THE EFFECT OF *CAMSHAFT* LSA 244,5° AND ECU *RE-MAP* ON PERFORMANCE ON BBS1 TYPE *ENGINE*

Ridwan Adam M. Noor [1], Tatang Permana[2], M. Ariq Yusran Prawira[3*]

Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Pendidikan Indonesia
Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung 40154
Correspondent e-mail: ariqyusran@upi.edu*

***ABTRACT*/ABSTRAK**

This research was carried out with the aim of finding out whether there was a change in performance if the TPE BBS1 engine camshaft was changed to 244.50 and assisted by re-map electronic controlling unit. This research uses experimental methods. The research object is a motorbike with engine code BBS1. There were 3 test variations tested in this research, namely standard camshaft and standard ECU variations, LSA 244.5o camshaft and standard ECU, LSA 244.5o camshaft coil using an ECU that had been re-mapped. Tests were carried out at the Vehicle, Motorcycle, Test Bench and Alternative Laboratory at the Indonesian Education University using a dynamometer to measure torque and power, as well as a gas analyzer to measure exhaust emissions. The research procedure was carried out with initial measurements of torque, power, fuel consumption, and exhaust emissions with a standard camshaft and standard ECU, then replace the standard camshaft with an LSA 244.5o camshaft and the standard ECU with an ECU that has been re-mapped. After that, re-measure the torque, power and exhaust emissions after replacing the components. The data obtained are maximum torque (N.m), maximum power (HP), exhaust gas emission levels (%), fuel consumption (liters/hour), and volumetric efficiency (%). . There was an increase in torque and power when testing using a dynamometer with each different variable. Based on the calculation using the formula, there is an increase in the volumetric efficiency value of the variable.

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengehtahui apakah ada peubahan performa apabila *engine* tipe BBS1 *camshaft* nya diubah menjadi 244,5^0 dan dibantu dengan *re-map electronic controlling unit.* Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Objek penelitian adalah sepeda motor dengan kode *engine* BBS1. Terdapat 3 variasi pengujian diuji pada penelitian ini yaitu variasi *camshaft* standar dan ECU standar, *camshaft* LSA 244,5^o dan ECU standar, koil *camshaft* LSA 244,5^o dengan menggunakan ECU yang sudah di *re-map*. Pengujian dilakukan di Laboratorium Vehicle, Motorcycle, Test Bench, and Alternative Universitas Pendidikan Indonesia dengan menggunakan alat dinamometer untuk mengukur torsi dan daya, serta gas analyzer untuk mengukur emisi gas buang. Prosedur penelitian dilakukan dengan pengukuran awal terhadap torsi, daya, konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang dengan *camshaft* standar dan ECU standar, kemudian mengganti *camshaft* standar dengan *camshaft* LSA 244,5^o dan ECU standar dengan ECU yang sudah di *re-map*.

ARTICLE INFO

Article History:
Submitted/Received
23 Aug 2024

First Revised
01 Des 2024

Accepted
20 Des 2024

Online Date
25 Des 2024

Publication Date
31 Des 2024

Keywords:
Keywords: camshaft; ECU; *volumetric efficiency; performance; gas exhaust*

Kata kunci:
Kata kunci: camshaft; ECU; efisiensi *volumetris* ; performa; emisi gas buang

Setelah itu melakukan pengukuran ulang terhadap torsi, daya, dan emisi gas buang setelah penggantian komponen. Terakhir, menganalisis data untuk melihat pengaruh penggantian komponen terhadap performa *engine*. Data yang didapatkan yaitu torsi maksimum (N.m), daya maksimum (HP), kadar emisi gas buang (%), konsumsi bahan bakar (liter/jam), dan efisiensi *volumetris* (%). Data tersebut akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik untuk melihat hasil pengujian dan perhitungan masing-masing variasi. Terjadi peningkatan pada torsi dan daya pada saat dilakukan pengetesan menggunakan dinamometer dengan masing-masig variabel yang berbeda. Berdasarkan perhitungan dengan rumus, terjadi peningatan pada nilai efisiensi *volumetris* pada variabel *camshaft* dengan LSA 244,5^{0,} dan dibantu dengan ECU yang sudah di *re-map.*

