



TUGAS AKHIR – TM 091486

**Perancangan Modul CDI untuk ECU *Iquteche* dan
Komparasi Unjuk Kerja Modul CDI dan TCI pada
Sepeda Motor Honda SupraX 125 Spesifikasi MP1**

Andika Utama
2107 100 111

Dosen Pembimbing :
Dr. Muhammad Nur Yuniarto

JURUSAN TEKNIK MESIN
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014



FINAL PROJECT – TM 091486

**Designing CDI Module for ECU *Iquteche* and
Performance Comparison Module CDI and TCI at
Honda Motorcycle Specifications SupraX 125 MP1**

Andika Utama
2107 100 111

Academic Supervisor :
Dr. Muhammad Nur Yuniarto

Department of Mechanical Engineering
Fakulty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2014

**Perancangan Modul CDI untuk ECU iquteche Dan
Komparasi Unjuk Kerja Modul CDI dan TCI Pada Sepeda
Motor Honda SupraX 125 Spesifikasi MP1**

Nama Mahasiswa : Andika Utama
NRP : 2107 100 111
Jurusan : Teknik Mesin FTI-ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Muhammad Nur Yuniarto

ABSTRAK

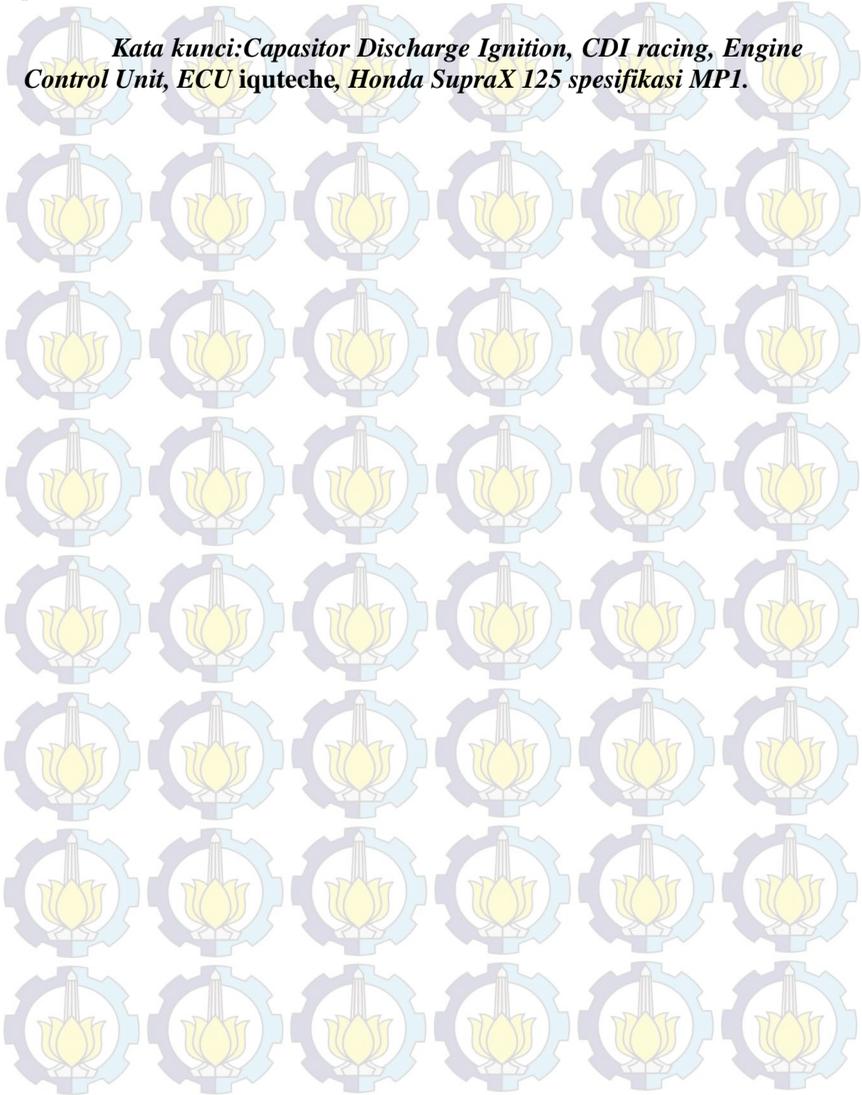
Salah satu komponen pendukung dalam sistem kelistrikan pada motor bakar bensin adalah CDI. Jenis CDI yang ditawarkan dalam dunia industri beragam jenis diantaranya jenis CDI racing dengan berbagai macam merk. Namun CDI dipasaran tidak memiliki kemampuan untuk dikontrol oleh ECU, karena sudah terdapat unit mikrokontrol yang mengatur sistem pengapiannya. Oleh karena itu perancangan CDI untuk menaikkan kinerja mesin perlu didukung dengan penggantian komponen pengapian. Berdasarkan keterangan di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan solusi agar didapatkan rancang bangun sistem elektronik modul pengapian untuk ECU.

Perancangan desain hardware CDI ini dilakukan dengan membandingkan unjuk kerja antara hardware CDI yang dikontrol oleh ECU iquteche pada motor Honda SupraX 125 spesifikasi MP1. Pengujian dilakukan menggunakan inertia dynamometer untuk memperoleh tenaga maksimum mesin pada tiap tingkatan kecepatan dan pengaturan kecepatan yang diinginkan dengan mengatur besarnya beban. Pada setiap perubahan putaran mesin (5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000 dan 12000 rpm) dilakukan pencatatan data dari putaran roller dynamometer yaitu torsi, daya dan rpm.

Hasil tugas akhir ini adalah mendapatkan desain hardware Capacitor Discharge Ignition yang dapat bekerja untuk mengoptimalkan performa putaran mesin dan daya yang maksimal pada Honda SupraX 125 spesifikasi MP1 pada putaran diatas 12000 RPM. Selain itu pengujian mendapatkan mapping pengapian yang sesuai terhadap putaran mesin dan pengaruh besarnya energi pengapian yang menyalakan busi, dimana angka perolehan daya tertinggi sebesar 15,0

hp pada putaran 9456 Rpm dan perolehan torsi sebesar 11,56 pada putaran 8836.

Kata kunci:Capasitor Discharge Ignition, CDI racing, Engine Control Unit, ECU iquiteche, Honda SupraX 125 spesifikasi MPI.



Designing CDI Module for ECU iquiteche And Performance Comparison Module CDI and TCI At Honda Motorcycle Specifications SupraX 125 MP1

Name : Andika Utama
NRP : 2107 100 111
Department : Teknik Mesin FTI-ITS
Lecturer : Dr. Muhammad Nur Yuniarto

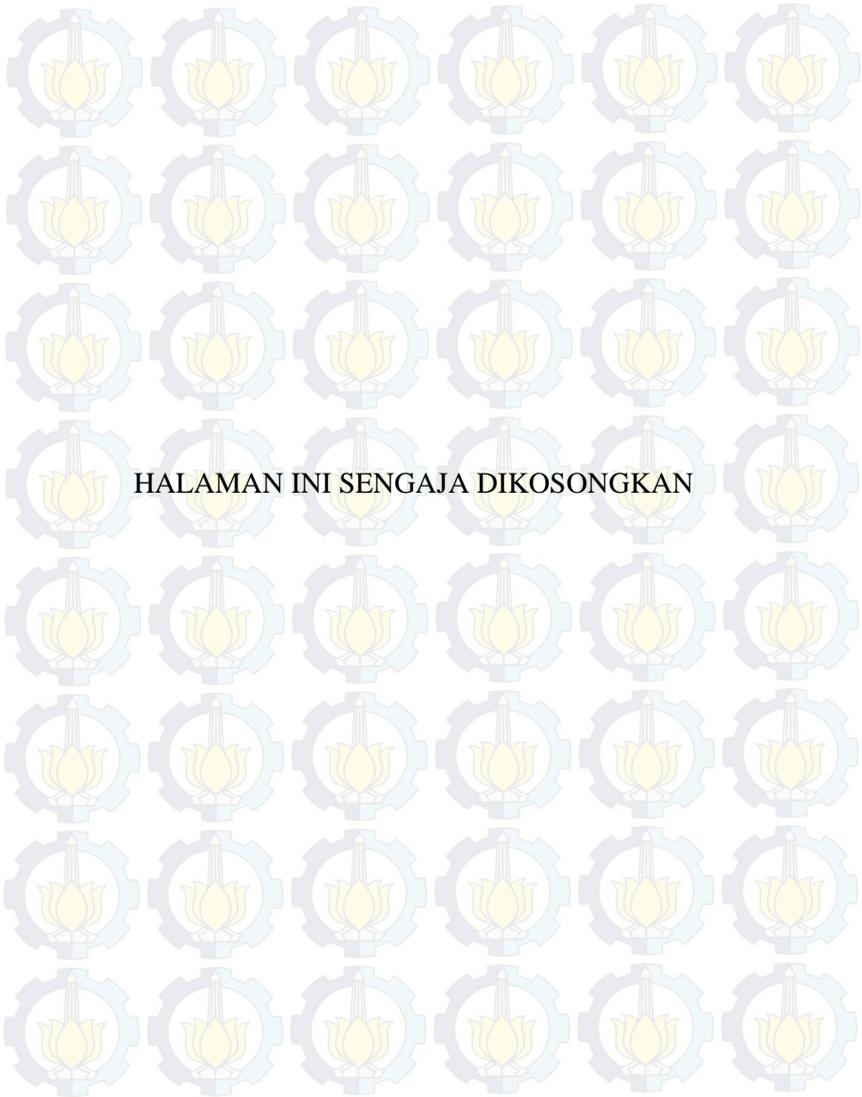
ABSTRACT

One of the supporting components in the electrical system of the motor gasoline is CDI. CDI types are offered in a variety of industry types including types of CDI racing with a variety of brands. But the market CDI does not have the ability to be controlled by the ECU, because there are units mikrokontrol governing ignition system. Therefore, the design of the CDI to raise the performance of the engine needs to be supported by replacement ignition components. Based on the above, it is necessary to study to get a solution in order to obtain design of electronic systems for ECU ignition module.

CDI hardware designing is done by comparing the performance of the CDI hardware that is controlled by the ECU iquiteche SupraX 125 Honda motor specifications MP1. Tests carried out using an inertia dynamometer to obtain maximum engine power at each level of speed and the desired speed setting by regulating the magnitude of the load. At each change of engine rotation (5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000 and 12000 rpm) is recording the data from round the roller dynamometer that torque, power and rpm.

The results of this thesis are getting Capacitor Discharge Ignition hardware design that can work round the engine to optimize performance and maximum power specifications on the Honda SupraX MP1 on lap 125 above 12000 RPM. Besides testing get ignition mapping corresponding to the engine rev and the influence of the amount of energy that ignites the spark plug ignition, where the highest number of power gain of 15.0 hp at 9456 rpm rotation and torque gains of 11.56 in the 8836 round.

Keywords: *Capacitor Discharge Ignition, racing CDI, Engine Control Unit, ECU iquiteche, Honda SupraX 125 specifications MP1.*



**Perancangan Modul CDI untuk ECU iquteche
Dan Komparasi Unjuk Kerja Modul CDI dan TCI
Pada Sepeda Motor Honda SupraX 125 Spesifikasi MP1**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Manufaktur
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh :

**ANDIKA UTAMA
NRP. 2107 100 111**

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

- 
1. **Dr. Muhammad Nur Yuniarto** (Pembimbing)
 2. **Dr.Eng. Sutikno, ST., MT.** (Penguji I)
 3. **M.Khoirul Effendi, ST, Msc.** (Penguji II)
 4. **Dr. Bambang Sudarmanta, ST., MT** (Penguji III)

**SURABAYA
JANUARI, 2014**

KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas berkah dan izin-Nya tugas akhir ini dapat terselesaikan. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Penulis sangat menyadari bahwa keberhasilan dalam penulisan tugas akhir ini tak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Melalui kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu dan mendukung baik secara moril maupun materil dalam proses penyelesaian tugas akhir ini, antara lain:

1. Bapak dan Ibu, Suhardi S.Pd, Dra. Sumijati, adikku Dwi Jayanti yang selalu menyemangati setiap waktu, serta nenek tercinta dan keluarga besar yang selalu terus memberikan doa dan dukungannya.
2. Bapak Dr. Muhammad Nur Yuniarto, selaku dosen pembimbing tugas akhir yang selalu memberikan saran, bahan, motivasi, dan ilmu-ilmu yang sangat bermanfaat bagi penulisan Tugas Akhir ini. Terima kasih atas kesabarannya selama membimbing penulis.
3. Bapak Dr.Eng. Sutikno, ST., MT., Bapak Dr. Bambang Sudarmanta, ST., MT, serta Bapak M.Khoirul Effendi, ST., Msc.Eng, selaku dosen penguji tugas akhir penulis, terima kasih atas saran-saran yang telah diberikan.
4. Seluruh dosen pengajar Jurusan Teknik Mesin ITS yang telah memberikan ilmu dan teladan selama penulis menempuh kuliah.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. I Made Londen Batan, ME selaku Dosen wali penulis, terima kasih atas kebaikan dan kesabaran bapak selama ini.
6. Mas Welly, Mas Galih, Mas Maxgisca, Saudara seperjuangan Fandy Ahmad, Mas Koprul, terima kasih atas ilmu, saran, dan

motivasi yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

7. Rekan satu tim tugas akhir penulis, Hudha Rencana Panjaitan Sakti Wengi (Jahrakal) yang selalu memberikan dukungan dan kerja sama dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Teman-teman penulis CeTe, Agus, Husain, Pentol, Grangsang, dan Tono, terima kasih atas cerita dan motivasinya yang selalu memberikan inspirasi dan semangat penulis untuk selalu menjadi lebih maju.
9. Karyawan Lab Workshop Otomasi Industri, mas Nur, mas Anam, mas Yuli terima kasih telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Seluruh civitas akademik dan karyawan jurusan Teknik Mesin ITS.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan oleh penulis.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini, oleh karena itu saran dan masukan dari semua pihak sangat penulis harapkan. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan sumbangsih bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Surabaya, Januari 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SIMBOL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. <i>Sistem Kerja Pengapian CDI</i>	5
2.2. <i>Capasitor Discharge Ignition</i>	6
2.3. <i>Transistor Coil Ignition</i>	9
2.4. Perbandingan Pengapian CDI dan TCI	11
2.5. Engine Control Unit	12
2.5.1 Engine Management System	12
2.5.2 Sistem Injeksi Bahan Bakar	13
2.5.3 Sistem Pengapian (<i>Ignition System</i>)	14
2.5.4 Waktu Pengapian	15
2.5.5 Unjuk Kerja	16
2.6. Pengujian yang telah dilakukan	17
2.7. Motor pembakaran dalam 4 langkah	19
2.8. Spesifikasi Mesin Roadrace MP1	20
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1. Diagram Alir	24
3.2. Tabel Rencana Pengujian	25

