

## **MODIFIKASI RUANG BAKAR DENGAN PENAMBAHAN RUANG BAKAR MULA PADA MOTOR BAKAR 4 LANGKAH SILINDER TUNGGAL UNTUK MENURUNKAN KONSUMSI BAHAN BAKAR**

**Taufiq Al Rosyidi**

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
Email : topx278@gmail.com

**Priyo Heru Adiwibowo**

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
Email : apriyoheru@gmail.com

### **Abstrak**

Semakin banyaknya kebutuhan kendaraan bermotor memicu kenaikan konsumsi bahan bakar hal ini berbanding terbalik dengan jumlah kandungan minyak mentah di Indonesia. Penggunaan ruang bakar mula pada motor bensin dapat digunakan padarasio udara bahan bakar 15:1 ~ 22:1. Dengan perbandingan normal antara 12:1~15:1, hal ini akan berdampak pada berkurangnya penggunaan bahan bakar secara signifikan. Penggunaan ruang bakar mula pada motor bakar 4 langkah dengan variasi main jet yang berukuran 1,05 mm, 1,00 mm, 0,95 mm, dan 0,90 mm untuk mendapatkan perbandingan udara dan bahan bakar yang lebih besar dengan penggunaan dan tanpa ruang bakar mula yang berukuran 2 ml. Dari penelitian ini didapatkan torsi tertinggi terdapat pada pengujian dengan penambahan ruang bakar mula dan mainjet 1,05 mm yaitu sebesar 16,90 Nm pada 4500 rpm, jika dibandingkan dengan tanpa ruag bakar mula hanya sebesar 12,76 Nm pada 4500 rpm. Sedangkan daya tertinggi didapat pada pengujian dengan ruang bakar mula dan mainjet 0,95 mm yaitu sebesar 13,81 Hp pada 8000 rpm sedangkan pada pengujian tanpa ruang bakar mula daya tertinggi hanya tercapai sebesar 11,55 Hp pada 8000 rpm. Untuk penggunaan bahan bakar terendah tercapai pada pengujian dengan ruang bakar mula dan mainjet 1,00 mm dan 0,95 mm. Pada penggunaan bahan bakar spesifik hasil terbaik ditunjukkan pada pengujian dengan ruang bakar mula dan mainjet 1,00 mm yaitu sebesar 171 gr/kW jam, sedangkan tanpa menggunakan ruang bakar mula konsumsi bahan bakar spesifik terendah yaitu sebesar 203 gr/kW jam. Sehingga hasil terbaik dari pengujian didapatkan konsumsi bahan bakar serendah-rendahnya tanpa terjadi kehilangan daya yang berarti, motor dapat menggunakan ruang bakar mula dengan mainjet 1,00 mm.

**Kata Kunci:** Ruang Buka Mula, Irit Bahan Bakar, Performa Motor

### **Abstract**

Increasing transportation need causing vast fuel consumption. In other hand, fuel resource come to decline in Indonesia. By using pre-combustion on gasoline internal combustion engine, air to fuel ration can 15:1 ~ 22:1. With normal ratio in 12:1 ~ 15:1, it will decreasing fuel consumption significantly. This research using pre-combustion chamber and 1,05 mm; 1,00 mm; 0,95mm; and 0,90 mm mainjet as variable. By decreasing mainjet size to increase air to fuel ratio, with 2 ml volume in pre-combustion chamber. The result, best torque consist by using pre-combustion chamber and 1,05 mainjet size with best torque 16,90 Nm at 4500 rpm and without pre-combustion best torque just 12,76 Nm at 4500 rpm . Best power consist by using pre-combustion chamber and 0,95 mainjet size is 13,81 Hp at 8000 rpm and without pre-combustion chamber is 12,55 at 8000 rpm. Lowest Fuel consumption achieve by using pre-combustion chamber and 1,00 mm; 0,95 mm mainjet size. And the best fuel specific consumption with pre-combustion usage and 1,00 mm mainjet size is 171 gr/kWh and without pre-combustion chamber best specific fuel consumption is 203 gr/kWh . Conclusion for this report is using pre-combustion chamber with 1,00 mm size mainjet to get high efficiency in fuel consumption and the best performance.