1. PENDAHULUAN

Teknologi otomotif mulai berkembang di berbagai sektor dengan banyaknya inovasi terbaru yang memiliki tujuan untuk meningkatkan kualitas dari produk otomotif, termasuk pada sistem bahan bakar. Motor bensin 4 langkah adalah sepeda motor dengan tipe pembakaran internal atau didalam atau dikenal sebagai *internal combustion engine* yang proses pembakarannya dilakukan secara tertutup dengan merubah energi kimia yang ada pada bahan bakar di proses menjadi energi mekanis dalam ruang bakar (Mahesa, 2017). Proses terjadinya pembakaran pada motor 4 langkah terjadi dalam 4 siklus, yakni hisap, komprasi, usaha, dan buang yang dilakukan secara berurutan.

Bagi masyarakat yang gemar bepergian jauh atau *touring*, faktor performa *engine* yang baik sangat penting untuk digunakan sehingga dapat melewati berbagai medan jalur seperti tanjakan atau *trek* lurus panjang. Pada penelitian ini, penulis menggunakan motor Yamaha XSR 155 yang sering digunakan untuk *touring* dan juga nantinya sebagai bahan penelitian. Dalam upaya meningkatkan kinerja *engine*, ada beberapa langkah yang dapat diambil oleh para penggemar kinerja dan mekanik. Hal tersebut termasuk mengubah pengaturan pengapian, menyesuaikan sistem penyemprotan bahan bakar, atau melakukan modifikasi pada bagian *engine* (Wijaya, 2017). Salah satu modifikasi umum dilakukan dengan mengganti komponen standar dengan komponen balap, terutama pada bagian *cylinder head*. Hal ini karena daya dan torsi yang dihasilkan oleh sepeda motor berasal dari proses pembakaran campuran udara dan bahan bakar di dalam ruang bakar (Kristanto, 2015). Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memodifikasi bagian *engine* adalah dengan memodifikasi profil *camshaft.* (Sutrisno, 2018). Tujuan akhir dalam modifikasi *camshaft* yaitu menambah efisiensi *volumetris* campuran bahan bakar dan udara yang masuk kedalam silinder dan memperlancar proses pembuangan setelah pembakaran. Diharapkan dengan meningkatnya efisiensi *volumetris* yang masuk kedalam silinder dan terbakar sempurna dapat menghasilkan tenaga yang besar (Yoyok, 2012).

Camshaft dan *Electronic Control Unit b*ekerja sama dalam mengatur suplai bahan bakar dengan masuknya udara sebagai campuran pembakarannya. Lain hal nya yang diberikan dalam performa motor balap, yang beberapa sistem nya telah dimodifikasi untuk meningkatkan kerja *engine* motor tersebut dalam balapan. Terdapat beberapa parameter untuk kerja *engine* motor antara lain adalah torsi (*torque*), daya (*power*), rata-rata tekanan efektif (*mean effective pressure),* konsumsi bahan bakar spesifik (*specific fuel consumption),* efisiensi termal, dan perbandingan bahan bakar dengan udara (*air fuel ratio)* (Warju, 2009).

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan performa *engine* adalah dengan cara merubah *Lobe Separation Angle (*Susilo,2013). *Lobe Separation Angle* atau LSA adalah angka derajat antara titik tengah pucuk bubungan *lobe-in* dan pucuk bubungan *lobe-exhaust.* (Dantes, dkk. 2022). LSA berada di area seperempat putaran derajat poros engkol antara *intake* dan *exhaust.* (Susilo, 2013). Modifikasi *LSA* pada *camshaft* ini merupakan perubahan terhadap durasi dan *timing* buka tutup katup, tinggi bukaan katup, serta jarak antara puncak *camshaft.* Untuk membantu mengoptimalkan modifikasi pada *camshaft* di *engine* B1V, dibutuhkan *stand alone engine management system* atau yang sering disebut ECU *re-map*, yang mana ECU ini dapat memprogram ulang *ignition timing, injection timing,* dan *injection volume* (Cahyo, 2018). Sehingga dengan adanya variasi pemrograman ulang ECU tersebut dapat membantu mengoptimalkan modifikasi *camshaft* dengan perubahan timing pembakaran dan pengapian yang dapat diubah secara optimal dengan cara komputerisasi ulang sistem tersebut. Berdasarkan latar belakang dan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, penulis berniat untuk menganalisis pengaruh penggunaan *camshaft* dengan variasi *camlobe* dan ECU *re-map* pada *engine* BBS1 terhadap performa dan gas buang.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Objek penelitian adalah sepeda motor dengan kode *engine* BBS1. Ada 3 variasi pengujian diuji pada penelitian ini yaitu variasi *camshaft* standar dan ECU standar, *camshaft* LSA 244,5^{o} dan ECU standar, koil *camshaft* LSA 244,5^{o} dengan menggunakan ECU yang sudah di *re-map*. Pengujian dilakukan di Laboratorium Vehicle, Motorcycle, Test Bench, and Alternative Universitas Pendidikan Indonesia dengan menggunakan alat dinamometer untuk mengukur torsi dan daya, serta gas analyzer untuk mengukur emisi gas buang.

