Electronic commutation based on Hall position sensors	Brushed commutation
Maintenance	Less required due to absence of brushes	Periodic maintenance is required
Life	Longer	Shorter
Speed/Torque Characteristic	Flat-Enables operation at all speeds with rated load	Moderately flat – at higher speeds, brush friction increases, thus reducing useful torque.
Efficiency	High – No voltage drops across brushes	Moderate.
Output Power/Frame Size	High – Reduced size due to superior thermal characteristics, because BLDC has the windings on the stator, which is connected to the case, the heat dissipation is better	Moderate/Low – The heat produced by the armature is dissipated in the air gap, thus increasing the temperature in the air gap and limiting specs on the output power/frame size.
Rotor Inertia	Low, because it has permanent magnets on the rotor. This improves the dynamic	Higher rotor inertia which limits the dynamic characteristics.
Speed Range	Higher – No mechanical limitation imposed by brushes/commutator	Lower – Mechanical limitations by the brushes.
Electric Noise Generation	Low	Arcs in the brushes will generate noise causing EMI in the equipment nearby.
Cost of Building	Higher – Since it has permanent magnets, building costs are higher	Low
Control	Complex and expensive	Simple and inexpensive.
Control Requirement	A controller is always required to keep the motor running. The same controller can be used for variable speed control.	No controller is required for fixed speed; a controller is required only if variable speed is desired.

### 2.2 Test Rig

Untuk mendapatkan hasil yang terbaik dalam sebuah eksperimen maka dilakukan pengujian langsung terhadap benda uji dalam keadaan diam /statis atau menggunakan **bed test** atau **test rig**. **Test rig** berfungsi sebagai mounting atau rangka dari obyek yang akan diteliti. Guna mendapatkan karakteristik dari parameter yang presisi dari sebuah produk yang akan di uji

maka dibutuhkan alat uji atau *test rig* baik dari segi permodelan, material yang digunakan dan disain stuktur dari rangka tersebut. Dalam penelitian *test ring* system hybrid ini rangka yang di gunakan masih menggunakan rangka asli dari kendaraan bermotor roda tiga dengan beberapa perubahan pada mounting mesin dan penempatan motor listrik yang nantinya dapat di gunakan sebagai acuan dasar dalam merancang dan membuat rangka atau chasis dari alat uji tersebut.

### 3. Bahan dan Alat

Bahan *test rig* yang akan digunakan dalam eksperimen ini adalah :

- Rangka motor tiga roda
- Wheelbase 2040 mm
- Distance low to land 185 mm
- Panjang X lebar x Tinggi 3220 X 1430 X 1320 mm
- Panjang X lebar X tinggi bak 1700 X 1250 X 840 mm (bak angkut)
- Besi profil hollow 40 x 60 mm
- Besi plat strip 1,50 cm x 6 mm
- Besi profil pejal 20 x 20 mm

#### ▪ Alat dan kelengkapan

Alat yang dipakai dalam eksperimen ini terdiri dari :

Mesin bensin 4 langkah satu silinder dengan spesifikasi Motor listrik dengan spesifikasi:

- 1.918x689x1.103 (PxLxT)
  - Berat kosong: 112 kg
  - Jarak sumbu roda: 1.281 mm
  - Jarak terendah ketanah : 128 mm
  - Rem depan: Cakram hidrolis
  - Rem belakang: Tromol
  - Kapasitas bahan bakar : 5,5 liter
  - Perbandingan Kompresi : 11,0 : 1
  - Daya Maksimum: 11.3PS/8500 rpm
  - TorsiMaksimum:10,8Nm/5000rpm
  - Minyak Pelumas Mesin : 0,8 liter
  - Kopling Otomatis : tipe kering
  - Gigi Transmsi : Otomatis, V-
- Sumber AHM Indonesia