**Keywords:** Pre-combustion chamber, Lower fuel consumption, Engine performance.

### **PENDAHULUAN**

Semakin banyaknya kebutuhan kendaraan bermotor memicu kenaikan konsumsi bahan bakar hal ini berbanding terbalik dengan jumlah kandungan minyak mentah di Indonesia, selain penggunaan bahan bakar

terbarukan seperti bioethanol, perlu adanya tindakan untuk penggunaan motor bakar dengan perbandingan miskin. Sehingga diharapkan konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor dapat dikurangi.

Terdapat berbagai macam motor bakar yang menggunakan jumlah bahan bakar yang lebih irit, yaitu

dengan bahan bakar diesel maupun gas, akan tetapi motor bakar dan asesoris pendukung apabila diterapkan pada sepeda motor akan memakan banyak tempat atau dengan kata lain tidak efisien.

Salah satu penelitian yang telah dikembangkan di awal tahun 80-an yaitu dengan menggunakan ruang bakar mula pada motor bensin. Yang dapat menggunakan rasio udara bahan bakar 15:1 ~ 22:1. Dengan perbandingan normal antara 12:1~15:1, jelas hal ini akan berdampak pada berkurangnya penggunaan bahan bakar secara signifikan.

Dengan menggunakan ruang bakar mula pada motor siklus Otto akan terjadi kenaikan efisiensi termal, ini berarti akan menurunkan penggunaan konsumsi bahan bakar spesifik. Seperti dinyatakan oleh Packham (2007:1) bahwa motor bakar pembakaran mula dapat mengatasi masalah knocking pada bmep yang tinggi dengan menaikkan perbandingan udara dan bahan bakar, sehingga penggunaan bahan bakar dapat dikurangi dan mampu meningkatkan efisiensi pembakaran.

Dale (1980:13-14) menyatakan produsen motor telah mengembangkan dalam bentuk purwarupa, seperti Toyota, Ford, dan VW yang diterapkan pada motor bakar berbahan bakar bensin dengan istilah *Torch Cell*. Kedua perusahaan VW dan Ford tidak melanjutkan hasil penelitian tersebut dikarenakan daya yang dihasilkan per volume silinder kecil sedangkan tren yang ada adalah membuat mesin dengan daya sebesar-besarnya.

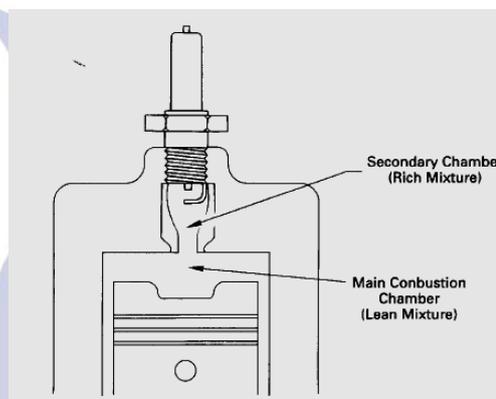
Arismunandar (2005:145-149) Toyota meluncurkan mobil dengan teknologi *Toyota Turbulence Generating port (T-TGP)*, dengan kapasitas 1500 cc, rasio kompresi 8,5 : 1 dan menggunakan karburator. Pada motor ini terjadi penurunan daya akan tetapi konsumsi bahan bakar menjadi 28 mpg dibandingkan dengan tanpa menggunakan T-TGP yang hanya sebesar 24 mpg. Pada penelitian ini, Toyota menggunakan motor bensin silinder jamak dengan kapasitas silinder masih di atas 300 cc per silindernya.

Jarosiński (1996) menyatakan penggunaan bahan bakar berkurang sebesar 15% dibanding tanpa menggunakan ruang bakar mula. Penelitian dilakukan dengan memodifikasi motor ford FSD 425, 4 silinder dengan kapasitas 2.500 cc. penelitian dilakukan pada rentang perbandingan udara dan bahan bakar antara 14,7 sampai dengan 22,79. Penelitian ini masih dilakukan dengan motor silinder jamak dengan kapasitas per silinder lebih besar dari yang telah dilakukan Toyota.

Yohan (2010) menggunakan modifikasi motor diesel silinder tunggal, dengan kapasitas 553 cc, salah satu pemodifikasian yaitu menurunkan rasio kompresi menjadi 12 : 1. Pemodifikasian bertujuan untuk dapat menggunakan motor diesel dengan penyalaan percikan Bunga api atau dengan busi. Hasil dari penelitian tersebut

yaitu terjadi kenaikan efisiensi termal pada perbandingan udara dan bahan bakar 25 : 1. Terjadi penurunan konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 3,5% sampai 7,5% pada rentang putaran yang berbeda. Penelitian ini menggunakan motor tetap dengan kapasitas di atas 300 cc.