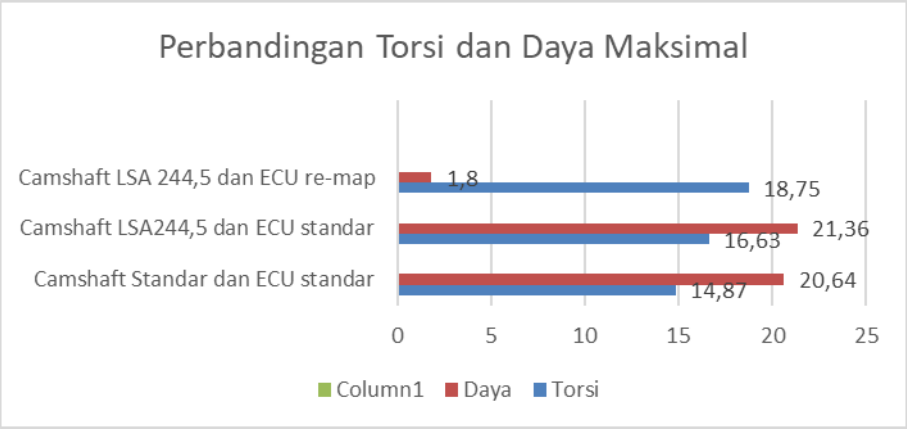
Prosedur penelitian dilakukan dengan pengukuran awal terhadap torsi, daya, konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang dengan *camshaft* standar dan ECU standar, kemudian

mengganti *camshaft* standar dengan *camshaft* LSA 244,5° dan ECU standar dengan ECU yang sudah di *re-map*. Setelah itu melakukan pengukuran ulang terhadap torsi, daya ,dan emisi gas buang setelah penggantian komponen. Terakhir, menganalisis data untuk melihat pengaruh penggantian komponen terhadap performa *engine*. Data yang didapatkan yaitu torsi maksimum (N.m), daya maksimum (HP), kadar emisi gas buang (%), konsumsi bahan bakar (liter/jam), dan efisiensi *volumetris* (%). Data tersebut akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik untuk melihat hasil pengujian dan perhitungan masing-masing variasi.

3. HASIL PENELITIAN

3.1 Hasil Dinamometer Daya dan Torsi

Pengujian dinamometer ini bertujuan untuk memperoleh data spesifik dari daya dan torsi yang dihasilkan dari masing-masing variasi yanng diuji. Perbandingan torsi dan daya maksimal dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Hasil Perbandingan Torsi dan Daya Maksmimal pada Tiap Variasi

Pada gambar 1 dapat dilihat perbandingan pengaruh variasi penggunaan *camshaft* standar dengan LSA 244,5° dan juga dengan dibantu ECU yang sudah di *re-map*. gambar ini menjelaskan bahwa torsi *engine* tertinggi terjadi pada variasi *camshaft* dengan LSA 244,5° dengan menggunakan ECU *re-map*, yaitu sebesar 18,75 N.m pada RPM 7650 dibandingkan dengan *camshaft* standar yang sebesar 14,87 pada RPM 7140 N.m.