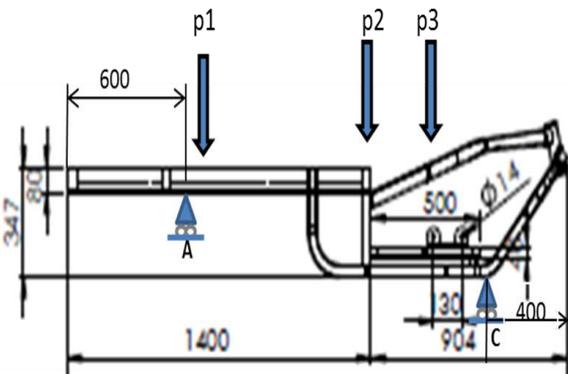
- Jenis : Motor AC
- Putaran : 1200 rpm
- Tegangan : 220 Volt
- Daya : 1,5 HP
- Kelas isolasi : 105A – AT
- Generator/ alternatordengan spesifikasi
- Merk : Denso
- Putaran kerja : 3000- 6000 rpm
- Daya output : 12 volt 45 A
- Efisiensi : 85%

Alat bantu perbengkelan seperti : kunci pas, kunci ring, kunci L, tang, obeng, palu dan lain-lain.  
 Stop watch untuk mengukur waktu pemakaian bahan bakar.  
 Tang ampere untuk mengukur arus pengisian batere.  
 Multi tester Untuk mengukur teggangan yang di hasilkan oleh alternator dan input pada motor listrik.

### 3.1 Alur penelitian



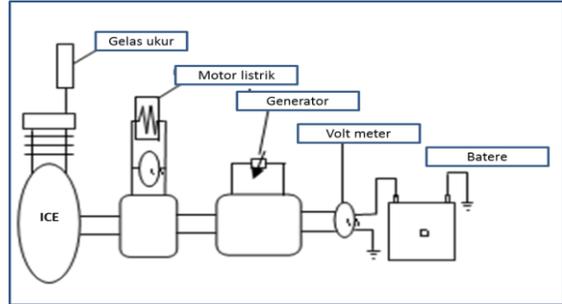
Massa mesin matic 125	= 50 kg (p3)
Massa motor listrik	= 10 kg (p3)
Massa pengemudi (asumsi)	= 75 kg (p2)
Massa batere	= 12 kg (p3)
Alternator	= 2 kg (p3)
Daya angkut (rep. 3roda)	= 550kg (merata)



Gambar 5. Asumsi pembebanan rangka hibrida

### 3.2 Tahapan pengujian

Rancangan *prototype rig test hybrid* ini di uji dan diteliti dengan melakukan pengujian dan pengambilan data meliputi :

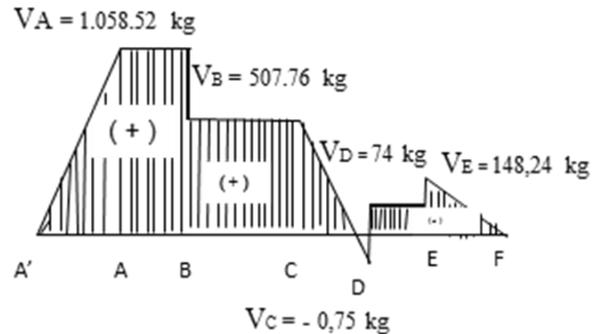


1. Penghitungan Rangka.
2. perencanaan rangka
3. pengujian rangka

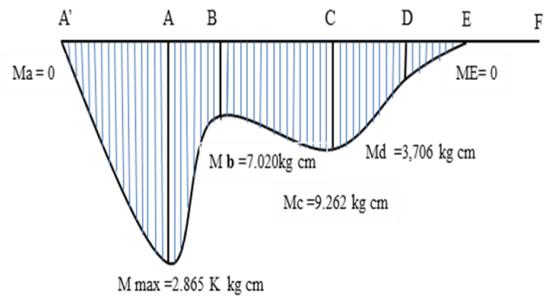
Gambar 6. Skema Aparatus

#### • Perhitungan Rangka.

Pada perancangan rangka chasis yaitu merancang rangka sebagai tulang punggung yang harus mempunyai kontruksi kuat untuk menahan atau memikul beban kendaraan. Dimana :