3.2.1 Pengujian pada CDI dan ECU	25
3.2.2 Pengujian pada TCI dan ECU	25
3.3. Rangkaian Circuit	25
3.4. Peralatan Dalam Pengujian Mesin	26
3.5. Pengujian Mesin	27
3.6. Pengujian Unjuk Kerja Mesin	27
3.7. Analisa Remapping Pengapian Dengan Membandingkan Desain CDI+ECU dan TCI	28
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	29
4.1. Analisa <i>Hardware</i>	29
4.2. Analisa Hardware Sistem Pengapian	30
4.2.1. Unit Catu Daya	30
4.2.2. Unit Input dan Output Transformator	31
4.2.3. Unit Output Pengapian	32
4.3. Analisa mendapatkan Mapping	33
4.4. Pembuatan <i>Hardware</i> CDI	37
4.4.1. <i>Hardware</i>	37
4.4.2. Alat dan Bahan	37
4.4.3. Langkah Pembuatan	37
4.5. Analisa menggunakan <i>Inertia Dynamometer</i>	38
BAB V PENUTUP	45
5.1. Kesimpulan	45
5.2. Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	51
RIWAYAT PENULIS	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Pengapian CDI (<i>www.laskar-suzuki.com</i>)	6
Gambar 2.2 Grafik bahan bakar sistem pengapian konvensional CDI (<i>Sigit, 2007</i>)	8
Gambar 2.3 Diagram sistem pengapian mesin v-twin 90°	10
Gambar 2.4 Perbandingan charging/discharge pengapian CDI dan TCI	11
Gambar 2.5 ECU prototype (<i>Welly, 2011</i>)	13
Gambar 2.6 bhp vs rpm (<i>Maxgisca Yunas, 2012</i>)	16
Gambar 2.7 bhp vs rpm (<i>Lukman Hasyim, 2011</i>)	16
Gambar 2.8 Grafik TCI ECU torsi dan daya vs rpm	17
Gambar 2.9 Grafik CDI ECU torsi dan daya vs rpm	18
Gambar 2.10 Siklus 4 tak (<i>Richard Bohuslav Kosik, 2000</i>)	19
Gambar 2.11 Siklus Otto (<i>Adhe Prihandana Gandajati, 2010</i>)	19
Gambar 3.1 Desain scematic inverter Circuit	25
Gambar 4.1 Blok diagram skematik ECU pada aplikasi motor Roadrace	29

Gambar 4.2 Blok diagram scematic modul pengapian yang dkontrol ECU	30
Gambar 4.3 Schematic Inverter	30
Gambar 4.4 <i>Signal Inverter</i> untuk pengapian	31
Gambar 4.5 Schematic unit transformator	32
Gambar 4.6 Schematic output pengapian dari ECU	33
Gambar 4.7 Tampilan Layar Pada <i>Iquteche</i> tuning manager	34
Gambar 4.8 Tampilan <i>Injection Set-up Manager</i>	35
Gambar 4.9 Tampilan <i>Timing Ignition Set-up Manager</i>	36
Gambar 4.10 Hasil hardware pada board pcb	37
Gambar 4.11 Grafik hasil uji Inersia <i>dynamometer</i> CDI+ECU	39
Gambar 4.12 Grafik hasil uji Inersia <i>dynamometer</i> TCI	39
Gambar 4.13 Grafik perbandingan (Torsi)	40
Gambar 4.14 Grafik perbandingan (Daya)	42
Gambar 5.1 Grafik hasil mapping <i>Advance ignition</i> ECU <i>iquteche</i>	46

DAFTAR SIMBOL

CDI	: Capacitor Discharge Ignition
ECU	: Engine Control Unit
EFI	: Electronic Fuel Injection
EGI	: Electronic Gasoline Injection
EPI	: Electronic Petrol Injection
PGM-FI	: Programmed Fuel Injection
MAP	: Manifold Absolute Pressure
TPS	: Throttle Position Sensor
TCI	: Transistor Coil Ignition
IAT	: Intake Air Temperature
ECT	: Engine Cooling Temperature
TDC	: Top Dead Center
Q _{cv}	: Perpindahan panas secara konveksi
Q _r	: Perpindahan panas secara radiasi
Q _{cn}	: Perpindahan panas secara konduksi
h _{c,g}	: Koefisien perpindahan panas gas didalam silinder
h _{c,c}	: Koefisien perpindahan panas gas diluar silinder (colant)
k	: Konduktifitas termal
T _g	: Temperatur gas didalam silender
T _{w,g}	: Temperatur dinding silinder dalam
T _{w,c}	: Temperatur dinding silinder luar (colant)
T _c	: Temperatur gas diluar silinder (colant)
T _w	: Tebal dinding silinder
BHP	: Daya Poros Efektif
T	: Torsi mesin (lbf.ft)
N	: Putaran poros (rpm)
X	: Faktor konversi



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil pengujian perhitungan daya efektif (hp) perhitungan konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang CO motor pada beban persneling 1(Adyana, 2009) 7

Tabel 2.2 Konsumsi bahan bakar pada mesin Toyota Corolla'K 3 dalam liter/jam (Sigit,2007) 7

Table 5.1 Setting Injeksi mapping CDI+ECU dan TCI *iquteche* 45

Tabel 5.2 Tabel mapping *Advance ignition* ECU *iquteche* 46

Tabel 5.3 Unjuk kerja CDI+ECU *Iquteche* vs TCI 47



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam melakukan proses pembakaran, mesin berbahan bakar bensin sangat bergantung pada sistem pengapian. Saat ini sistem pengapian telah bergeser dari model mekanik platina menjadi elektronik. Pada sistem mekanik, pengaturan waktu ini dilakukan oleh peranti bernama contact breaker atau platina. Saat platina bekerja, arus akan mengalir dan menuju kumparan primer koil, sehingga menciptakan medan magnet di sekitar kumparan sekunder. Begitu pula sebaliknya, arus listrik secara otomatis akan terputus. Peranti platina memiliki kelemahan utama pada titik kontak atau contact point. Ini karena pemutus arus mekanis yang akan aus bergantung lamanya pemakaian.

Perkembangan teknologi otomotif mulai berkembang pesat sejak ditemukannya CDI dan TCI sebagai sistem kontrol pengapian di mesin pembakaran dalam berbahan bakar bensin. Sistem pengapian elektronik ini masih mengadopsi prinsip kerja yang sama. Cuma bedanya platina diganti peranti elektronik. Pada sistem TCI, fungsi platina digantikan oleh pick-up coil berbasis transistor. Pulsa pengapian yang diciptakan alat ini dikirimkan ke modul pengapian dan dari modul ini sinyal elektronik dikirim ke koil. Hanya saja kelemahan TCI saat ini tidak mampu untuk membangkitkan putaran mesin tinggi, hanya bisa mencapai 10000 RPM untuk motor standard (<http://topans.wordpress.com>).

Karena pada sistem TCI waktu *charging* dan *discharge*-nya membutuhkan waktu yang lama, sehingga pada RPM tinggi suplai listrik ke coil TCI tidak cukup cepat. Sementara teknologi CDI memiliki cara kerja yang sedikit berbeda. Secara umum CDI merupakan alat yang mampu menghasilkan energi yang kuat dan stabil dalam setiap rentang putaran mesin. Pada CDI, kapasitor mampu men-*charging* dan men-*discharge* arus listrik secara singkat dibanding dengan Transistor Coil Ignition. Sehingga pada RPM tinggi kapasitor lebih baik dalam men-*discharge* energi

listrik untuk disuplai ke coil. Karena dalam setiap putaran mesin berapapun kapasitor lebih stabil dalam melepaskan energi listrik.

Satu-satunya cara yang dapat dilakukan untuk mencari solusi output yang optimal yaitu dengan memodifikasi ulang CDI sesuai dengan kebutuhan berdasarkan parameter yang dilengkapi oleh timing pengapian. Tegangan yang tinggi dapat menghasilkan energi yang besar sehingga daya yang dihasilkan cukup maksimal dan pastinya dapat bekerja pada rpm tinggi. Pengaturan timing pembakaran berfungsi agar pada putaran motor tinggi terjadi proses pembakaran yang cepat sehingga ledakan terjadi tepat saat piston berada pada TMA (Titik Mati Atas) dan pembakaran menjadi lebih optimal.

Untuk itu pada tugas akhir ini akan dilakukan rancang bangun sistem elektronik CDI yang bisa dikontrol oleh ECU *iquteche*. Hasil rancang bangun ini akan diimplementasikan pada motor balap (*road race*). Hasil tugas akhir ini diharapkan dapat meningkatkan performa mesin balap road racing dan bisa bekerja pada putaran mesin yang tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang ada dalam tugas akhir ini adalah bagaimana mendapatkan sistem elektronik CDI yang bisa dikontrol oleh ECU *iquteche* untuk meningkatkan unjuk kerja mesin balap terutama pada saat di putaran tinggi (diatas 12.000 rpm). Untuk mencapai performa tersebut dapat ditentukan perumusan masalahnya yaitu:

1. Bagaimana pengaruh putaran mesin dan daya maksimal CDI hasil rancang bangun di mesin Honda SupraX 125 spesifikasi MP1.
2. Bagaimana perbandingan CDI hasil rancang bangun yang dikontrol ECU *iquteche* dan TCI terhadap karakteristik putaran mesin dan daya maksimal mesin Honda SupraX 125 spesifikasi MP1.

1.3 Batasan Masalah

Untuk mempermudah dalam menyelesaikan tugas akhir ini, batasan masalah tersebut diantaranya adalah:

1. Mesin yang digunakan adalah mesin Honda SupraX 125 spesifikasi MP1
2. Pengujian kinerja menggunakan *inertia dynamometer*.
3. ECU menggunakan *iquteche*
4. Bahan bakar yang digunakan adalah pertamax plus
5. Emisi gas buang tidak dibahas

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari pembuatan alat ini adalah menyempurnakan kinerja pengapian pada motor (*racing*) :

1. Mendapatkan performa putaran mesin dan daya yang maksimal dari hasil rancang bangun modul pengapian yang dibuat.
2. Mendapatkan setting terbaik (pengapian dan injeksi) yang disesuaikan dengan kemampuan CDI hasil rancang bangun ini.

1.5 Manfaat Penulisan

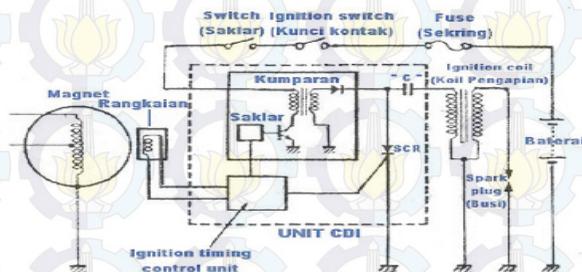
1. Dapat memberikan informasi kepada masyarakat luas tentang system pengapian dan system pemasukan bahan bakar kendaraan bermotor yang tepat.
2. Dapat meningkatkan performa mesin kendaraan balap injeksi dengan menggunakan CDI dan ECU *iquteche*.
3. Penelitian ini dapat di gunakan sebagai acuan dari penelitian yang lebih lanjut. Selain itu mahasiswa dapat menerapkan secara langsung ilmu pengetahuan yang didapatkan dari bangku perkuliahan, dimana diharapkan nantinya dapat bermanfaat bagi diri sendiri khususnya dan masyarakat pada umumnya.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Kerja Pengapian CDI

Sistem kerja pengapian CDI tegangan sumbernya berasal dari baterai (accu), baterai memberikan suplai tegangan 12V ke sebuah inverter (bagian dari unit CDI). Kemudian inverter akan menaikkan tegangan menjadi sekitar 350V. Tegangan 350V ini selanjutnya akan mengisi kapasitor. Kapasitor tidak akan melepas arus sebelum komponen yang bertugas menjadi pintu (SCR) bekerja. Bekerjanya SCR apabila telah mendapatkan sinyal pulsa dari kumparan/pulser CDI (Pulse generator) yang menandakan saatnya pengapian.



Gambar2.1 Skema Pengapian CDI (www.laskar-suzuki.com)

Dengan berfungsinya SCR tersebut, menyebabkan kapasitor melepaskan arus (discharge) dengan cepat. Kemudian arus mengalir ke kumparan primer koil pengapian dengan tegangan 100-400 volt, kemudian terjadi induksi dalam kumparan sekunder dengan tegangan sebesar 15 KV sampai 20 KV. Tegangan tinggi tersebut selanjutnya mengalir ke busi dalam bentuk loncatan bunga api yang akan membakar campuran bensin dan udara dalam ruang bakar. Pemajuan saat pengapian terjadi secara otomatis yaitu saat pengapian dimajukan bersama dengan

bertambahnya tegangan pulser (pulse generator) akibat kecepatan putaran mesin motor.

2.2 *Capasitor Discharge Ignition*

Capasitor Discharge Ignition, yaitu sistem pengapian yang bekerja berdasarkan pembuangan muatan kapasitor. Konsep kerja sistem pengapian CDI berbeda dengan sistem pengapian penyimpan induktif (inductive storage system). Pada sistem CDI, koil masih digunakan tetapi fungsinya hanya sebagai transformator tegangan tinggi, tidak untuk menyimpan energi. Sebagai pengganti, sebuah kapasitor digunakan sebagai penyimpan energi. Dalam sistem ini kapasitor diisi (charged) dengan tegangan tinggi sekitar 300 V sampai 500 V, dan pada saat sistem bekerja (triggered), kapasitor tersebut membuang (discharge) energinya ke kumparan primer koil pengapian. Koil tersebut menaikkan tegangan (dari pembuangan muatan kapasitor) menjadi tegangan yang lebih tinggi pada kumparan sekunder untuk menghasilkan percikan api pada busi. Saat bekerja, kapasitor dalam sistem pengapian ini secara periodik diisi oleh bagian pengisi (charging device) dan kemudian muatannya dibuang ke kumparan primer koil untuk menghasilkan tegangan tinggi

Adnyana (2009) menyatakan bahwa untuk meningkatkan kinerja mesindapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode salah satunya dengan modifikasi sistim pengapian, dari sistem platina diganti dengan kapasitor. Perbaikan sistim pengapian telah diuji dengan meningkatkan kecepatan dan beban pada keadaan stasioner. Hasil menunjukkan bahwa:

Tabel 2.1 Hasil pengujian perhitungan daya efektif (hp),
perhitungan konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang CO
motor pada beban persneling 1

(Adnyana, 2009).