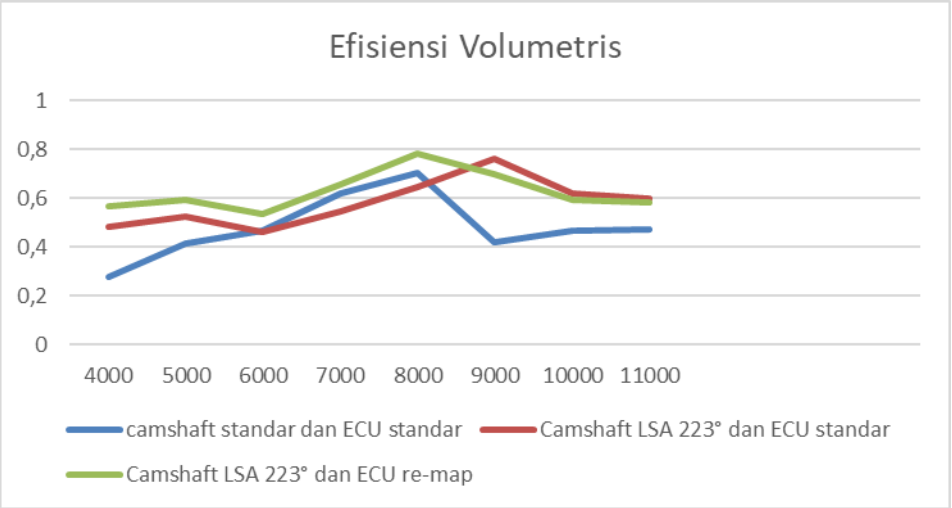
Tabel 1 menunjukkan perbandingan pengaruh variasi penggunaan *camshaft* standar dan LSA 244,5° dengan penggunaan ECU standar dan *re-map*. Hasilnya menunjukkan bahwa daya *engine* tertinggi terjadi pada variasi *camshaft LSA* 244,5° dengann penggunaan ECU yang sudah di *re-map*, yaitu sebesar 24,23 HP dari keadaan *camshaft* standar dan

menggunakan ECU standar dengan daya maksimum sebesar 20,64 HP. Hasil tersebut sesuai dengan perhitungan secara teoritis oleh peneliti terkait hubungan antara daya dan torsi terhadap efisiensi *volumetris* pada tiap rpm nya yang telah disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Efisiensi *Volumetris* Masing-masing Variasi

Pengujian	**Torsi**	**RPM**	**Daya**	**RPM**	η_v
Camshaft standar dan ECU standar	5,37	4000	3,04	4000	27,8%
	9,87	5000	6,93	5000	41,5%
	9,18	6000	7,76	6000	46,4%
	11,46	7000	11,28	7000	61,9%
	13,3	8000	14,65	8000	70,4%
	10,65	9000	13,54	9000	42,9%
	11,6	10000	16,36	10000	46,9%
	9,73	11000	15,27	11000	47,3%
MAX	**14,15**	**8643**	**20,64**	**10440**	**77%**
Camshaft LSA 244,5° dan ECU standar	9,37	4000	5,27	4000	48,5%
	10,22	5000	7,21	5000	52,7%
	8,89	6000	7,51	6000	46,1%
	10,55	7000	10,41	7000	54,8%
	11,18	8000	12,61	8000	64,6%
	14,68	9000	18,6	9000	76,3%
	11,54	10000	16,26	10000	62,1%
	12,34	11000	19,11	11000	59,6%
MAX	**16,63**	**8470**	**21,36**	**10870**	**79,8%**
Camshaft 244,5° dan ECU *re-map*	12,3	4000	7,78	4000	56,6%
	13,4	5000	8,37	5000	59,5%
	11,73	6000	9,9	6000	53,5%
	14,4	7000	14,21	7000	65,6%
	18,76	8000	17,03	8000	78,3%
	15,29	9000	19,36	9000	69,7%
	13	10000	18,32	10000	59,3%
	12,74	11000	19,52	11000	58%
MAX	**18,75**	**7650**	**24,23**	**10500**	**97,9%**

Nilai efisiensi *volumetris* terttinggi diperoleh dari variasi *camshaft* LSA 244,5 dengan menggunakan ECU yang sudah di *re-map* sebesar 97,9%, sedangkan hasil urutan kedua diperoleh dari variasi *camshaft* standar dan ECU standar dengan nilai maksimum efisiensi volumteris sebesar 77%, dan pada variasi *camshaft* LSA 244,5 dan ECU standar diperoleh nilai efisiensi *volumetris* sebesar 79,8%.