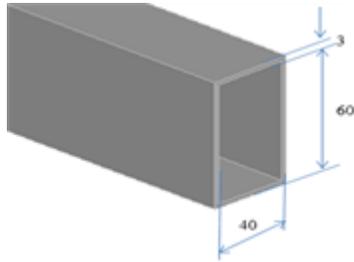


#### Bending Momen Diagram (BMD)



Gambar 7. SFD dan BMD beban rangka yang terjadi

▪ **Propil Rangka (Rectagular tubes)**



Gambar 8. Profil Rangka  
Momen intersia *rectangular tubes*

$$I_x = \frac{1}{12} b \cdot h^3 \dots\dots\dots$$

$$I_x = (I_{01} + A_1 y_1^2) - (I_{02} + A_2 y_2^2)$$

$$= 273852 \text{ mm}^4$$

Tegangan bengkok yang terjadi

$$\sigma_b = \frac{M_{max} \cdot y}{I_x} \dots\dots\dots$$

$$= 10.263 \text{ N/mm}^2$$

▪ **Perhitungan Poros**

Momen maksimum yang akan di terima poros :

$$M = \frac{\pi}{32} \sigma_b d^3 \dots\dots\dots (3.4)$$

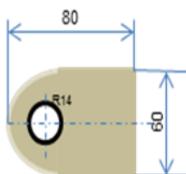
$$\sigma_b = 4,56 \text{ kg/mm}^2$$

safety factor :  $\eta = \frac{s}{\tau} \dots\dots\dots (3.1)$

- dimana  $\eta$  = *safety factor* (( $N/mm^2$ ))
- $s$  = *yield strength* (( $N/mm^2$ ))
- $\tau$  = *tegangan* ( $N/mm^2$ )

▪ **Penyanga Mesin**

Penyanga /*Support* adalah part sebagai pengikat mesin dan sub rangka yang digunakan. dengan tegangan tarik ijin sebesar = 450 N/ $mm^2$ , ketebalan 6 mm,Dimana pembebanan yang terjadi pada support ini diasumsikan sebesar P3.



Gambar 8. Part penyanga mesin

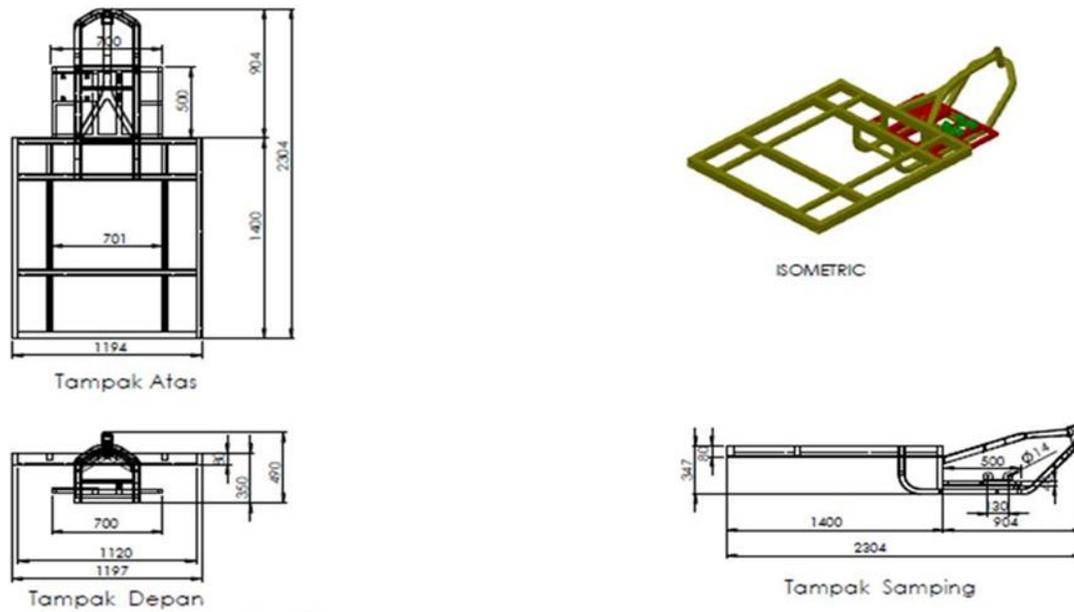
Dimana untuk  $\tau = \frac{F}{A} \dots\dots\dots$