Penggunaan Ruang bakar mula saat ini banyak digunakan di motor diesel. Menurut Arismunandar (2005:141): ruang bakar dibagi menjadi dua bagian seperti digunakan pada motor diesel dengan penyemprotan tidak langsung. Terdapat ruang bakar utama dan ruang bakar sekunder. Ruang bakar mula pada motor diesel merupakan pengembangan dari motor bensin, seperti gambar berikut:



Gambar 1. Ruang bakar Mula (sumber: Pulkrabek 1994:214)

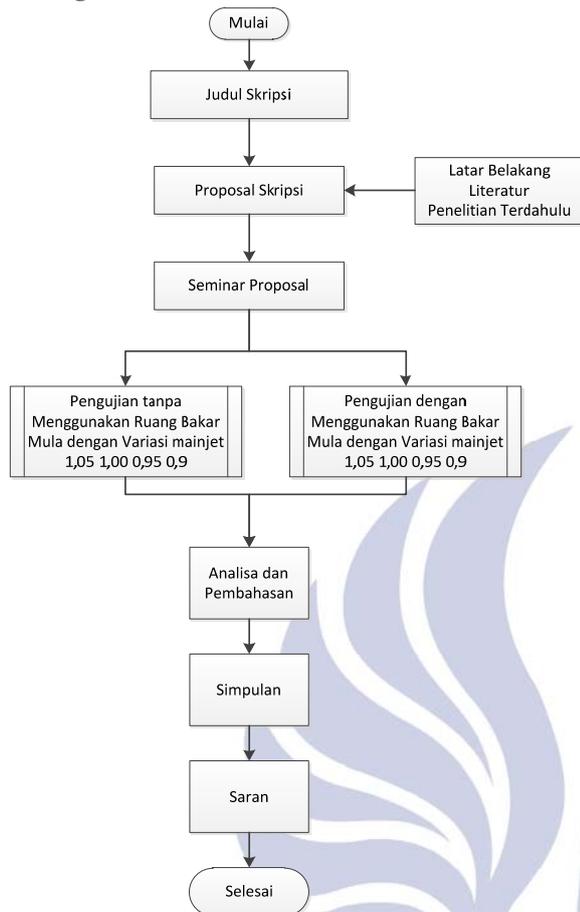
Pulkrabek (1994:139), menyatakan saat langkah kompresi pada ruang bakar mula akan terisi dengan campuran udara dan bahan bakar dengan perbandingan kaya, sedangkan pada ruang bakar utama akan terisi campuran udara dan bahan bakar dengan campuran kurus. Di antara ruang bakar mula dan ruang bakar utama terdapat saluran menyempit, yang berfungsi meningkatkan kecepatan aliran fluida, sehingga setelah udara dan bahan yang telah terbakar dalam ruang bakar mula akan menuju ruang bakar utama dengan kecepatan yang tinggi. Hal ini dapat mempercepat perambatan panas untuk membakar udara dan bahan bakar yang berada di ruang bakar utama.

Tujuan Penelitian ini untuk mengetahui besar torsi, daya, penggunaan bahan bakar, dan penggunaan bahan bakar spesifik (sfc) dengan menggunakan ruang bakar mula dan tanpa ruang bakar mula.

Manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai acuan pada penelitian mengenai penggunaan ruang bakar mula.

**METODE**

**Rancangan Penelitian**



Gambar 3. Alur penelitian

Pada penelitian ini digunakan metode pengujian eksperimen pada sepeda motor Jupiter mx 135 lc, 4 langkah berpendingin air, dan berbahan bakar pertamax.

**Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada hari rabu tanggal 30 april 2014 di Laboratorium Sepeda Motor VEDC PPPPGT malang.

**Variabel Penelitian**

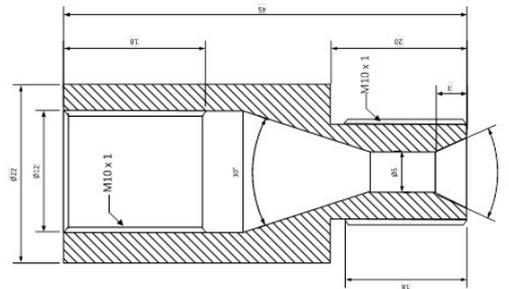
Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Variabel Bebas adalah ruang bakar mula dan main jet 1,05 mm, 1,00 mm, 0,95 mm, dan 0,9 mm.
- Variabel terikat adalah Performa motor antara lain: torsi, daya efektif, dan konsumsi bahan bakar spesifik.
- Variabel kontrol dalam penelitian ini yaitu: sepeda motor Jupiter mx 135 lc dan Variasi putaran pengujian 3000 rpm sampai dengan 9000 rpm, dengan pengambilan data tiap 1500 rpm.