Gambar 2. Grafik Efisiensi *Volumetris*

3.2. Hasil Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar

Jumlah pemakaian bahan bakar tertinggi dicapai oleh variasi *camshaft* LSA 244,5 dengan ECU yang sudah di *re-map* dengan konsumsi bahan bakar 2,125kg/jam, sedangkan variasi *camshaft* LSA 244,5 dengan ECU standar memperoleh pemakaian bahan bakar sebesar 1,947 kg/jam, dan variasi *camshaft* standar dan ECU standar memperoleh nilai pemakaian bahan bakar sebesar 1,89 kg/jam. Hasil perhitungan jumlah pemakaian bahan bakar dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pemakaian Bahan Bakar

Variasi	**Putaran *Engine* (rpm)**	**Jumlah Pemakaian Bahan Bakar Efektif (kg/jam)**
Camshaft Standar dan ECU standar	7140	0,117027
Camshaft LSA 244,5° dan ECU standar	8470	0,117077
Camshaft LSA 244,5° dan ECU re-map	7650	0,11333

Jumlah pemakaian bahan bakar tertinggi dicapai oleh variasi *camshaft* LSA 244,5 dengan ECU yang sudah di *re-map* dengan konsumsi bahan bakar 2,125kg/jam, sedangkan variasi *camshaft* LSA 244,5 dengan ECU standar memperoleh pemakaian bahan bakar sebesar 1,947 kg/jam, dan variasi *camshaft* standar dan ECU standar memperoleh nilai pemakaian bahan bakar sebesar 1,89 kg/jam.

Tabel 3 Emisi Gas Buang

Variasi	Emisi Gas Buang				
	CO (%)	***CO_2(%)***	***HC (ppm)***	***O_2(%)***	***NO_x (ppm)***
Camshaft Standar dan ECU Standar	*0,53*	*10,1*	*150*	*6,46*	*0*
Camshaft LSA 244,5 dan ECU Standar	*0,71*	*12,3*	*386*	*2,92*	*0*
Camshaft LSA 244,5 dan ECU re-map	*0,95*	*7,8*	*1015*	*1,01*	*0*

Pada tabel 3 menunjukkan bahwa kecenderungan nilai CO tertinggi dihasilkan oleh variasi *camshaft* LSA 244,5 dan ECU *re-map* yaitu 0,95%, sedangkan nilai CO terendah dicapai oleh variasi *camshaft* standar dan ECU setandar yaitu 0,53%. Nilai CO2 tertinggi diraih oleh variasi *camshaft* standar dan ECU standar yaitu 10,1 %, sedangkan nilai CO2 terendah dihasilkan oleh variasi *camshaft* LSA 244,5 dan ECU *re-map* yaitu 7,8 %. Nilai HC terendah diraih oleh *camshaft* standar dan ECU *re-map* yaitu 150 ppm, sedangkan nilai HC tertinggi dihasilkan oleh *camshaft* LSA 244,5 dan ECU *re-map* yaitu 1.015 ppm. Nilai O2 terendah dicapai oleh *camshaft* LSA 244,5 dan ECU *re-map* yaitu 1,01%, sedangkan nilai O2 tertinggi dikeluarkan oleh variasi *camshaft* standar dan ECU standar dengan nilai 6,46 %. Nilai NOx tidak terlihat dari hasil pengujian ketiga variasi ini.

4. PEMBAHASAN

4.1. Torsi

Pada tabel 1 dapat dilihat perbandingan pengaruh variasi penggunaan *camshaft* standar dengan LSA 223° dan juga dengan dibantu ECU yang sudah di *re-map*. Tabel tersebut menjelaskan bahwa torsi *engine* tertinggi terjadi pada variasi *camshaft* dengan LSA 223° dengan menggunakan ECU *re-map*, yaitu sebesar 18,75 N.m pada RPM 7650 dibandingkan dengan *camshaft* standar yang sebesar 16,15 pada RPM 7140 N.m.

4.2 Daya efektif

Pada tabel 1 dapat dilihat perbandingan pengaruh variasi penggunaan *camshaft* standar dan LSA 223° dengan penggunaan ECU standar dan *re-map*. Tabel tersebut juga menunjukkan bahwa daya *engine* tertinggi terjadi pada variasi *camshaft LSA* 223° dengan penggunaan ECU yang sudah di *re-map*, yaitu sebesar 24,23 HP dari keadaan *camshaft* standar dan menggunakan ECU standar dengan daya maksimum sebesar 20,64 HP.