Putaran Mesin (Rpm)	Daya Efektif (hp)		Sfc (Kg/Hp-jam)		Persentase gas buang CO	
	Dengan sistem platina	Dengan sistem kapasitor	Dengan sistem platina	Dengan sistem kapasitor	Dengan sistem platina	Dengan sistem kapasitor
1000	0.00663	0.00670	243.3	196.5	9.01	6.5
	0.00660	0.00673	248.8	186.2	9	6.53
	0.00664	0.00676	238.3	182.2	9.05	6.51
	0.00448	0.00708	36.1	30.1	8.79	6.21
1500	0.00433	0.00485	37.7	31.1	8.87	6.19
	0.00439	0.00515	37.4	29.8	8.88	6.22
	0.00642	0.00719	28.6	23.5	8.86	6.26
	0.00616	0.00737	30.3	23.4	8.89	6.23
2000	0.00623	0.00745	30.3	23.4	8.91	6.23
	0.01013	0.01237	20.8	15.3	8.54	6.16
	0.01057	0.01159	20.0	16.7	8.26	6.2
	0.01037	0.01202	20.7	16.8	8.4	6.14
3000	0.02300	0.02170	11.4	8.1	7.34	5.23
	0.02730	0.02801	11.0	7.9	7.72	5.21
	0.02303	0.02559	10.8	8.2	7.85	5.3

1. Penggunaan sistem pengapian dengan kapasitor mampu meningkatkan torsi dan daya efektif motor.
2. Penggunaan sistem pengapian dengan kapasitor mampu menurunkan konsumsi bahan bakar motor. Terjadi sedikit peningkatan konsumsi bahan bakar spesifik apabila pemakaian pada putaran rendah, namun berkurang seiring dengan peningkatan putaran motor.
3. Penggunaan sistem pengapian dengan kapasitor mampu menurunkan emisi gas buang CO seiring dengan peningkatan putaran motor.

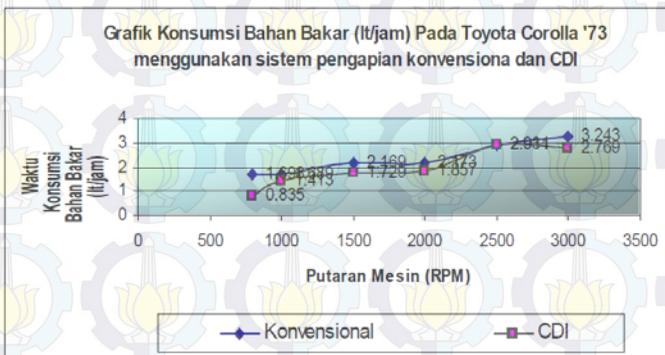
Sigit (2007), percobaan secara langsung tentang pengukuran konsumsi bahan bakar antara sistem pengapian konvensional dan sistem pengapian CDI pada mobil Toyota corolla K3 kondisi standar menggunakan pengapian konvensional. Variabel kontrol dalam penelitian ini yaitu putaran mesin, sudut pengapian dan dikontrol pada kondisi yang sama. Data hasil perbedaan konsumsi bahan bakar antara sistem pengapian konvensional dan sistem pengapian CDI didalam tabel berikut ini:

Tabel 2.2 Konsumsi Bahan Bakar Pada Mesin Toyota Corolla'K 3 dalam liter/ jam (Sigit, 2007)

Putaran Mesin (RPM)	Sistem pengapian konvensional	Sistem Pengapian CDI
800	1.698	0.835
1000	1.689	1.413
1500	2.169	1.729
2000	2.13	1.857
2500	2.931	2.914
3000	3.243	2.769

Sumber primer (hasil penelitian tanggal 17-18 desember 2005)

Lamanya konsumsi bahan bakar diatas, dapat memberikan gambaran bahwa konsumsi bahan bakar antara sistem pengapian (konvensional dan CDI) terjadi perbedaan pada setiap variasi putaran mesin. Perbedaan konsumsi bahan bakar antara sistem pengapian (konvensional dan CDI) tersebut dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 2.2 Grafik bahan bakar menggunakan sistem pengapian konvensional dan CDI (Sigit, 2007)

Data eksperimen menunjukkan bahwa tiap-tiap variasi putaran mesin terdapat perbedaan konsumsi bahan bakar antara sistem pengapian (konvensional dan CDI). Sehingga didapat kesimpulan :

1. Putaran mesin sangat mempengaruhi pemakaian bahan bakar.
2. Pada sistem pengapian CDI pengapian menjadi sempurna yang mengakibatkan pembakaran sempurna.
3. Setelah dilakukan pengujian ternyata pada mesin yang dipasang system pengapian CDI lebih hemat dibanding

dengan sistem pengapian konvensional.

(www.jurnal.unimus.ac.id)

Afiatno (2007), membandingkan CDI mikrokontroler AT89S51 dengan CDI standart, data yang diambil adalah pemakaian bahan bakar dan timing yang terjadi. Konsumsi Bahan bakar CDI standart masih lebih baik dari pada konsumsi bahan bakar CDI mikrokontroler. Karena CDI mikrokontroler sering mengalami

Hang yang menyebabkan ada tidaknya pengapian yang terjadi. Selain itu, CDI mikrokontroler terkadang mati karena disebabkan adanya induksi balik dari kumparan sekunder, sehingga ground atau pertanahan yang digunakan kurang sempurna. (www.docstoc.com)

Menurut Wardan (1989) sistem penyalan (pengapian) adalah suatu sistem pada motor bakar yang menjamin motor dapat bekerja. Untuk sistem penyalan campuran udara dan bahan bakar diperlukan syarat-syarat bunga api yang kuat, saat pengapian yang tepat dan ketahanan yang cukup.

Rusmen dan Mulyani (2005) CDI merupakan sistem pengapian pada kendaraan bermotor (misalnya motor) yang memegang peranan penting dalam menentukan kinerja mesin.

2.3 Transistor Coil Ignition

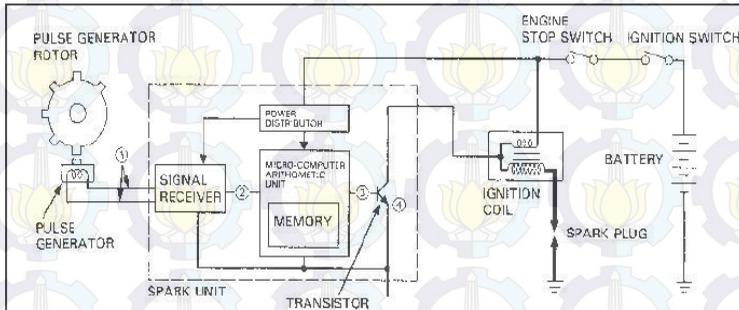
Sistem ini mengontrol waktu pengapian (ignition timing) dengan sebuah mikrokomputer (ecu) yang berada dalam spark unit dan mengkalkulasi waktu pengapian yang ideal pada semua kecepatan mesin.

Unit Kontrol terdiri dari :

- Unit penerima sinyal, yang memproses sinyal pulsa dari pembangkit pulsa.
- Sebuah mikrokomputer, yang memiliki memori dan unit pengkalkulasi.

Rotor yang menghasilkan pulsa memiliki semacam tonjolan (reluctor) yang diletakkan pada jarak yang tak beraturan. Kapan saja reluctor ini melewati generator pulsa, maka suatu

pulsa akan dikirim menuju spark unit. Jumlah dan sudut antar reluktor berbeda tergantung jumlah silinder dan penempatannya.



Gambar 2.3 Diagram sistem pengapian mesin v-twin 90°

Langkah-langkah pengapian :

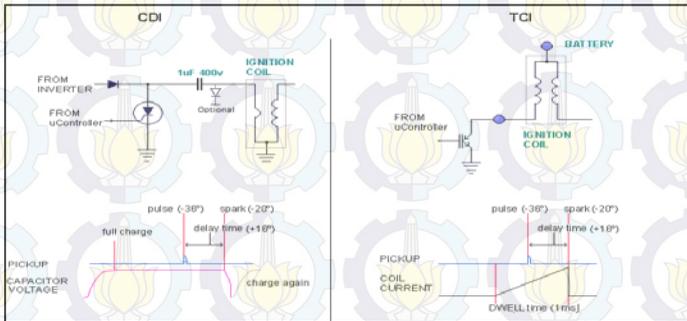
1. Setelah mesin dihidupkan, sebuah sinyal pulsa dikirim dari generator pulsa ke spark unit.
2. Unit penerima sinyal mengkonversi sinyal pulsa menjadi sinyal digital yang dimasukkan ke mikrokomputer.
3. Setelah sinyal digital diterima mikrokomputer, ia memproses pula sudut dari crankshaft dan kecepatan mesin. Kemudian mikrokomputer membaca informasi (map) mengenai waktu pengapian, yang berada di memori, lalu menentukan berapa timing yang tepat. Kemudian mikrokomputer mengirim arus ke kaki Basis dari transistor.
4. Dengan mengalirnya arus basis dari mikrokomputer ke transistor, transistor menyala dan berfungsi sebagai saklar elektronis yang meg-ON-kan rangkaian busi.

2.4 Perbandingan Pengapian CDI dan TCI

Pada sistem pengapian motor saat ini terdiri dari dua jenis yaitu : Capacitor Discharge Ignition) dan Transistor Controlled Ignition (TCI). CDI pada prinsipnya sistem pengapian yang menggunakan kapasitor sebagai trigger supaya koil memproduksi

tegangan tinggi dan diteruskan ke busi. Kemudian TCI menggunakan transistor sebagai triggernya. Baik CDI maupun TCI mempunyai karakteristik sendiri-sendiri, karakter tersebut yang menimbulkan kelebihan dan kekurangan masing-masing sistem. Voltase busi hanya sampai 20.000V pada sistem pengapian TCI, sementara CDI mampu menghasilkan 35.000V-50.000V. Untuk masalah tegangan tinggi ternyata CDI mempunyai kelebihan dalam mentransfer tegangan tinggi ke busi, hasil yang dikeluarkan CDI lebih besar daripada sistem TCI.

Selain itu CDI lebih unggul dalam masalah waktu pengapian, dimana sistem CDI mempunyai delay waktu pengapian lebih singkat daripada TCI. Jadi waktu pengapian akan lebih lambat dari waktu pengapian oleh pulser. Ini sudah sifat dari masing-masing sistem pengapian tersebut. Perbedaannya lagi adalah pada coilnya, untuk koil TCI mempunyai hambatan yang lebih besar dari koil CDI



Gambar 2.4 Perbandingan charging/discharge pengapian CDI dan TCI

Jadi bisa dilihat bahwa kemungkinan api busi yang dipercikkan akan lebih besar daripada sistem TCI. CDI lebih unggul dalam masalah waktu pengapian, dimana sistem CDI mempunyai delay waktu pengapian lebih singkat daripada TCI. jadi waktu pengapian akan lebih lambat dari waktu pengapian oleh pulser. Ini sudah sifat dari masing-masing sistem pengapian tersebut. Perbedaannya lagi adalah pada coilnya, untuk koil TCI

mempunyai hambatan yang lebih besar dari koil CDI. Berangkat dari itu jadi sebaiknya koil tidak saling tukar. Misal koil sistem TCI dipasang ke CDI maupun sebaliknya, karena akan merusak sistem pengapianya.

(<http://bahasotomotif.com/2013/05/perbedaan-sistem-pengapian-cdi-dan-tci>)

2.5 Engine Control Unit

2.5.1 Engine Management System

Alexey A. Shabelnikov (2007) mengembangkan proyek SECU-3 sebagai ECU open source. SECU-3 adalah ECU yang digunakan untuk engine karburator yang menitik beratkan pada kontrol pengapian dan monitoring kerja engine. SECU-3 dirancang untuk digunakan pada mesin empat-stroke atau diaplikasikan pada silinder engine bersilinder banyak. SECU-3 menggunakan pengapian statis sinkron dengan kumparan ganda, sistem ini disebut sistem pengapian dengan *waste spark*.

Welly Yulli (2011) membuat ECU dengan *microcontroller* ATmega 128 yang digunakan untuk mengontrol engine PEX dan Engine honda revo yang digunakan untuk mengikuti lomba Shell Eco Marathon. *Hardware* yang dibuat mengacu pada perancangan Michel Krinsten yang menggunakan *microcontroller* AVR ATmega128 8-bit dengan speed 16 MHz pada ECU VEMS.



Gambar 2.5 ECU prototype (Welly, 2011)

Michael Kristensen (2003) membuat EMS dengan *microcontroller* ATmega128. *Firmware*-nya mengkode ulang dari *firmware* Megasquirt dan menerapkannya pada *microcontroller* ATmega128. Semua rangkaian input dan output mirip dengan Megasquirt. Tuning manager menggunakan Mega Tune yang dimodifikasi sehingga dapat terhubung dengan ATmega128. EMS yang dikembangkan memiliki rangkaian input dan output yang sederhana dan belum memiliki sistem kontrol untuk pengapian.

2.5.2 Sistem Injeksi Bahan Bakar

Sistem injeksi elektronik atau *Electronic Fuel Injection* (EFI) adalah sistem injeksi bahan bakar yang volume dan waktu penyemprotannya dilakukan secara elektronik (terkontrol). Penggantian sistem bahan bakar konvensional (karburator) ke sistem EFI dimaksudkan agar dapat meningkatkan unjuk kerja mesin dan pemakaian bahan bakar yang ekonomis.

Secara umum, konstruksi sistem EFI dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu;

- a) Sistem bahan bakar (fuel system), berfungsi untuk menyimpan, membersihkan, menyalurkan dan menginjeksikan bahan bakar ke ruang bakar.
- b) Sistem kontrol elektronik (*electronic control system*)
Sistem ini terdiri dari *throttle position sensor* (TPS), *intake air temperature sensor* (IATS), *coolant temperature sensor*, *Manifold air pressure* (MAP), *Crank Position Sensor*, dan ECU (*electronic control unit*).
- c) Sistem induksi atau sistem pemasukan udara (*air induction system*), sistem ini berfungsi untuk

menyalurkan sejumlah udara yang diperlukan untuk pembakaran dalam ruang bakar.

2.5.3 Sistem Pengapian (Ignition System)

Motor pembakaran dalam (internal combustion engine) menghasilkan tenaga dengan membakar campuran udara dan bahan bakar di dalam silinder. Pada motor bensin, loncatan bunga api pada busi diperlukan untuk menyalakan campuran udara bahan bakar yang telah dikompresikan oleh torak di dalam silinder. Sedangkan pada motor diesel udara dikompresikan dengan tekanan yang tinggi menjadi sangat panas, dan bila bahan bakar disemprotkan ke dalam silinder, akan terbakar secara serentak. Karena pada motor bensin proses pembakaran di mulai oleh loncatan api tegangan tinggi yang dihasilkan oleh busi, beberapa metode diperlukan untuk menghasilkan arus tegangan tinggi yang diperlukan.

Sistem pengapian pada auto mobil berfungsi untuk menaikkan tegangan baterai menjadi 10 KV atau lebih dengan mempergunakan ignition coil dan kemudian membagikan tegangan tinggi tersebut ke masing-masing busi melalui distributor dan kabel tegangan tinggi. Pada motor bensin, campuran udara dan bahan bakar yang dikompresikan didalam silinder harus dibakar untuk menghasilkan tenaga, sistem pengapian berfungsi untuk membakar campuran udara dan bensin didalam ruang bakar pada akhir langkah kompresi. Sistem pengapian yang digunakan adalah pengapian listrik, dimana untuk menghasilkan percikan api digunakan tenaga listrik sebagai pemercik api.