**Objek dan Instrumen Penelitian**

Instrumen dalam penelitian ini meliputi: *inertia chassis dynamometer* (Hofmann Pro-Dyno), gelas ukur, *stop watch*.

Konstruksi ruang bakar mula sebagai berikut:



(a)



(b)



(c)

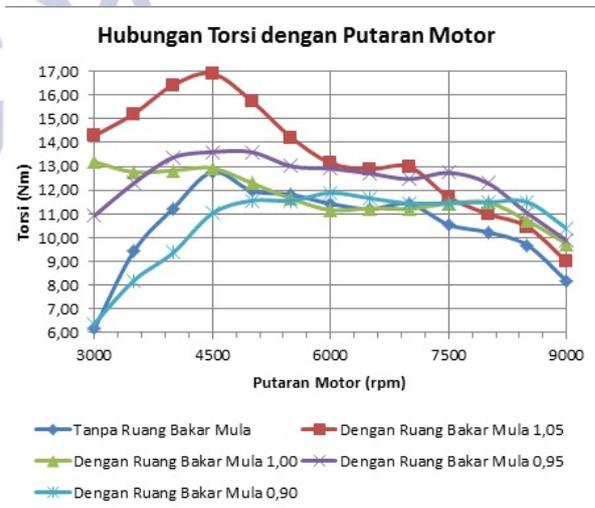
Gambar 2. Konstruksi ruang bakar mula (a) Gambar Potongan (b) Tampak Samping (c) Tampak Atas

Volume ruang bakar mula sebesar 2 ml. jika rasio kompresi awal sebelum penambahan ruang bakar mula sebesar 10,9:1, maka setelah penambahan ruang bakar mula menjadi 9,3:1

Prosedur pengujian dilakukan dengan menggunakan metode ISO 1585.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Torsi**



Gambar 4. Grafik Hubungan Torsi dan Putaran Motor

Pengujian tanpa ruang bakar mula dengan mainjet 1,05 mm pada putaran rendah memiliki tren naik, hal ini disebabkan karena campuran bahan bakar dan udara yang berubah dari kaya ke arah ideal. Pada putaran menengah torsi cenderung rata karena campuran udara dan bahan bakar yang cenderung stabil pada campuran ideal. Pada putaran tinggi torsi cenderung menurun dikarenakan kemampuan motor yang tidak dapat terisi oleh udara baru sehingga campuran menjadi kaya.

Pada pengujian menggunakan ruang bakar mula dengan mainjet yang sama yaitu 1,05 mm, torsi putaran rendah, menengah maupun tinggi memiliki nilai yang lebih tinggi dibanding tanpa menggunakan ruang bakar mula. Hal ini sesuai dengan pendapat Pulkaberg (1994:214): kemampuan ruang bakar mula yang dapat menaikkan kecepatan pembakaran melalui orifice yang ada di ujung ruang bakar mula. Dengan meningkatnya kecepatan pembakaran, maka bahan bakar yang mampu terbakar banyak, sehingga torsi yang dihasilkan lebih tinggi.

Pada penggunaan ruang bakar mula dengan mainjet yang lebih kecil (1,00 mm; 0,95 mm; dan 0,90 mm) jumlah bahan bakar yang masuk ke dalam silinder menjadi semakin kecil, hal ini mengakibatkan campuran udara dan bahan bakar menjadi semakin miskin, dan menghasilkan torsi yang lebih kecil dibandingkan dengan pengujian dengan mainjet 1,05 mm dengan ruang bakar mula.