Sehingga :  $F = U \cdot N$   
 $U = 0,72$  (koefisien of friction  
 tire and asphalt)  
 $N = 74 \text{ kg}$   
 $\tau = 1,89 \text{ N/mm}^2$

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis struktur pada rangka rig test penggerak hibrida berbasis mesin 125 cc ini maka dapat diambil kesimpulannya sebagai berikut :

- Pada sebuah rancangan rangka uji *rig test* yang berfungsi sebagai landasan untuk meletakkan bodi kendaraan, mesin, system kemudi dan komponen lainnya. harus memberikan kenyamanan, keamanan dan tidak ada perubahan bentuk pada saat rangka tersebut diberikan beban.
- Dari hasil penelitian nilai hasil yang didapatkan sangat aman, dengan beban kerja pada tumpuan A-A sebesar 2.865 Kg/  $cm^2$  diameter poros yang digunakan di sebesar  $\varnothing 40 \text{ mm}$ . atau sebesar  $\tau = 18,24 \text{ Kg/mm}^2$  setara dengan  $\tau = 178,9 \sim 179 \text{ N/mm}^2$ . Penyanga mesin dan motor listrik sebesar  $\tau = 7.68 \text{ N/mm}^2$ . Diameter baut pengikat mesin dan motor disamakan sebesar M 14. Dengan spec  $t_b = 115 \text{ N/mm}^2$ . Dengan *safety faktor* atau faktor keamanan sebesar 4. Sedangkan bahan atau materail yang di gunakan yaitu DIN (Deutsches Institiut Nurmung) St 37. Dengan rata rata kekuatan tarik sebesar  $340 \text{ N/mm}^2$ . walaupun untuk pengujian rangka itu sendiri tidak bisa diujikan secara keseluruhan dikarnakan keterbatasan pada spesifikasi alat dan *tools* yang di gunakan.



**Gambar 9. Frame tiga roda**

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Ehsani, Mehrdad (2010) "Modern Electric, Hybrid Electric, Fuel Cell Vehicles". Et al.,
2. Bishop, J., Nedungadi, A., Ostrowski, G., Surampudi, B., Armiroli, P. and Taspinar, E (2007). "An engine start/stopsystem for improved economy", SAE Paper No. 2007-01-1777.
3. D. Choi, Choi, D. and Kim, H., (2002), "Evaluation of Fuel Economy for a Parallel Hybrid Electric Vehicle", KSME International Journal, Vol. 16 No. 10, pp. 1287 – 1295.
4. Kyoungcheol (2004), "Operation Algorithm for a Parallel Hybrid Electric Vehicle with a Relatively Small Electric Motor").
5. Sudiro, Susanto (2014), Paper Desain Program Aplikasi Simulasi Daya Engine dan Penentuan BHP Kendaraan Roda Empat Menggunakan Metoda Sistematis Desain.
6. Tony poule (2002) , "Motor cycle handling and chasis Design. The art and science",spain.
7. Agostinetti, P., Cossalter, V., Ruffo, N. (2003) *Experimental analysis of handling of a threewheeled vehicle*, , Modena : University of Padua.
8. Ir. Gunawan, T dan Ir margaret S diktat mekanika teknik delta group, jakarta,