2.5.4 Waktu Pengapian

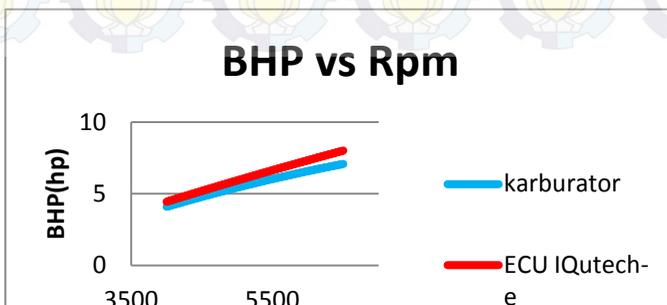
Pembakaran di dalam silinder kendaraan akan menentukan besarnya daya. Pada motor bensin, penyalaan campuran bahan bakar dan udara yang ada di dalam silinder

dilakukan oleh sistem pengapian, yaitu dengan adanya loncatan bunga api pada busi. Terjadinya loncatan api ini sekitar beberapa derajat sebelum TMA (titik mati atas) piston, pada saat akhir langkah kompresi terjadi, dimana campuran udara dan bahan bakar sudah menjadi kabut.

Arends & Berenscot (1994), bila pengapian terlalu maju, maka gas sisa yang belum terbakar, terpengaruh oleh pembakaran yang masih berlangsung dan pemampatan yang masih berjalan, akan terbakar sendiri. Hal ini akan menjadikan kerugian. Sedangkan bila pengapian terlambat, detonasi berkurang, akan tetapi berarti juga menurunnya daya. Apabila pengapian terlambat, ruang di atas piston pada akhir pembakaran sudah membesar, bahwa sebagian kecil dari kalor berubah menjadi tekanan. Akibatnya sisa kalor dalam jumlah besar tertinggal dalam motor. Bukan hanya disebabkan oleh pembebanan termis dari beberapa bagian motor, seperti katup terlalu panas, tetapi disebabkan oleh suhu yang tinggi akan terlampaui batas terbakar sendiri.

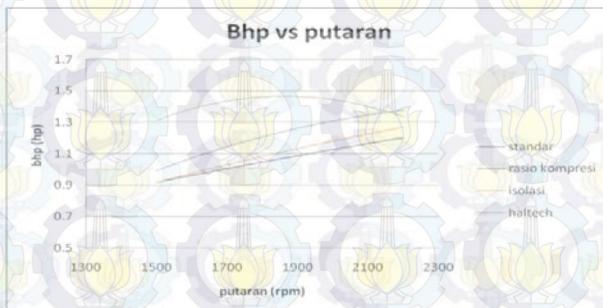
Untuk kebutuhan balap agar mesin dapat mencapai putaran yang maksimal di butuhkan mapping pengapian yang sesuai terhadap putaran mesin di karenakan semakin cepat putaran mesin akan semakin cepat pula waktu terjadinya siklus kompresi pada mesin, untuk mendapatkan pembakaran yang sempurna maka dibutuhkan pengapian yg di percepat pada mesin pada saat putaran tinggi.

2.5.5 Unjuk Kerja



Gambar 2.6 bhp vs rpm (*Maxgisca Yunas, 2012*)

Maxgisca Yunas (2012), menggunakan ECU *Iquteche* analisa unjuk kerja torsi, analisa daya dan konsumsi bahan bakar. Dari analisa daya didapat daya maksimum yang dihasilkan oleh ECU *iquteche* sebesar 6.8 hp pada putaran engine 6500 rpm. Sedangkan daya maksimum yang dihasilkan oleh karburator hanya sebesar 6.5 hp terjadi pada putaran 6500 rpm.



Gambar 2.7 bhp vs rpm (*Lukman Hasyim, 2011*)

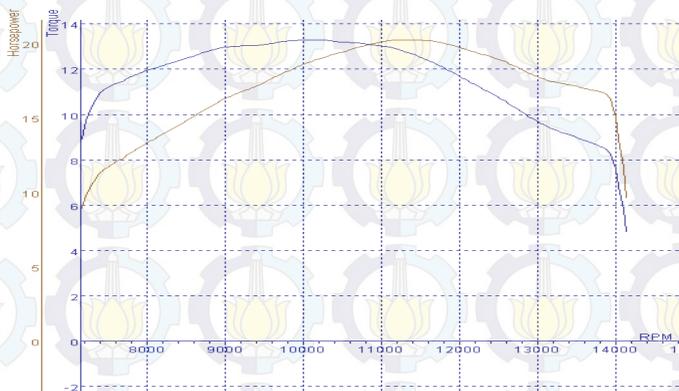
Lukman Hasyim (2011), menggunakan ECU *Iquteche* dan karburator menyatakan bahwa mesin PEX dengan menggunakan ECU *IQutech-e* dapat meningkatkan daya mesin hingga 0.2HP dari pada menggunakan system karburator pada mesin PEX.

Aep Saepudin (2005), Telah melakukan pengujian pengaruh putaran terhadap sudut penyalaan pada motor bakar satu silinder dengan kapasitas 499,6 cc. Untuk mendapatkan daya

maksimum kenaikan putaran 2000 rpm ke 3200 rpm, maka sudut penyalaan dari motor harus dimajukan dari 4° BTDC ke 14° BTDC.

A. H. Kakaee, M. H. Shojaeefard, and J. Zareei(2011) dari Iran University of Science and Technology meneliti performa *engine* dengan mengatur sudut pengapian. Melalui variasi sudut pengapian mendapatkan daya, torsi maksimal pada sudut 31° BTDC pada 3400 rpm.

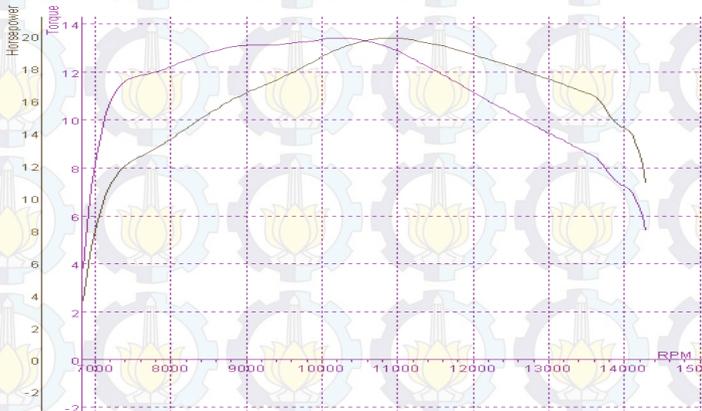
2.6 Pengujian Yang Telah Dilakukan



Gambar 2.8 Grafik TCI ECU torsi dan daya vs rpm

Dari grafik TCI ECU torsi fungsi putaran, terlihat adanya tren kenaikan torsi mulai dari putaran rendah hingga mencapai putaran maksimum. Pada gambar 2.9 menunjukkan bahwa torsi maksimum yang dihasilkan oleh *ECU iquitech* sebesar 13,30 N.m terjadi pada putaran engine 10120 rpm. Sementara itu dari grafik daya vs putaran, terlihat adanya tren kenaikan daya mulai dari putaran rendah hingga mencapai putaran maksimum. Pada analisa daya menunjukkan bahwa daya maksimum 20,3 N.m yang terjadi pada putaran 11363 rpm. Secara teoritis, ketika putaran mesin meningkat, maka daya motor juga akan meningkat karena daya merupakan perkalian antara torsi dengan putaran poros.

Hal ini dikarenakan semakin tinggi putaran engine, maka aliran yang masuk ke ruang bakar akan semakin tinggi yang menyebabkan pencampuran udara dengan bahan bakar semakin baik serta perambatan api juga semakin cepat sehingga torsi akan meningkat.



Gambar 2.9 Grafik CDI ECU torsi dan daya vs rpm

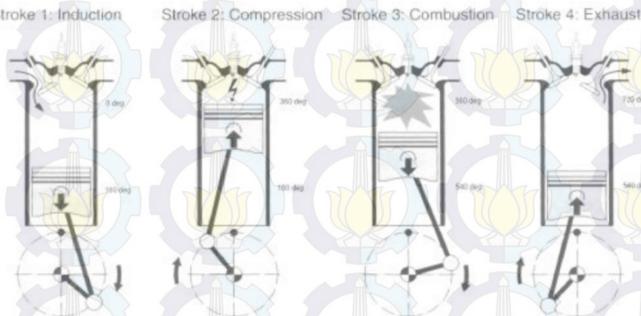
Pada gambar 2.10 CDI ECU menunjukkan bahwa torsi maksimum yang dihasilkan oleh *ECU iquteche* sebesar 13,42 N.m terjadi pada putaran engine 10227 rpm. Sementara itu dari grafik daya vs putaran, terlihat adanya tren kenaikan daya mulai dari putaran rendah hingga putaran maksimum. Pada analisa diatas menunjukkan bahwa daya maksimum yang terjadi 19,9 N.m dan terjadi pada putaran 10919 rpm.

Dari kesimpulan pengujian yang telah di lakukan bawasannya pengujian TCI dan ECU lebih menghasilkan daya dan putaran yang lebih tinggi dibanding pengujian pada CDI dan ECU.

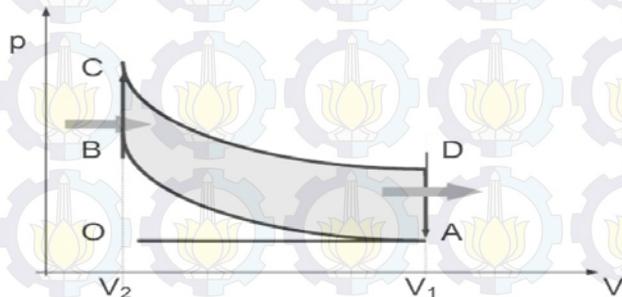
Namun dalam hasil penelitian tugas akhir yang nantinya saya lakukan diharapkan dapat meningkatkan performa mesin balap road racing dan bisa bekerja pada putaran mesin yang tinggi.

2.7 Motor pembakaran dalam Empat Langkah

Motor bakar empat langkah memerlukan empat kali gerakan piston naik turun atau dua kali putaran poros engkol atau 720° untuk mendapatkan sekali langkah tenaga. Adapun Siklus mesin empat langkah atau siklus Otto yang dijelaskan sebagai berikut :



Gambar 2.10 siklus 4 tak (*Richard Bohuslav Kosik, 2000*)



Gambar 2.11 Siklus Otto (*Adhe Prihandana Gandajati, 2010*)

Proses termodinamika yang terjadi pada mesin bensin 4 langkah adalah siklus Otto.

- Proses O-A, udara dihisap masuk ke dalam *silinder volume* berubah dari V_2 menjadi V_1 .
- Proses A-B, gas dikompresi dari V_1 ke V_2 tekanan naik dari P_A menjadi P_B .

Tugas Akhir Teknik Produksi

- Proses B-C, terjadi proses pembakaran (dari percikan api busi). Pada proses ini *volume* dijaga konstan, sehingga tekanan dan *temperature* naik.
- Proses C-D, gas berekspansi secara *adiabatic*, melakukan kerja.
- Proses D-A, kalor dilepas dan tekanan turun pada *volume* konstan.
- Proses A-O, akhir proses gas sisa dikeluarkan.

2.8 Spesifikasi Mesin Roadrace MP1

Spesifikasi dari mesin antara tim roadrace ini secara garis besar tidak sama antara peserta yang satu dengan yang lain di karenakan perbedaan diantara pemikiran dan kreativitas dari mekanik motor juga karakteristik dari pembalap motor yang mengendarakannya akan tetapi untuk membatasi terjadinya perubahan, juga untuk menjaga aspek keamanan berkendara agar tidak terjadi over modifikasi yang menjadikan faktor keamanan yang nantinya di nomor kedukaan maka dari pihak IMI (Ikatan Motor Indonesia) membuat regulasi untuk jenis lomba ini.

Berikut ini adalah regulasi yang di keluarkan IMI untuk lomba balap motor 125cc 4 langkah tune up seeded (MP1)

1. Mesin produksi/rakitan negara Asia
2. Mesin produksi lain (misalnya Eropa).harus sudah memperoleh homologasi dari negara-negara Asia
3. Mesin sepeda motor 4 langkah dengan kapasitas silinder 99cc s/d 130cc
4. Mesin type horizontal lay-out engine (silinder horizontal),dengan kemiringan silinder maksimal 45 derajat diukur dari sumbu horizontal (sejajar tanah)
5. Komponen-komponen/bagian-bagian tersebut di bawah ini tidak boleh di ganti
 - a. Type mesin
 - b. Jumlah silinder (satu)
 - c. Bahan,bentuk dan posisi pemasangan silinder termasuk "sleeve" dan "liner",pada silinder(head),crankcase

- d. Ukuran/panjang langkah crankshaft/torak/conroad
6. Klep
 - a. Jumlah klep harus sama dengan aslinya
 - b. Diameter maksimum klep (inlet calve) :31mm
 - c. Pegas klep boleh di ganti
 - d. Mekanisme system penggerak klep harus sesuai dengan aslinya (rockerarm atau direct / shim under bucket)
7. Permukaan ruang bakar boleh di perluas atau di bubut
8. Cam-shaft bebas di modifikasi,tapi jumlah cam-shaft harus sesuai asli (SOHC atau DOHC)
9. System kopling harus di ubah menjadi manual.dilarang menggunakan kopling type kering
10. Piston
 - a. Piston boleh di ganti asalkan tidak dengan piston khusus racing
 - b. Piston yang di gunakan harus sekurang-kurangnya memiliki 2 alur ring kompresi dan satu alur ring pelumas.kedalaman dan kelebaran alur sekurang-kurangnya 1 mm
 - c. Piston pengganti tersebut boleh di lapisi (coating)
11. Saringan udara berikut kotaknya boleh di ganti atau bahkan di lepas
12. Komponen mesin lainnya harus asli,tapi boleh di modifikasi
13. Karburator
 - a. Jumlah karburator harus sesuai dengan aslinya
 - b. Karburator boleh di ganti,tetapi diameter”inlet air passage” tidak lebih besar dari 28 mm
 - c. Penyetelan karburator bebas,sepanjang masih dalam batas ukuran “removal jets”,needles dan katup gas
 - d. Intake manifold boleh di modifikasi untuk menyesuaikan dengan karburator yang di pakai
14. Knalpot boleh di ganti tetapi tetap di lengkapi dengan peredam suara,dan knalpot harus memenuhi ketentuan sebagai berikut

Tugas Akhir Teknik Produksi

- a. Ujung belakang knalpot tidak melampaui garis singgung ban belakang yang tegak lurus dengan tanah kecuali aslinya tidak demikian
- b. Asap buangan harus mengarah ke belakang sedemikian rupa sehingga tidak menerbangkan debu, merusak ban atau rem dan mengganggu pembalap lain
15. Transmisi.kopling,dan crankshaft
 - a. Jumlah gigi maksimum 5 tingkat,jika jumlah gigi bawaan/aslinya” melebihi batas maksimum tersebut di atas,maka salah satu gigi tersebut harus di non aktifkan
 - b. Pemilihan gigi yang di non aktifkan di serahkan kepada pembalap yang bersangkutan
 - c. Pegas kopling dan kampas kopling boleh di ganti
 - d. Crankshaft boleh di ubah,tetapi tidak boleh di ganti.kecuali dari merk dan varian yang sama
 - e. Flywheel yang terpasang pada crankshaft boleh di ubah,bahkan di ganti
16. Connecting rod boleh di ganti tetapi dengan ukuran yang sama panjang
17. Seluruh perangkat pengapian bebas di rubah maupun di ganti
18. Busi bebas di ganti tetapi jumlah busi harus sama sesuai aslinya
19. Saluran pernafasan mesin harus berakhir pada suatu kotak/tangki pembuangan dengan kapasitas minimal 250cc
20. Untuk motor yang di lengkapi dengan injeksi bahan bakar,diameter pada throttle body tidak lebih besar dari 28 mm