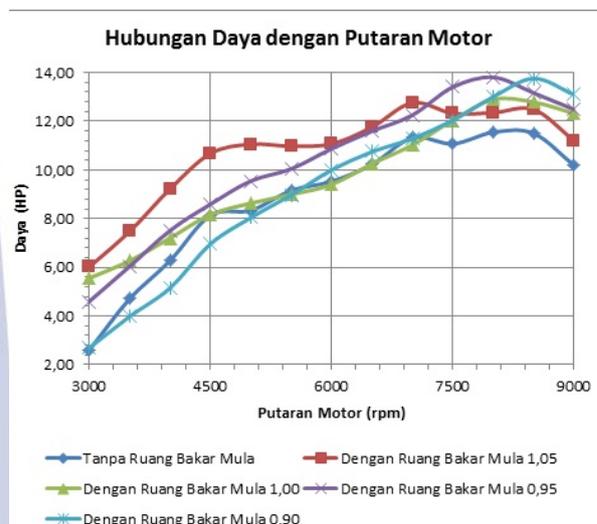
Pada pengujian dengan menggunakan ruang bakar mula dan mainjet 0,90 mm torsi pada putaran rendah berada di bawah garis torsi dengan kondisi standar (tanpa menggunakan ruang bakar mula dan mainjet 1,05 mm). Hal ini disebabkan karena jumlah bahan bakar yang sangat rendah sehingga torsi yang dihasilkan juga semakin rendah. Sedangkan pada putaran menengah relatif sama dengan torsi tanpa menggunakan ruang bakar mula. Pada putaran atas ruang bakar mula menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibanding tanpa menggunakan ruang bakar mula dengan mainjet yang lebih besar. Hal ini menunjukkan kemampuan ruang bakar mula yang tetap mampu membakar udara dan bahan bakar di saat motor yang tanpa ruang bakar mula sudah tidak mampu membakar udara dan bahan bakar.

Dengan menurunkan ukuran mainjet maka suplai bahan bakar yang masuk ke dalam silinder akan turun, sehingga perbandingan campuran udara dan bahan bakar akan semakin miskin. Menurut Jaroski (1996:4) dengan mengurangi jumlah bahan bakar pada campuran udara dan bahan bakar yang masuk ke dalam silinder akan menurunkan temperatur gas buang. Jadi penurunan temperatur gas buang akan menyebabkan temperatur percampuran udara dan bahan bakar pada saat akhir

langkah buang juga semakin rendah, sehingga akan menyebabkan naiknya efisiensi volumetrik.

Pada putaran tinggi torsi akan menurun sesuai dengan pernyataan Pulkaberg (1994:52) penurunan torsi pada putaran tinggi disebabkan ketidak mampuan motor untuk memproses udara dan bahan bakar pada silinder secara penuh.

**Daya**



Gambar 5. Grafik Hubungan Daya dan Putaran Motor

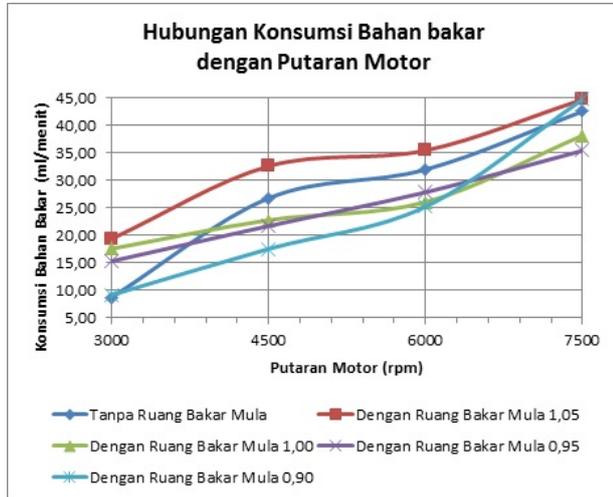
Pengujian pada kondisi standar yaitu tanpa menggunakan ruang bakar mula dan mainjet 1,05 mm, pada putaran rendah naik seiring naiknya putaran motor, begitu juga pada putaran menengah. Pada putaran tinggi tidak dapat naik, hal ini disebabkan karena kerugian gesek yang semakin besar.

Pada pengujian dengan ruang bakar mula dan mainjet 1,05 mm, daya yang dihasilkan lebih tinggi di semua putaran dibandingkan tanpa menggunakan ruang bakar mula dengan mainjet yang sama, hal ini telah ditunjukkan pada torsi yang lebih baik dengan menggunakan ruang bakar mula.