Dilihat dari data dan perhitungan yang didapat, torsi dari variasi pengujian *camshaft* dengan LSA 223° dengan menggunakan ECU *re-map*, yaitu sebesar 18,75 N.m pada RPM 7650 dibandingkan dengan *camshaft* standar yang sebesar 16,15 pada RPM 7140 N.m, dan pada variasi *camshaft* standar dan ECU standar didapat torsi sebesar14,15 di rpm 8463.

4.3. Efisiensi *Volumetris*

Nilai efisiensi *volumetris* tertinggi diperoleh dari variasi *camshaft* LSA 223 dengan menggunakan ECU yang sudah di *re-map* sebesar 97,9%, sedangkan hasil urutan kedua diperoleh dari variasi *camshaft* standar dan ECU standar dengan nilai maksimum efisiensi volumteris sebesar 77%, dan pada variasi *camshaft* LSA 223 dan ECU standar diperoleh nilai efisiensi *volumetris* sebesar 79,8%.

Nilai efisiensi volumteris jika dilihat dari rumusnya pada perhitungan dan pembahasannya sebelumnya dipengaruhi oleh daya, torsi, efisiensi *thermis*, dan volume udara yang masuk dibandingkan dengan volume udara pada silinder.

4.4 Pemakaian Bahan Bakar

Jumlah pemakaian bahan bakar tertinggi dicapai oleh variasi *camshaft* LSA 223 dengan ECU yang sudah di *re-map* dengan konsumsi bahan bakar 2,125kg/jam, sedangkan variasi *camshaft* LSA 223 dengan ECU standar memperoleh pemakaian bahan bakar sebesar 1,947 kg/jam, dan variasi *camshaft* standar dan ECU standar memperoleh nilai pemakaian bahan bakar sebesar 1,89 kg/jam. Efisiensi bahan bakar jika dilihat dari perhitungan sebelumnya dipengaruhi oleh daya efektif *engine,* efisiensi *thermis*, dan nilai kalor dari bahan bakar.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan kajian dan hasil pengujian yang sudah dilakukan, maka didapatkan kenaikan torsi dari variasi *camshaft* dan ECU standar yang berawal di angka 14,87 pada rpm 7140 meningkat menggunakan variasi *camshaft* LSA 244,5º dan ECU yang sudah di *re-map* dengan torsi sebesar 18,75 Nm pada rpm 7650. Daya *engine* juga mengalami peningkatan saat menggunakan variasi *camshaft* LSA 244,5º dan ECU *re-map* sebesar 24,23 hp dibandingkan dengan variasi ECU standar dan *camshaft* standar yang daya nya hanya mencapai 20,64 hp. Konsumsi bahan bakar juga meningkat pada variasi *camshaft* LSA 244,5 dengan ECU yang sudah di *re-map* dengan konsumsi bahan bakar 2,125kg/jam, diabandingkan dengan variasi *camshaft* standar dan ECU standar memperoleh nilai pemakaian bahan bakar sebesar 1,89 kg/jam. Emisi gas buang khusunya kadar CO juga meningkat signifikan pada variasi variasi *camshaft* LSA 244,5 dan ECU *re-map* yaitu

0,95%, yang sebelumnya kadar CO yang dikeluarkan oleh variasi *camshaft* standar dan ECU standar yaitu 0,53%. Nilai efisiensi *volumetris* terttinggi diperoleh dari variasi *camshaft* LSA 244,5 dengan menggunakan ECU yang sudah di *re-map* sebesar 97,9%, meningkat drasitis dari variasi *camshaft* standar dan ECU standar dengan nilai maksimum efisiensi volumteris sebesar 77%.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari banyak pihak yang memberikan dukungan dan bantuan selama menyelesaikan studi dan tugas akhir ini. Oleh karena itu, sudah sepantasnya penulis dengan penuh hormat mengucapkan terimakasih dan mendoakan semoga Allah memberikan balasan terbaik kepada seluruh pihak yang mendukung penulis dalam menyusun penulisan ini dari tahapan awal hingga penelitian ini selesai.

7. REFERENSI

Arismunandar, W. (2005). *Motor Bakar Torak (edisi kelima)*. Bandung: ITB.