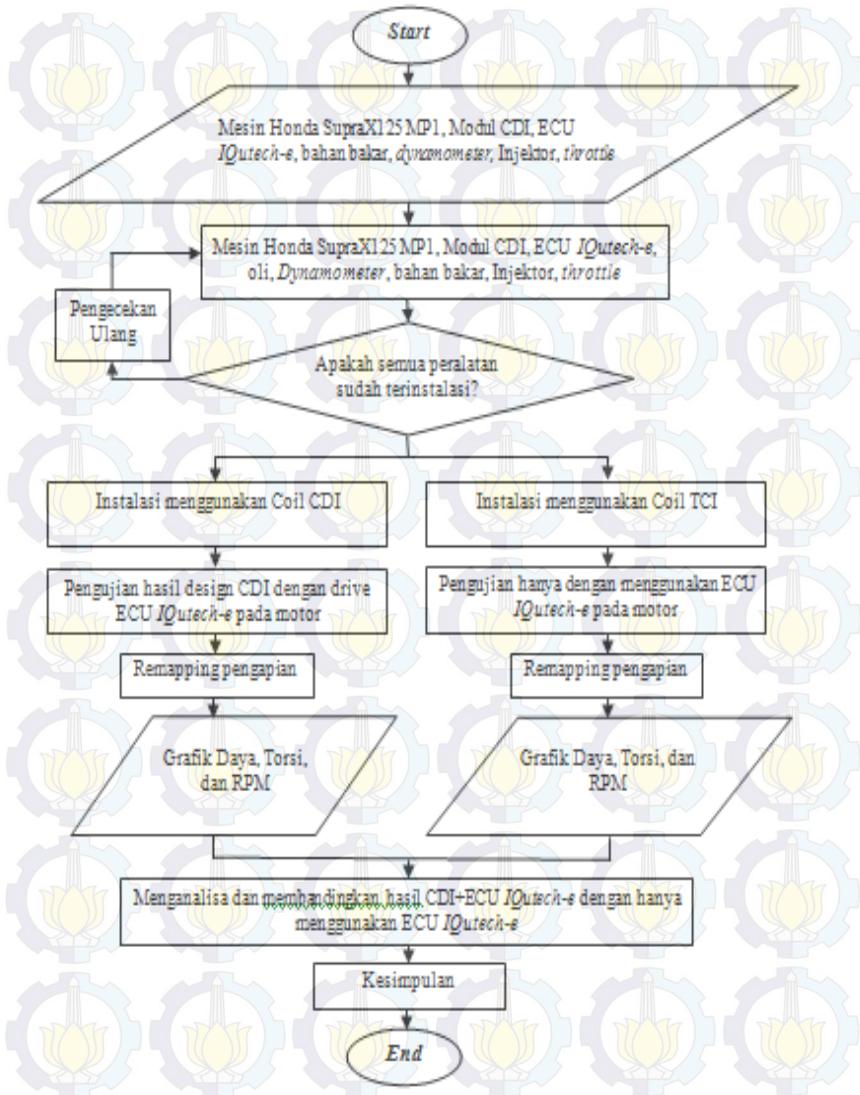
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian Tugas Akhir rancang bangun sistem elektronik CDI yang bisa dikontrol oleh ECU *iquteche* terhadap karakteristik mesin Honda SupraX 125 spesifikasi MP1 ini dilakukan dengan membuat rancangan eksperimen terlebih dahulu, sehingga variabel-variabel yang berpengaruh terhadap karakteristik mesin Honda SupraX 125 spesifikasi MP1 dapat diketahui. Pengujian rancangan desain eksperimen ini bertujuan mendapatkan mapping pengapian yang sesuai terhadap putaran mesin dan pengaruh besarnya energi pengapian yang menyalakan busi, dan mendapatkan hasil pengujian kinerja CDI dengan drive ECU *IQutech-e* dan TCI yang sesuai dengan karakteristik mesin yang di uji.

Langkah dalam merancang eksperimen dari penelitian ini dapat dilihat pada Diagram Alir dan Diagram Uji berikut:

3.1 Diagram Alir



Mosfets IRFZ44 yang terhubung pada gulungan pertama transformator primer tegangan 12V begitu juga pada trafo gulungan primer kedua, bagian kedua transformator primer juga memiliki 12V. Pada resistor 10W yang dirangkai secara seri dengan MOSFET bertujuan untuk memperlambat kecepatan switching dan mengurangi gangguan yang seharusnya dapat diinduksi ke dalam sistem kelistrikan kendaraan.

Kapasitor bermuatan 1000 μ F pada input 12V bertujuan meningkatkan tegangan yang digunakan untuk memberikan pasokan listrik ke transformator, sehingga pasokan 12V penuh dikirim ke trafo pada jumlah yang lebih tinggi. Kapasitor kedua 1,5J250 pada output transformator bertujuan untuk meningkatkan tegangan yang diberikan ke coil kendaraan dan dipasang dioda kecepatan tinggi 2 ampere dan 3,5 ampere agar dapat menghasilkan tegangan 300V.

3.4 Peralatan Dalam Pengujian Mesin

Pada penelitian yang dilakukan, peralatan uji yang dipergunakan adalah sebagai berikut:

- Mesin : HONDA, SupraX 125
- Tipe : 4-Langkah, SOHC
- Volume Cylinder : 129.8 cm³
- Diameter \times Langkah : 53.5 \times 57.9 mm
- Perbandingan kompresi : 13:1
- Sistem Pengapian : *Transistorized coil ignition* dan *Capasitor Discharge Ignition*
- Sistem pemasukan bahan bakar : Injeksi(*digital*)
- ECU : Iqutech-e
- Dynamometer:
 - Merk : Sportdevice
 - Tipe : Inersia
 - Range Operasi : 0 – 50 hp
- AFR Meter :
 - Merk : MTX-L wideband
 - Tipe : Digital

- Produksi : Innovate
- Range : 0 - 22,4
- Oscilloscope
 - Merk :DsNano
 - Tipe : Digital
 - Produksi : Seed Studio
 - Range : 10Hz – 1Mhz

3.5 Pengujian Mesin

Pengujian untuk memperoleh tenaga maksimum mesin pada tiap kecepatan *rpm* 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10.000, 11.000, dan 12.000. Pengujian mesin dilakukan pada setiap kondisi yaitu pengujian mesin dalam kondisi modifikasi sesuai spesifikasi mesin underbone MP1. Pengaturan system pengapian pada setiap rpm, dengan pengaturan AFR sesuai dengan campuran stokiometri yaitu 1:14,7 dan pengaturan AFR yang memiliki keluaran daya terbaik.

3.6 Pengujian Unjuk Kerja Mesin

Tahapan-tahapan pengujian yang dilakukan adalah :

1. Persiapan Pengujian

- a) Dilakukan pemeriksaan awal dulu terhadap minyak pelumas, dan perlengkapan lain yang dibutuhkan selama percobaan.
- b) Mengisi bahan bakar pada tangki.
- c) Menaikkan sepeda motor di atas mesin Dynotest.
- d) Memposisikan roda depan pada besi pengaman dan juga memposisikan roda belakang supaya tepat berada di atas *roller*.
- e) Mengikat sepeda motor tersebut dengan tali pengaman agar sepeda motor dapat berdiri tegak
- f) Menyalakan komputer yang tersambung dengan *dynotest*.
- g) Menyalakan laptop untuk mengatur *mapping* pada ECU.
- h) Memasang indikator RPM pada kabel koil.
- i) Memasang AFR meter sebagai display dari *lambda* sensor.

2. Pengujian

- Mesin dihidupkan pada putaran idle (sekitar 1300 - 1500 rpm) selama 5 menit agar mesin bekerja pada suhu optimal.
- Mengatur *mapping* yang sesuai untuk kondisi idle.
- Mulai memakai roller dan Mengatur bukaan throttle sampai kondisi bukaan throttle yang diinginkan, kemudian melakukan *mapping* pada rpm dan bukaan throttle yang diinginkan.
- Menaikkan rpm hingga 4000 rpm pada gigi tiga, setelah mendapatkan sinyal dari rekan uji coba, langsung putar gas hingga (*wide open throttle*), setelah rpm mencapai puncak kemudian lepas throttle gas.
- Pada setiap perubahan putaran mesin dilakukan pencatatan data sebagai berikut :
 1. Putaran poros .
 2. Torsi.
 3. Daya.

3. Akhir Pengujian

- Putaran mesin diturunkan perlahan sampai putaran idlanya.
- Untuk sesaat mesin dibiarkan pada putaran idle tersebut.
- Mesin dimatikan.

3.7 Analisa Remapping Pengapian Dengan Membandingkan Antara Desain CDI ECU dan TCI ECU

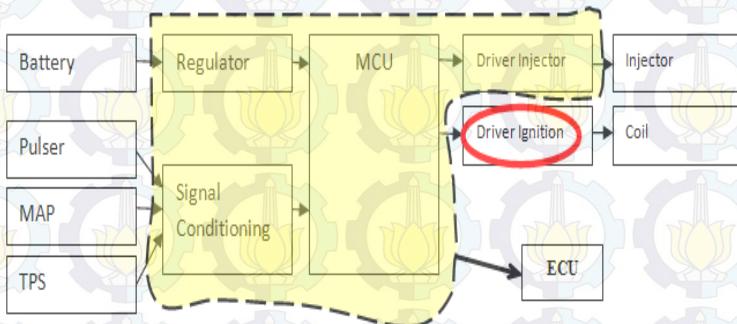
Dalam bagian ini adalah membandingkan hasil analisa pengujian desain CDI menggunakan driver ECU *IQutech-e* dan TCI. Diharapkan CDI yang dimodifikasi dengan driver ECU *IQutech-e* memperoleh hasil yang lebih baik dibandingkan dengan TCI ECU.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa *Hardware*

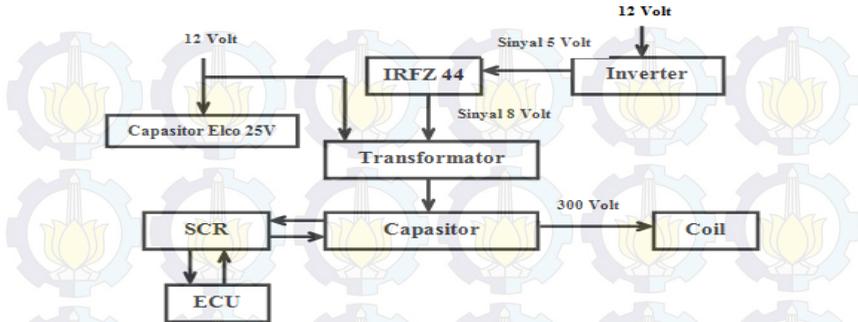
Hardware ECU merupakan salah satu komponen utama yang mengontrol engine untuk dapat bekerja, jika ada komponen yang rusak dalam ECU akan langsung berpengaruh pada engine, oleh karena itu ECU harus mampu bertahan untuk bekerja lama. Kehandalan hardware menjadi hal yang terpenting untuk dipertimbangkan. Selain itu karena ketersediaan komponen dipasaran yang terbatas dan komponen khusus otomotif yang sulit dicari, hardware juga harus dirancang untuk dapat dibuat dengan komponen yang ada di pasaran.

Hardware ECU yang dirancang dalam penelitian ini sama seperti hardware kebanyakan ECU yang ada di pasaran yaitu mempunyai driver input, microcontroller, dan driver output injeksi, pengapian, pompa bensin, dan kipas radiator. Untuk memudahkan perancangan, hardware ECU dibagi dalam bagian-bagian. Blok diagram sistem hardware ECU seperti pada gambar berikut:



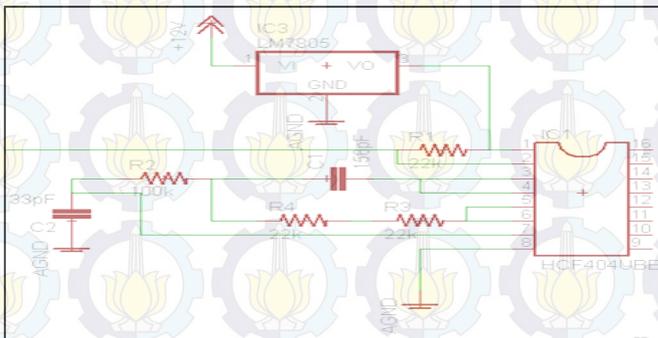
Gambar 4.1 Blok diagram skematik ECU pada aplikasi motor Roadrace

4.2. Analisa Hardware Sistem Pengapian



Gambar 4.2 Blok diagram scematic modul pengapian yang dikontrol ECU

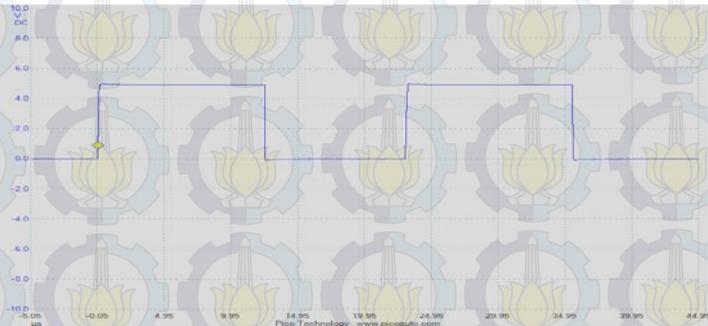
4.2.1. Unit Catu Daya



Gambar 4.3 Schematic Inverter

Catu daya (power supply) merupakan sumber tenaga yang dibutuhkan suatu rangkaian elektronika untuk bekerja. Power supply ini digunakan untuk mensupply microcontroller, rangkaian penguat sensor, injector driver, ignition driver, dan communication. Pada rangkaian power supply digunakan IC regulator untuk mengontrol tegangan yang diinginkan. IC regulator yang umum digunakan untuk mengontrol tegangan adalah IC keluarga 78XX atau 2937. Dalam power supply ini

digunakan IC tipe 7805 dapat memberikan keluaran tegangan 5 volt dengan toleransi ± 1 . Sinyal yang keluar dari Inverter berupa logic signal 40 Hz pada oscilloscope dengan output 5 volt.