Pada pengujian dengan ruang bakar mula dan mainjet 1,00 mm daya pada putaran rendah dan putaran menengah memiliki daya yang lebih rendah dibanding dengan menggunakan mainjet 1,05 mm. hal ini terjadi karena pasokan bahan bakar yang masuk ke dalam silinder lebih sedikit sehingga torsi yang dihasilkan lebih kecil. Akan tetapi pada putaran tinggi daya yang dihasilkan lebih tinggi dikarenakan pada saat putaran tinggi campuran pada kondisi normal campuran udara dan bahan bakar menjadi kaya, dengan merubah mainjet menjadi lebih kecil maka akan menurunkan jumlah bahan bakar yang masuk sehingga pada putaran tinggi campuran udara dan bahan bakar mendekati ideal.

Pada putaran tinggi, selain kondisi campuran yang mendekati ideal, kemampuan ruang bakar mula yang mampu meningkatkan kecepatan pembakaran awal sehingga lama pembakaran persiklus dapat diperecepat, ini akan sangat membantu pada saat motor berputar pada putaran tinggi.

### Konsumsi Bahan Bakar



Gambar 6. Grafik Hubungan Konsumsi Bahan Bakar dan Putaran Motor

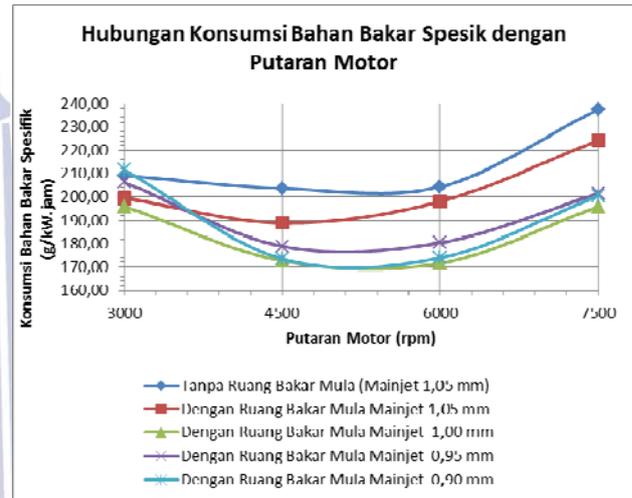
Pada pengujian tanpa ruang bakar mula dan mainjet 1,05 mm, konsumsi bahan bakar pada putaran rendah hingga putaran menengah terjadi peningkatan konsumsi bahan bakar yang cukup signifikan seiring naiknya putaran motor, hal ini sesuai dengan besar torsi maupun daya yang dihasilkan juga meningkat seiring besarnya putaran motor. Pada putaran menengah peningkatan konsumsi bahan bakar tidak terlalu signifikan dibanding pada putaran rendah, hal ini berarti campuran udara bahan bakar pada kondisi campuran yang mendekati stoikiometri. Kemudian peningkatan yang cukup signifikan terjadi pada putaran tinggi, karena campuran udara dan bahan bakar memiliki campuran kaya.

Meningkatnya konsumsi bahan bakar pada pengujian mainjet 1,05 mm dengan menggunakan ruang bakar mula diduga karena turunnya temperatur gas buang, hal ini mengakibatkan pada saat overlap katup kenaikan temperatur udara dan bahan bakar yang masuk lebih rendah dibanding tanpa menggunakan ruang bakar mula, sehingga kondisi ini akan menaikkan efisiensi volumetrik yang juga menyebabkan naiknya kevakuman dan menghisap udara dan bahan bakar yang lebih banyak.

Pada pengujian dengan menggunakan ruang bakar mula dan mainjet 1,05 mm, terjadi kenaikan konsumsi bahan bakar, akan tetapi hal ini sebanding dengan daya dan torsi yang dihasilkan yang lebih besar jika dibandingkan tanpa menggunakan ruang bakar mula.

Sedangkan pada pengujian dengan ruang bakar mula dan mainjet 1,00 mm; 0,95 mm; dan 0,90 mm terjadi penurunan konsumsi bahan bakar di semua putaran. Dengan menurunkan ukuran mainjet maka suplai bahan bakar yang masuk ke dalam silinder akan turun, sehingga perbandingan campuran udara dan bahan bakar akan semakin miskin pada putaran menengah dan putaran atas, sedangkan pada putaran rendah campuran udara dan bahan bakar cenderung kaya.