Bröring, A., Remke, A., Stasch, C., Autermann, C., Rieke, M., & Möllers, J. (2015). *EnviroCar: A Citizen Science Platform for Analyzing and Mapping Crowd-Sourced Car Sensor Data*. *Transactions in GIS*, *19*(3), 362-376.

Dantes, K. R., & Wiratmaja, I. G. (2022). Pengaruh Variasi Derajat *Lobe Separation Angle Camshaft* Terhadap Torsi, Daya Dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Motor Bensin 4 Langkah. *Jurnal Pendidikan Teknik engine Undiksha*, *10*(2), 148-157.

Diep, H. T., Nguyen, G. B., & Mohamad, B. (2023). *Re-mapping And Simulation Of EFI System For SI Engine Using Piggyback ECU*. *Acta Polytechnica. 63* (2), 89-102.

Jama, J., & Wagino, W. (2008). Teknik Sepeda Motor. *Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan*, *4*, 58-75.

Kim, S., & Kim, J. (2017). *Development of a Driver-Oriented Engine Control Unit (ECU)-Mapping System With BigData Analysis*. *IEMEK Journal of Embedded Systems and Applications*, *12*(4), 247-258.

Lee, W., & Ohm, I. (2001). *Effects Of The Method Of Changing Compression Ratio On Engine Performance In An SI Engine*. *Transaction of Korea Society of Automotive Engineers*, *9*(4), 27-33.

Marsudi, M. T. (2016). Buku Pintar Teknisi Otodidak Sepeda Motor Matic. *Yogyakarta: Andi*.

Mintoro, S. (2017). Optimasi Kinerja ECU (Electronic Control Unit) Melalui Pemrograman *Re-map*ping pada *Engine* EFI. *Prosiding Seminar Nasional IIB Darmajaya: 458-471.* Bandar Lampung, 25 Oktober 2017.

Philip, K. (2015). Motor Bakar Torak Teori & Aplikasinya. *Yogyakarta: Andi*.

Pratama, F. H., Abidin, A., & Bahri, M. H. (2024). Analisis Performa Sepeda Motor Sistem Injeksi 110 CC Menggunakan ECU Standar dan ECU Standar *Re-map*. *Journal of Engineering Science and Technology*, *2*(2), 46-52.

Rahman, M. D., Wigraha, N. A., & Widayana, G. (2017). Pengaruh Ukuran Katup Terhadap Torsi dan Daya pada Sepeda Motor Honda Supra Fit. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, *5*(3), 45-54.

Siswanto, Y. D. (2012). Pengaruh Variasi *Lobe Separation Angle Camshaft* dan Variasi Putaran Mesin Terhadap Daya pada Sepeda Motor Honda Supra X 125 Tahun 2008.

Sudrajad, A., Yusuf, Y., & Prasetyo, I. (2020). *Camshaft Modification On Gasoline Single Cylinder Engine To Increase Engine Performance*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 909: 1-5*.

Suarnata, P. P., Dantes, K. R., & Wigraha, N. A. (2017). Perbandingan Penggunaan Koil Standar dan Koil Racing KTC Terhadap Daya Mesin dan Konsumsi Bahan Bakar pada Sepeda Motor Yamaha Mio Tahun 2006. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, *5*(3), 18-26.

Sudheer, Y., & Raghunathareddy, C. (2018). *Design and analysis of camshaft*. *International Journal of Advanced Technology and Innovative research*, *10*(8), 829-848.

Sukidjo, F. X. (2008). Pengaruh Durasi *Camshaft* Terhadap Konsumsi Bahan Bakar, Emisi Gas Buang, Torsi dan Daya Mesin pada Mesin Bensin. In *Forum Teknik.*

Susilo, A. (2013). Pengaruh Besar Lsa (*Lobe Separation Angle*) pada *Camshaft* Terhadap Unjuk Kerja Mesin Sepeda Motor 4 Langkah. *Jurnal Teknik Mesin*, *1*(2), 245-250.

Wahyu Hidayat, S. T. (2012). *Motor Bensin Modern*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

Wiryawan, P. N., Widayana, G., & Dantes, K. R. (2017). Pengaruh Perbandingan Penggunaan Bahan Bakar Pertalite dan Bahan Bakar Gas LPG terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar Bensin 4 Tak Pada Motor Honda Supra Fit. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, *5*(2).