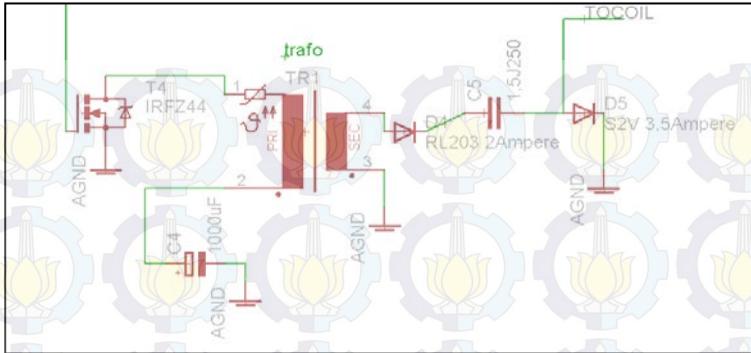
Gambar 4.4 *Signal Inverter* untuk pengapian

Modul pengapian ini mendapat supply dari accu dengan besar 12 volt, untuk dapat digunakan sebagai VCC pada microcontroller harus diturunkan menjadi 5 volt. Rangkaian catu daya merupakan regulator tegangan dari 12 volt menjadi 5 volt DC dengan komponen utama LM7805 sebagai switching regulator. Hasil perancangan regulator 5 volt dc menunjukkan hasil tegangan yang stabil dan tidak timbul nois yang besar setelah tegangan 12 volt dari accu diturunkan menjadi 5 volt seperti pada gambar diatas.

4.2.2. Unit *input dan output* Transformator

Selain unit Inverter, sumber tenaga 12 volt juga diberikan pada transistor NPN dan PNP melalui pin *basis*. Kemudian pin *emitor* dan *colector* dari kedua transistor ini diteruskan ke *gate* mosfet IRFZ44 yang bertujuan memberi sinyal input Transformator primer melalui *drain* mosfet IRFZ44.

Kapasitor bermuatan 1000 μ F pada input 12V bertujuan meningkatkan tegangan yang digunakan untuk memberikan pasokan listrik ke input transformator primer.



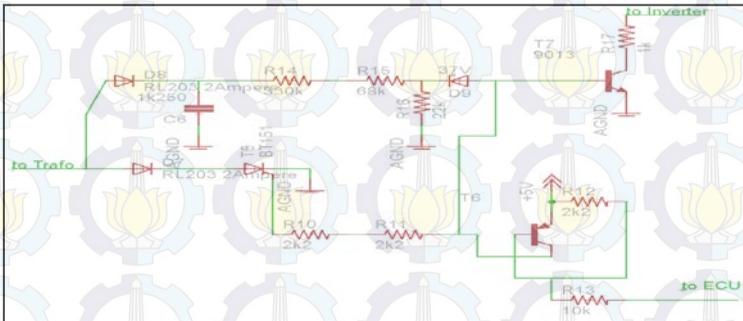
Gambar 4.5 Schematic unit transformator

Sehingga pasokan 12V penuh dikirim ke trafo pada jumlah yang lebih tinggi. Kapasitor kedua 1,5J250 setelah output transformator/*secondary* bertujuan untuk meningkatkan tegangan yang diteruskan ke coil kendaraan. Transformator CDI yang semula bertegangan 12 Volt tersebut dinaikkan tegangannya menjadi sekitar 300 Volt untuk menghasilkan listrik yang kemudian ditransmisikan ke coil CDI.

4.2.3. Unit output pengapian

Kapasitor tidak akan melepas arus sebelum komponen yang bertugas menjadi pintu (SCR) bekerja. Bekerjanya SCR apabila telah mendapatkan sinyal pulsa dari ECU yang menandakan saatnya pengapian. Konsumsi listrik pada coil diatur perangkat ECU *iquteche* menggunakan *rectifier* NEC2P4M dan transistor PNP dengan penyearah dioda RL203. Karena output muatan listrik dari hardware CDI begitu besar, digunakan dioda S2V yang berfungsi menyearahkan arus tegangan yang mengalir ke coil CDI supaya tetap terkendali. Dengan berfungsinya SCR tersebut, menyebabkan kapasitor melepaskan arus (discharge) dengan cepat. Kemudian arus mengalir ke kumparan primer coil pengapian dengan tegangan 300 volt. Tegangan tinggi tersebut selanjutnya mengalir ke busi dalam bentuk loncatan bunga api

yang akan membakar campuran bensin dan udara dalam ruang bakar.



Gambar 4.6 Schematic output pengapian dari ECU

Hardware otomotif sangat rentan terhadap efek elektromagnetik yang ditimbulkan oleh sistem pengapian, sistem pengapian menggunakan listrik tegangan tinggi untuk membangkitkan api pada busi, busi yang memakai ground body *engine* akan langsung berpengaruh ke sistem kontrol yang memakai sumber tegangan dengan ground yang sama.

Hardware CDI ini telah diujikan pada Honda SupraX 125 spesifikasi MP1. Uji coba pada engine sepeda motor racing ini nantinya juga dimaksudkan untuk mengetahui apakah modul CDI ini memiliki potensi untuk dipasang pada kendaraan kelas racing. Hasil uji coba sangat memuaskan, dengan mengganti sistem karburator dengan sistem injeksi menggunakan CDI menunjukkan nyala engine yang meningkat pada semua RPM.

4.3. Analisa Mendapatkan Mapping

Menentukan Kriteria Setting-an Air Fuel Ratio yang diinginkan

- Daya maksimum : campuran bahan bakar dengan udara harus campuran kaya yaitu 1:12 atau 1:13.
- Efisiensi maksimum/Stokiometri : Campuran bahan bakar dengan udara yaitu 1: 14.7

- Emisi minimum : Campuran bahan bakar dengan udara yaitu 1:15 atau 1: 16

Nilai Req_fuel dapat dilakukan dengan cara mengisi table setting sesuai dengan spesifikasi engine yang di gunakan maka dalam ecu terdapat persamaan nilai Req_fuel yaitu :

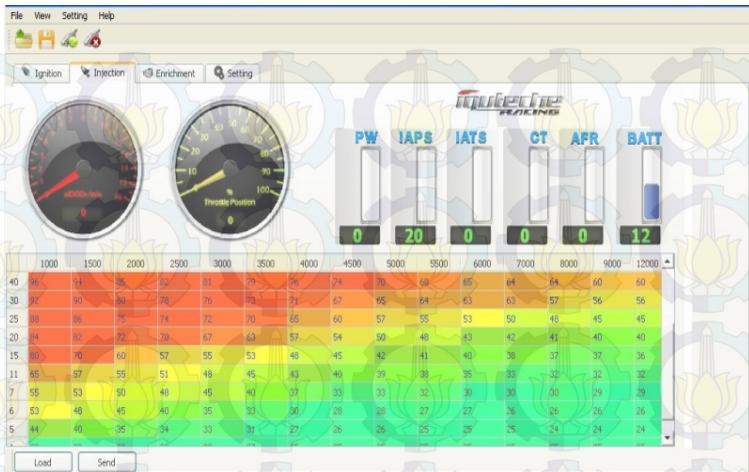
$$REQ_{Fuel} \cdot 10 = \frac{36000000 \cdot CID \cdot \frac{P}{Ncyl \cdot AFR \cdot FLOW_{injkr}}}{DIVIDE_{pulse}}$$



Gambar 4.7 Tampilan Layar Pada *Iquteche* tuning manager

Injector flowrate yaitu kemampuan injektor dalam menyemprotkan bahan bakar tiap jam, Volume silinder dari *engine*, Rpm limit yang berfungsi untuk membatasi putaran mesin, kalibrasi dari *throttle position* sensor dan *pick_up* dari pengapian merupakan *input* dasar dari kebutuhan mesin. Dari semua *input* mesin tersebut maka akan mendapat nilai Req_fuel yang berfungsi untuk menjadi referensi *Pulse Width injektor*

$$REQ_{Fuel} \cdot 10 = \frac{36000000 \cdot CID \cdot \frac{P}{Ncyl \cdot AFR \cdot FLOW_{injkr}}}{DIVIDE_{pulse}}$$



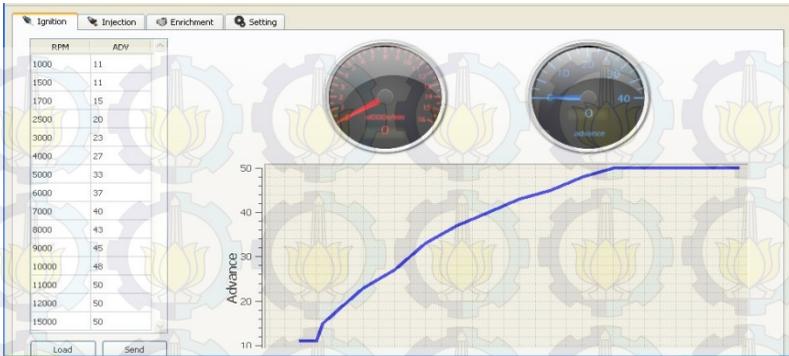
Gambar 4.8 Tampilan *Injection Set-up Manager*

Injection Set-up Manager berfungsi untuk memasukkan nilai persentase dari volumetrik efisiensi berdasarkan rpm dengan TPS. Volumetrik efisiensi adalah kemampuan suatu mesin untuk memasukkan udara ke dalam silinder mesin pada langkah hisap. Adapun rumus volumetrik efisiensi adalah:

$$\text{volumetrik efisiensi} = \frac{\text{udara masuk pada langkah intake}}{\text{volume silinder}}$$

Pada TPS tujuh persen bukaan throttle mempunyai tekanan kecil pada throttle sehingga massa udara yang masuk hanya sedikit jika dibandingkan dengan bukaan throttle seratus persen yang mempunyai tekanan besar pada throttle sehingga massa udara yang masuk ke dalam silinder juga banyak. Ketika nilai volumetrik efisiensi sudah didapatkan maka *Pulse width* dari *injector* akan diketahui:

$$\text{Pulse Width} = Req_{fuel} \times \text{Volumetrik efisiensi}$$



Gambar 4.9 Tampilan *Timing Ignition Set-up Manager*

Advance dari timing ignition mesin ini sangat tergantung dari *bore size engine* karena waktu pengapian ini sangat tergantung dari volume ruang bakar. Untuk mengeset tabel pengapian ini kita harus mengetahui kecepatan proses pembakaran, waktu pembakaran, dan *peak pressure point* (PPP). Nilai *advance* dari suatu mesin akan semakin maju jika putaran mesin semakin tinggi agar mempunyai waktu proses pembakaran. Adapapun contoh perhitungan pada putaran 3000 rpm :

Kecepatan proses pembakaran = 880 inch/s

Bore size = 2,1 inch

Posisi busi berada di tengah silinder menyebabkan lokasi proses pembakaran

$$= \frac{2,1}{2} = 1,05 \text{ inch}$$

- Mencari waktu pembakaran =
$$\frac{\text{kecepatan proses pembakaran}}{\text{lokasi proses pembakaran}} = \frac{1,05}{880} = 1,19 \text{ ms}$$

Asumsi *Peak Pressure Point* (PPP) adalah 17°

- Mencari kecepatan crankshaft pada derajat per milisekon:

$$3000 \text{ rpm} = 18000^{\circ}/\text{s}$$

$$= 18^{\circ}/\text{ms}$$

$$\begin{aligned} \text{adv} &= (\text{kecepatan crankshaft} \times \text{waktu pembakaran}) - \text{PPP} \\ &= (18^{\circ}/\text{ms} \times 1,19 \text{ ms}) - 17^{\circ} \\ &= 21,4^{\circ} - 17^{\circ} = \underline{4,4^{\circ}} \end{aligned}$$

Jadi nilai adv yang harus dimasukkan pada rpm 3000 rpm adalah 4.4^0 Untuk putaran mesin yang semakin tinggi akan membutuhkan adv yang lebih maju terhadap TDC (Top Dead Centre) karena waktu pembakaran yang tetap tetapi kecepatan dari crankshaft bertambah besar.

4.4. Pembuatan Hardware CDI

4.4.1 Hardware



Gambar 4.10 Hasil hardware pada board pcb

Karena bekerja dengan secara elektronik, sebagian besar komponennya merupakan komponen-komponen elektronik yang ditempatkan pada papan rangkaian tercetak atau Printed Circuit Board (PCB).

4.4.2 Alat dan Bahan

Dalam pembuatan hardware CDI dibutuhkan alat dan bahan sebagai berikut:

- Resistor $4 \times 22k\Omega$, $2 \times 100k\Omega$, $68k\Omega$, $2 \times 22\Omega$, $220k\Omega$, $180k\Omega$, $2 \times 100\Omega$, $4,7k\Omega$, $4 \times 2,2k\Omega$; $10k\Omega$
- Capasitor $1000\mu\text{F}$ 50V, $1000\mu\text{F}$ 16V, 1,5J250, 1k250
- Dioda S2V, RL203, N4007

- Transistor 9013, 9012,
- NEC2P4M
- IC hcf 4049UB
- Mosfet IRFZ44
- Dioda Zener 36V
- Lampu Led
- Trafo
- Timah
- Solder
- Kabel
- PCB CDI

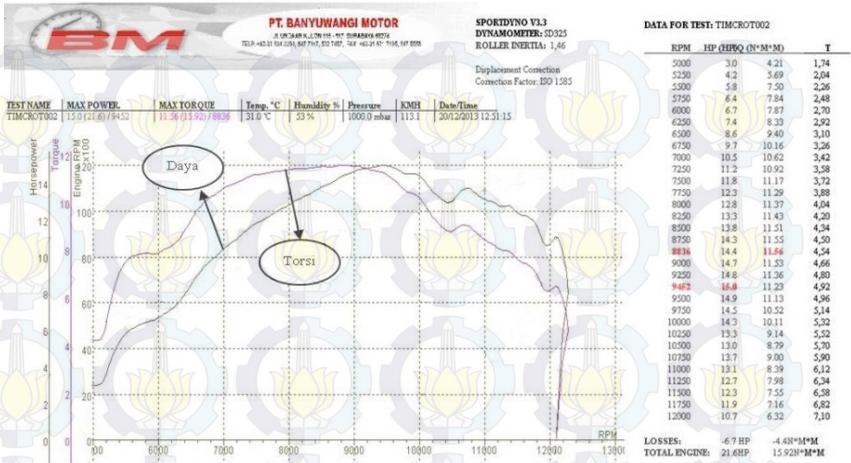
4.4.3 Langkah Pembuatan

Langkah- Langkah pembuatan Modul Pengapian CDI adalah sebagai berikut:

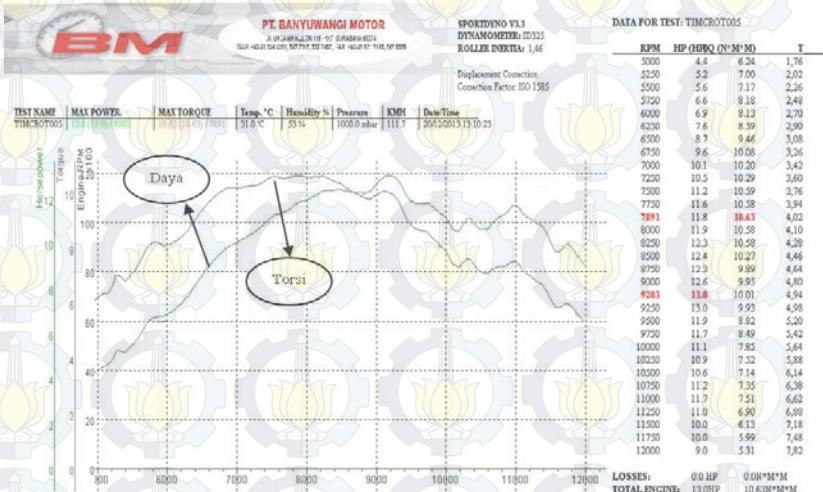
1. Persiapkan seluruh peralatan dan bahan yang telah dijelaskan sebelumnya.
2. Pasang kaki komponen pada lubang PCB sesuai letak komponen pada gambar
3. Solder kaki komponen yang menempel pada PCB
4. Potong sisa kaki komponen yang tidak tersolder
5. Periksa hasil solderan sehingga semua komponen menempel kuat pada PCB

4.5 Analisa menggunakan *Inertia Dynamometer*

Pada pengujian ini lebih ditekankan pada simulasi mengendarai kendaraan seperti pada saat mengendarai kendaraan di jalan. Dalam bagian ini membandingkan hasil analisa pengujian desain CDI menggunakan driver ECU *Iquteche* dengan TCI. Diharapkan CDI yang dimodifikasi dengan driver ECU *Iquteche* memperoleh hasil yang lebih baik dibandingkan dengan TCI ECU. Berikut adalah hasil pengujian pada *inertia dynamometer* :

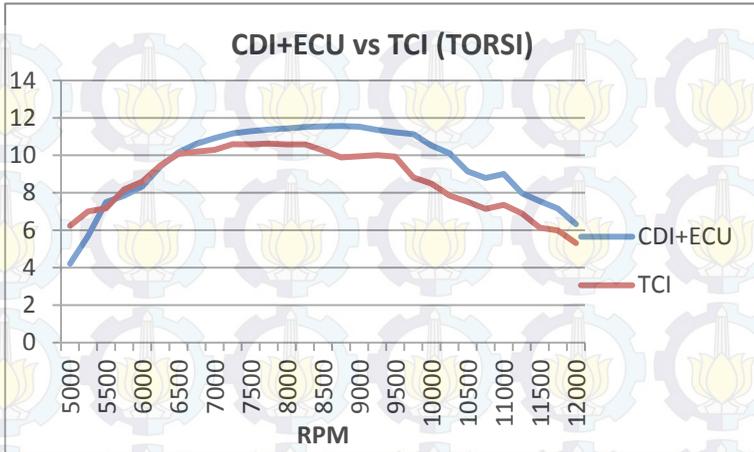


Gambar 4.11 grafik hasil uji Inersia dynamometer CDI+ECU



Gambar 4.12 grafik hasil uji Inersia dynamometer TCI

4.5.1 Analisa Torsi



Gambar 4.13 Grafik perbandingan (Torsi)

Torsi merupakan ukuran kemampuan *engine* untuk menghasilkan kerja. Dalam kehidupan sehari-hari torsi dari *engine* berguna untuk mengatasi hambatan di jalan atau untuk mempercepat laju kendaraan. Dari grafik torsi fungsi putaran, terlihat adanya tren kenaikan torsi mulai dari putaran rendah hingga mencapai torsi maksimum pada putaran tertentu lalu torsi mengalami penurunan pada putaran *engine* yang lebih tinggi.

Pada gambar 4.13 menunjukkan bahwa torsi maksimum yang dihasilkan oleh CDI+ECU *iquteche* sebesar 11,56 N.m terjadi pada putaran *engine* 8836 rpm. Sedangkan Torsi maksimum yang dihasilkan oleh TCI sebesar 10,63 N.m terjadi pada putaran 7891 rpm. Tren grafik RPM akhir sistem pengapian yang menggunakan modul CDI+ECU terjadi pada torsi 6,32 N.m, sedangkan dengan sistem pengapian TCI torsi pada RPM akhir diperoleh angka 5,31 N.m. Sehingga tren grafik CDI+ECU lebih baik dari grafik TCI pada RPM akhir.

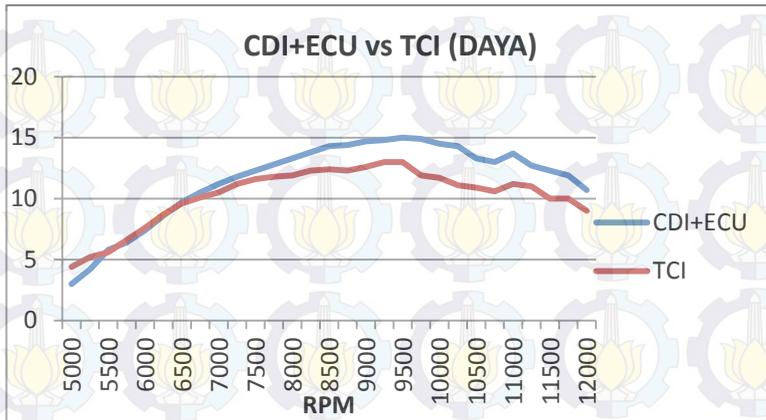
Hal ini dikarenakan semakin tinggi putaran *engine*, waktu yang dibutuhkan untuk men-*charging* coil pada pengapian TCI cukup lama, begitu pula saat men-*discharge*. Sehingga nyala busi

yang diberikan untuk proses pembakaran pada RPM tinggi terjadi cukup singkat yang menyebabkan loncatan bunga api diruang bakar menjadi minim. Hal ini menyebabkan kerja yang diberikan engine justru semakin kecil. Sementara pada grafik CDI+ECU karakteristik capasitor dalam modul pengapian CDI lebih singkat dan stabil saat men-*discharge* ataupun men-*charging*. Sehingga pada RPM tinggi waktu *discharge* yang diberikan ke coil untuk menyalakan busi dapat terkirim secara penuh.

Pada tren grafik RPM rendah secara keseluruhan, pengapian TCI terlihat lebih tinggi dibanding CDI+ECU. Hal ini disebabkan, seiring dengan discharge coil TCI saat RPM rendah seimbang dengan waktu yang dibutuhkan untuk proses pembakaran, sehingga pembakaran yang terjadi lebih sempurna. Namun seiring bertambahnya RPM, tren grafik modul CDI lebih baik. Hal ini dikarenakan pencampuran udara dan bahan bakar serta perambatan api yang semakin baik saat RPM 7500 yang terjadi pada torsi 10,59 N.m.

Selain itu pembakaran campuran bahan bakar dan udara dalam ruang bakar juga memerlukan waktu. Ketika putaran tinggi, maka dimungkinkan pembakaran yang terjadi tidak cukup cepat untuk membakar seluruh bahan bakar dalam ruang bakar atau dengan kata lain semakin banyak sisa bahan bakar yang belum terbakar dalam ruang bakar.

4.5.2 Analisa Daya



Gambar 4.14 Grafik perbandingan (Daya)

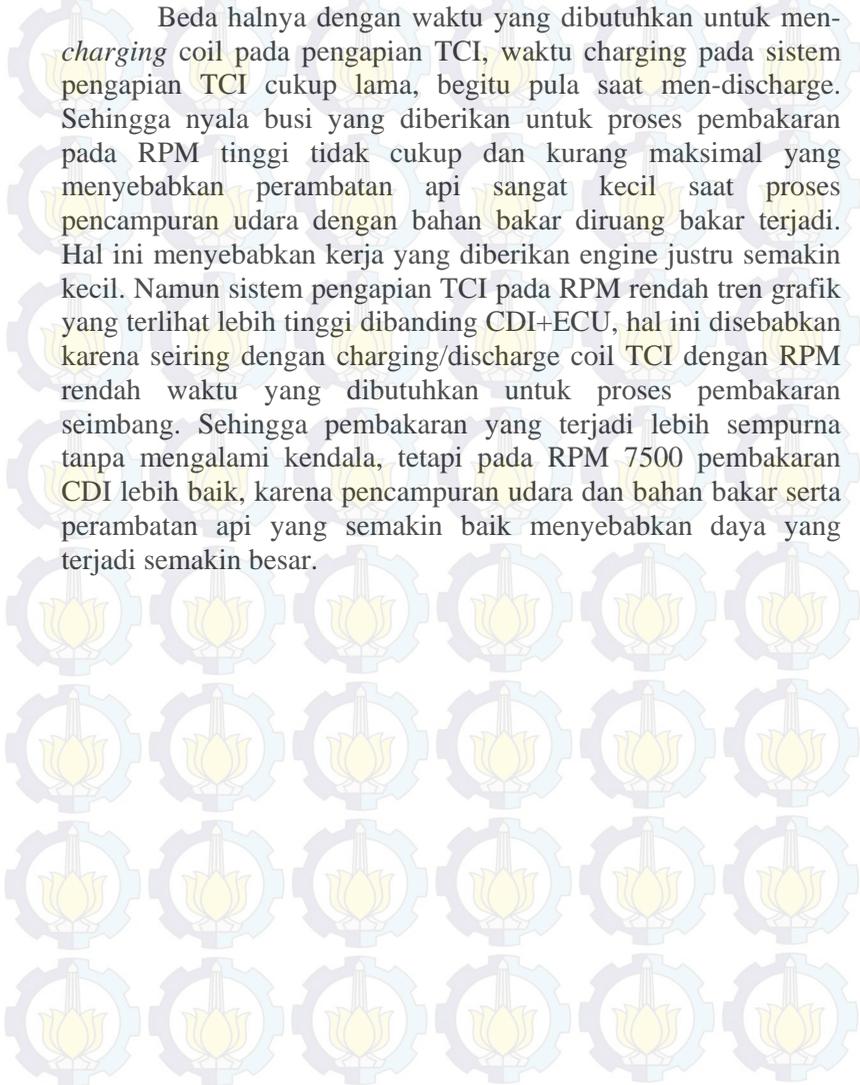
Dari gambar 4.14 terlihat perbedaan daya maksimum yang dihasilkan CDI+ECU *iquteche* dan TCI. Daya sebesar 15,0 hp yang terjadi pada putaran *engine* 9452 rpm dihasilkan oleh CDI+ECU *iquteche*, sedangkan daya maksimum yang dihasilkan oleh TCI sebesar 13,0 hp terjadi pada putaran 9203 rpm. Besarnya daya motor sebanding dengan torsi yang terjadi.

Pada tren akhir grafik analisa daya diatas, sistem pengapian modul CDI+ECU lebih baik dibandingkan sistem pengapian TCI. daya pada RPM akhir didapatkan angka 9,0 hp. Adanya tren kenaikan daya mulai dari putaran rendah hingga mencapai daya maksimum pada putaran tertentu daya (hp) mengalami penurunan pada putaran *engine* yang lebih tinggi.

Pada tren grafik CDI+ECU di RPM akhir lebih tinggi dibanding pengapian TCI karena karakteristik kapasitor dalam modul pengapian CDI ini lebih singkat dan stabil saat *men-discharge* ataupun *men-charging* energi listrik. Sehingga pada RPM tinggi waktu *dischage* yang diberikan ke coil untuk menyalakan busi dapat terkirim secara penuh. Dengan demikian

pencampuran udara dan bahan bakar serta perambatan api yang semakin baik menyebabkan daya yang dihasilkan semakin besar.

Beda halnya dengan waktu yang dibutuhkan untuk *charging* coil pada pengapian TCI, waktu *charging* pada sistem pengapian TCI cukup lama, begitu pula saat *men-discharge*. Sehingga nyala busi yang diberikan untuk proses pembakaran pada RPM tinggi tidak cukup dan kurang maksimal yang menyebabkan perambatan api sangat kecil saat proses pencampuran udara dengan bahan bakar diruang bakar terjadi. Hal ini menyebabkan kerja yang diberikan engine justru semakin kecil. Namun sistem pengapian TCI pada RPM rendah tren grafik yang terlihat lebih tinggi dibanding CDI+ECU, hal ini disebabkan karena seiring dengan *charging/discharge* coil TCI dengan RPM rendah waktu yang dibutuhkan untuk proses pembakaran seimbang. Sehingga pembakaran yang terjadi lebih sempurna tanpa mengalami kendala, tetapi pada RPM 7500 pembakaran CDI lebih baik, karena pencampuran udara dan bahan bakar serta perambatan api yang semakin baik menyebabkan daya yang terjadi semakin besar.





BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah peneliti melakukan rancang bangun dan analisa pada hardware CDI terhadap mesin Honda SupraX 125 spesifikasi MP1, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

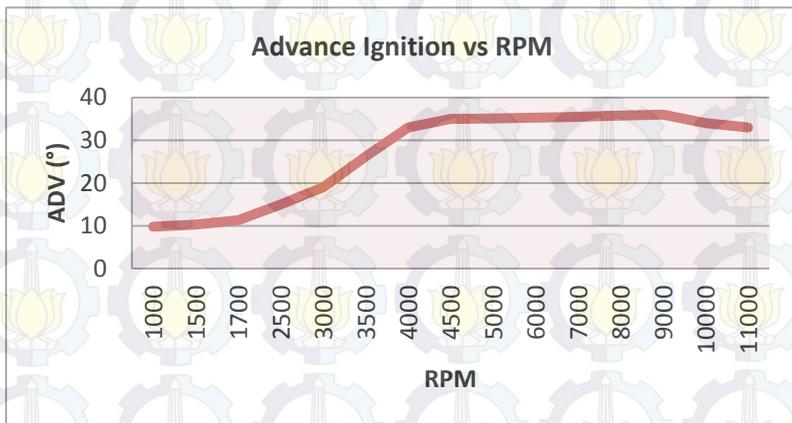
1. Hardware CDI yang telah dibuat bekerja dengan baik, dapat diaplikasikan sebagai driver pengapian pada mesin Honda SupraX 125 spesifikasi MP1 (injeksi). Engine bekerja dengan baik dari putaran rendah sampai putaran tinggi.
2. Tuning injeksi dan sudut pengapian menggunakan ECU-*Iquteche* didapatkan sebagai berikut:

Table 5.1 Setting Injeksi mapping CDI+ECU dan TCI *iquteche*

	1000	1500	1700	2500	3000	3500	4000	4500	5000	6000	7000	8000	9000	10000	12000
100	140	133	126	118	117	116	116	115	115	114	114	115	115	112	112
90	131	130	129	114	113	113	113	113	113	113	113	113	111	110	105
80	128	125	122	109	108	107	106	104	103	102	101	99	95	93	91
70	123	119	116	105	103	100	98	95	93	90	88	90	85	78	76
60	120	115	113	104	101	98	95	92	89	86	83	82	80	75	70
50	105	102	97	94	91	88	85	82	79	76	74	74	72	65	63
40	97	93	88	82	78	75	74	71	70	69	68	68	67	62	57
30	91	88	83	79	73	69	69	68	68	69	67	65	60	55	50
22	86	84	79	72	65	63	62	62	62	61	60	59	51	45	40
18	76	75	72	61	60	58	57	56	58	50	50	38	37	37	36
12	69	68	62	55	50	47	46	43	43	41	43	34	35	35	35
8	60	55	48	40	38	36	35	34	33	33	32	29	30	29	29
5	34	34	33	32	31	30	30	29	29	29	28	27	27	26	26
3	28	29	25	26	25	25	25	25	24	23	23	23	23	23	23
1	26	24	23	23	23	23	23	23	22	22	22	21	21	21	21