### Konsumsi Bahan bakar Spesifik



Gambar 7. Grafik Hubungan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik dan Putaran Motor

Pada pengujian tanpa menggunakan ruang bakar mula dan mainjet 1,05 mm, konsumsi bahan bakar spesifik pada putaran rendah sampai menengah cenderung rata, sedangkan pada putaran menengah konsumsi bahan bakar spesifik sampai pada titik terendah, hal ini berarti efisiensi motor tercapai pada putaran menengah. Sedangkan pada putaran tinggi konsumsi bahan bakar spesifik naik sampai dengan putaran tinggi dikarenakan naiknya kerugian gesek pada motor, berarti efisiensi motor mengalami penurunan pada putaran tinggi.

Konsumsi bahan bakar spesifik pengujian dengan menggunakan ruang bakar mula lebih rendah jika dibandingkan dengan tanpa menggunakan ruang bakar mula. Efisiensi volumetrik yang tinggi apabila tidak didukung dengan jumlah udara dan bahan yang cukup maka tidak akan menghasilkan pembakaran yang baik. Hal ini ditunjukkan pada penggunaan ruang bakar mula dengan main jet 0,95 mm dan 0,90 mm, dari segi konsumsi bahan bakar jumlahnya sangat kecil akan tetapi tidak dapat menghasilkan pembakaran yang baik.

Hasil terbaik dari pengujian didapatkan konsumsi bahan bakar serendah-rendahnya tanpa terjadi kehilangan daya yang berarti, yaitu pada pengujian motor dengan menggunakan ruang bakar mula dan mainjet 1,00 mm.

Efisiensi volumetrik yang tinggi ditunjang dengan jumlah udara dan bahan bakar yang cukup tanpa terjadi *misfire*.

## PENUTUP

### Simpulan

Dari penelitian ini didapatkan

- Torsi tertinggi terdapat pada pengujian dengan penambahan ruang bakar mula dan mainjet 1,05 mm yaitu sebesar 16,90 Nm @ 4500 rpm, jika dibandingkan dengan tanpa ruang bakar mula hanya sebesar 12,76 Nm @ 4500 rpm.
- Daya tertinggi didapat pada pengujian dengan ruang bakar mula dan mainjet 0,95 mm yaitu sebesar 13,81 Hp @ 8000 rpm sedangkan pada pengujian tanpa ruang bakar mula daya tertinggi hanya tercapai sebesar 11,55 Hp @ 8000 rpm.
- Penggunaan bahan bakar terendah tercapai pada pengujian dengan ruang bakar mula dan mainjet 1,00 mm dan 0,95mm.
- Penggunaan bahan bakar spesifik hasil terbaik ditunjukkan pada pengujian dengan ruang bakar mula dan mainjet 1,00 mm yaitu sebesar 171 g/kW.jam, sedangkan tanpa menggunakan ruang bakar mula konsumsi bahan bakar spesifik terendah yaitu sebesar 203 g/kW.jam.
- Hasil terbaik dari pengujian didapatkan konsumsi bahan bakar serendah-rendahnya tanpa terjadi kehilangan daya yang berarti, motor dapat menggunakan ruang bakar mula dengan mainjet 1,00 mm.

### Saran

Penggunaan ruang bakar mula dan mainjet dengan ukuran 1,00 mm dapat digunakan pada sepeda motor Jupiter mx, untuk menurunkan konsumsi bahan bakar. Selain itu, Beberapa hal yang masih perlu diteliti yaitu:

- Konstruksi ruang bakar mula
- penggunaan material yang lain
- Penambahan penyemprotan langsung (direct injection) pada ruang bakar mula
- Emisi gas buang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, Wiranto. 2005. *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*, Cetakan ke-5 Edisi kedua. Bandung: Penerbit ITB.
- Dale, J. D., Oppenheim, A. K. 1980. *Enhanced Ignition for I. C. with Premixed Charge*. California: University of California.
- Jarosiński, J., Lapucha, R., Mazurkiewicz, J., and Wójcicki, S., 1996. *Investigation of a Lean-Burn Piston Engine with Catalytic Prechamber*. Warsaw: Institute of Aeronautics.

Packham, Keith. 2007. *Power topic #7009, Technical information from Cummins Power Generation: Lean-burn engine technology increases efficiency, reduces NOx emissions*. USA: Cummins Inc.

Pulkrabek, William W. 1994. *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine*. New Jersey: Prentice Hall.

Warju. 2009. *Pengujian Performa Mesin Kendaraan Bermotor*. Edisi Pertama. Surabaya: Unesa University Press.

Yohan, Muntimadugu. 2010. *Investigations On Lean Combustion in a Petrol Engine*. Anantapur: Jawaharlal Nehru Technological University