Tabel 5.2 Tabel mapping *Advance ignition* ECU *iquteche*

RPM	Adv(°)
1000	9,8°
1500	10,3°
1700	11,3°
2500	15°
3000	19°
3500	26,2°
4000	33°
4500	35°
5000	35,1°
6000	35,3°
7000	35,5°
8000	35,8°
9000	36°
10000	34°
11000	33°

Gambar 5.1 Grafik hasil mapping *Advance ignition* ECU *iquteche*

3. Tuning injeksi bahan bakar dan sudut pengapian yang diperoleh dari hardware CDI+ECU *iquteche* terjadi kenaikan/penurunan unjuk kerja dari mesin Honda SupraX 125 spesifikasi MP1. Berikut tabel unjuk kerja mesin :

Tabel 5.3 Unjuk kerja CDI+ECU *Iquteche* vs TCI

RPM	CDI+ECU		TCI		Kenaikan/Penurunan Unjuk Kerja (±)	
	Daya(HP)	Torsi(Nm)	Daya(HP)	Torsi(Nm)	Daya(HP)	Torsi(Nm)
5000	3	4,21	4,4	6,24	-1,4	-2,03
5250	4,2	5,69	5,2	7	-1	-1,31
5500	5,8	7,5	5,6	7,17	0,2	0,33
5750	6,4	7,84	6,6	8,18	-0,2	-0,34
6000	7,4	8,33	7,6	8,59	-0,2	-0,26
6250	8,6	9,4	8,7	9,46	-0,1	-0,06
6500	9,7	10,16	9,6	10,08	0,1	0,08
6750	10,5	10,62	10,1	10,2	0,4	0,42
7000	11,2	10,92	10,5	10,29	0,7	0,63
7250	11,8	11,17	11,2	10,59	0,6	0,58
7500	12,3	11,29	11,6	10,58	0,7	0,71
7750	12,8	11,37	11,8	10,63	1	0,74
8000	13,3	11,43	11,9	10,58	1,4	0,85
8250	13,8	11,51	12,3	10,58	1,5	0,93
8500	14,3	11,55	12,4	10,27	1,9	1,28
8750	14,4	11,56	12,3	9,89	2,1	1,67
9000	14,7	11,53	12,6	9,95	2,1	1,58
9250	14,8	11,36	13	10,01	1,8	1,35
9500	15	11,23	13	9,93	2	1,3
9750	14,9	11,13	11,9	8,82	3	2,31
10000	14,5	10,52	11,7	8,49	2,8	2,03
10250	14,3	10,11	11,1	7,85	3,2	2,26
10500	13,3	9,14	10,9	7,52	2,4	1,62
10750	13	8,79	10,6	7,14	2,4	1,65
11000	13,7	9	11,2	7,35	2,5	1,65
11250	12,7	7,98	11	6,9	1,7	1,08
11500	12,3	7,55	10	6,13	2,3	1,42
11750	11,9	7,16	10	5,99	1,9	1,17
12000	10,7	6,32	9	5,31	1,7	1,01

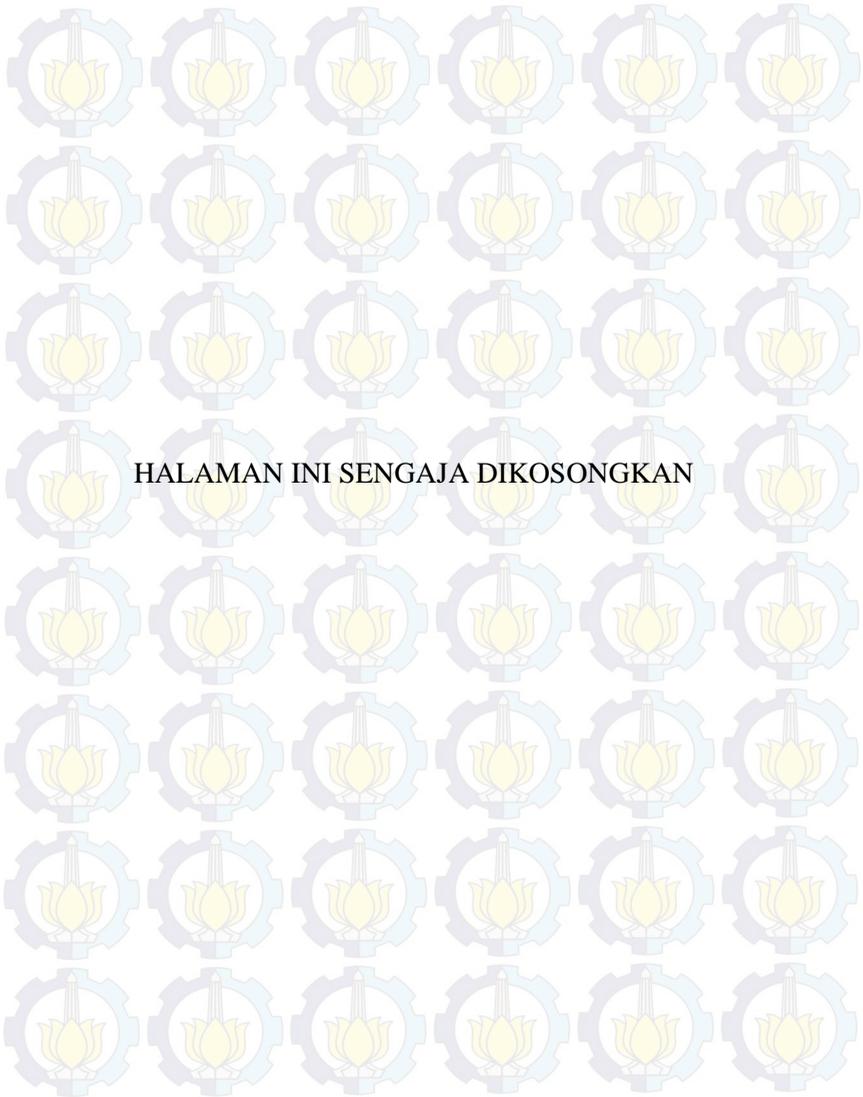
5.2. Saran

Perancangan modul CDI ini masih perlu dilakukan evaluasi agar alat ini dapat bekerja lebih baik. Guna mencapai tujuan utama tersebut peneliti memberikan beberapa saran terkait pengembangan alat ini :

1. Perlu dilakukan perbaikan pada PCB dengan memakai PCB multi layer dan layout dikelompokkan sesuai fungsinya masing-masing seperti input, output, dan untuk mengurangi kemungkinan terjadi noise.
2. Hasil yang diperoleh dari pengujian CDI+ECU *Iquteche* pada mesin Honda SupraX 125 spesifikasi MP1 ini diharapkan dapat dipakai sebagai acuan untuk pengembangan modul CDI yang didukung dengan ECU *Iquteche* pada mesin motor racing.
3. Perlu dilakukan pengujian dengan menggunakan analisis *Waterbreak Dynamometer* untuk mengetahui konsumsi bahan bakar spesifik dan besar nilai dari setiap unjuk kerja, baik itu unjuk kerja mesin menggunakan CDI+ECU *Iquteche* dan TCL.

DAFTAR PUSTAKA

- Chip, Silicon. 1999 “A High-Energy Capacitor Discharge Ignition System”.
- Hasyim, Lukman. 2012. “Studi Pengaruh Penambahan Sistem Kontrol Injeksi, Rasio Kompresi dan Isolasi terhadap Kenaikan Efisiensi Mesin Paijo Experiment”. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Yuli, Welly. 2011. “Perancangan Engine Management System Sapu Angin P”. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Yunas, Maxgisca. 2012. “APLIKASI ECU IQutech-e PADA MESIN ROADRACE 130c”. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- <http://www.molla.org/DIY-CDI/SC-DIY-CDI-article-hires.pdf>
- <http://kel4123d13.blogspot.com/>
- <http://ojs.unud.ac.id>
- <http://ardananalizazi.blogspot.com/2013/01/cara-kerja-sistem-pengapian-cdi.html>
- <http://www.docstoc.com/docs/10729241/Proposal-Tesis-PERANCANGAN-HARDWARE-DAN-SOFTWARE-CDI>
- <http://topans.wordpress.com>
- <http://publikasi.umy.ac.id/index.php/elektro/article/view/2516/1329>
- <http://uniquecarsandparts.com.au/.../documents/2.doc>
- <http://topans.wordpress.com/2007/11/08/cdi-menghasilkan-arus-maksimal>



LAMPIRAN A



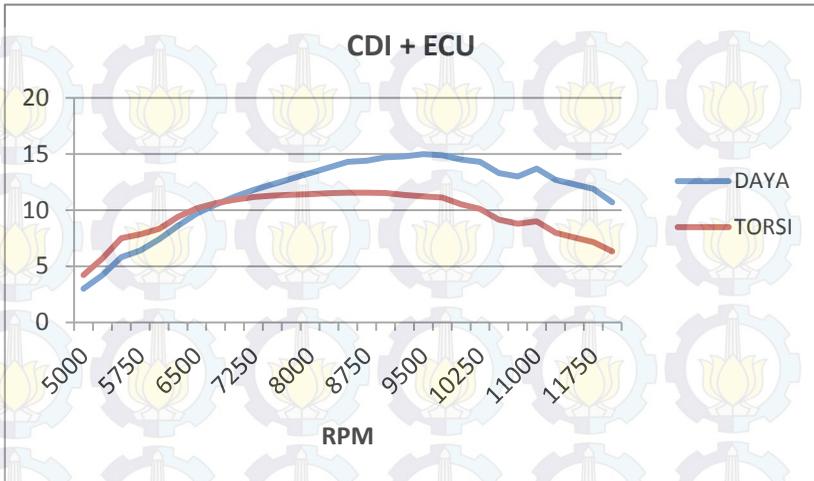
Grafik Pemanding Pengujian CDI+ECU



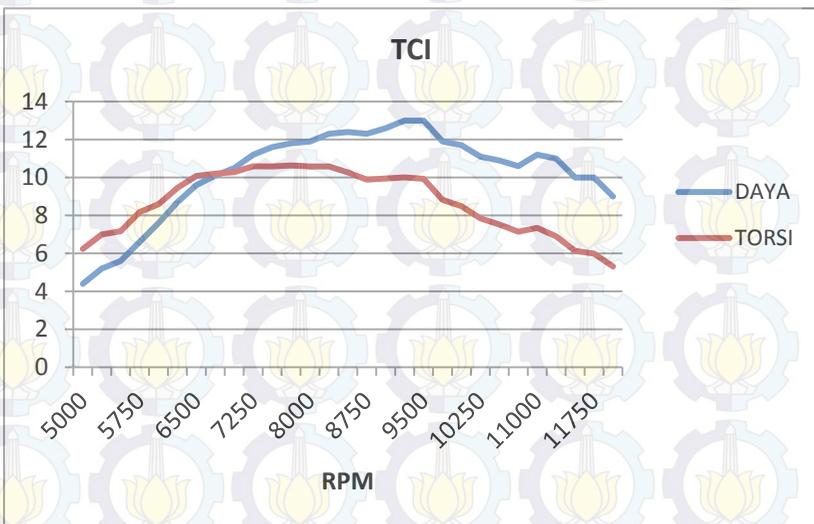
Grafik Pemanding Pengujian TCI

LAMPIRAN B

CDI + ECU			TCI		
DAYA(HP)	TORSI(Nm)	RPM	DAYA(HP)	TORSI(Nm)	RPM
3	4,21	5000	4,4	6,24	5000
4,2	5,69	5250	5,2	7	5250
5,8	7,5	5500	5,6	7,17	5500
6,4	7,84	5750	6,6	8,18	5750
7,4	8,33	6000	7,6	8,59	6000
8,6	9,4	6250	8,7	9,46	6250
9,7	10,16	6500	9,6	10,08	6500
10,5	10,62	6750	10,1	10,2	6750
11,2	10,92	7000	10,5	10,29	7000
11,8	11,17	7250	11,2	10,59	7250
12,3	11,29	7500	11,6	10,58	7500
12,8	11,37	7750	11,8	10,63	7750
13,3	11,43	8000	11,9	10,58	7891
13,8	11,51	8250	12,3	10,58	8250
14,3	11,55	8500	12,4	10,27	8500
14,4	11,56	8750	12,3	9,89	8750
14,7	11,53	8836	12,6	9,95	9000
14,8	11,36	9250	13	10,01	9250
15	11,23	9500	13	9,93	9203
14,9	11,13	9452	11,9	8,82	9750
14,5	10,52	10000	11,7	8,49	10000
14,3	10,11	10250	11,1	7,85	10250
13,3	9,14	10500	10,9	7,52	10500
13	8,79	10750	10,6	7,14	10750
13,7	9	11000	11,2	7,35	11000
12,7	7,98	11250	11	6,9	11250
12,3	7,55	11500	10	6,13	11500
11,9	7,16	11750	10	5,99	11750
10,7	6,32	12000	9	5,31	12000



Grafik Pengujian CDI+ECU



Grafik Pengujian TCI

LAMPIRAN C



Hasil rancang bangun Modul Pengapian (CDI) yang dibuat peneliti.



ECU *Iquoteche* sebagai pengontrol Modul Pengapian (CDI) yang dibuat peneliti.

RIWAYAT PENULIS



Andika Utama merupakan nama lengkap dari penulis tugas akhir ini. Penulis yang terlahir di Surabaya 26 Juli 1989 ini merupakan anak pertama dari pasangan Bapak Suhardi S.Pd dan Ibu Dra. Sumijati. Penulis memulai pendidikan formal di TK Dharmasiwi I kemudian melanjutkan ke SD Negeri Airlangga IV Surabaya. Setelah lulus tahun 2001 penulis melanjutkan ke SMP Negeri 1 Surabaya dan kemudian melanjutkan ke SMA Negeri 2 Surabaya pada tahun 2004. Setelah menyelesaikan studi tingkat menengah atas, penulis menempuh pendidikan di Jurusan Teknik Mesin FTI ITS Surabaya pada tahun 2007. Penulis mengambil bidang studi Teknik Produksi khususnya pada Lab. Industrial System Automation.

Selama masa kuliah penulis aktif dengan berbagai kegiatan lomba dan kepanitian. Di antaranya Penulis pernah mengikuti Lomba *Healthy Teen Atlas Sport Center 2011*, *L-Men of the Year 2012*, *Desain Senjata TNI AD sebagai finalis* dan menjadi *Koordinator Slalom IMIC 2010 Mesin ITS*. Selain lomba, penulis juga aktif mengikuti organisasi mahasiswa kampus Mesin ITS Autosport. Pada tahun perdana di organisasi menjadi anggota Mesin ITS Autosport, kemudian pada tahun kedua menjadi kepala divisi HRD.

Untuk informasi dan masukan dapat menghubungi penulis melalui email Sayaandikautama@gmail.com

