

PENGARUH *RE-MAPPING* ECU DAN VARIASI BUSI TERHADAP PERFORMA MESIN MATIC 4 TAK 110 CC

Puji Eko Saputro¹, Sena Mahendra², Joko Suwignyo³

¹Pendidikan Vokasional Teknik Mesin
Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ivet
E-mail: 64putro@gmail.com

²PJJ Pendidikan Vokasional Teknik Mesin
Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ivet
E-mail: sena.mahendra@yahoo.com

³Pendidikan Vokasional Teknologi Otomotif
Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ivet
E-mail: jkswgnyo@gmail.com

ABSTRAK

Berkembangnya teknologi di dunia otomotif yang sangat pesat, hal ini mendorong manusia mulai meninggalkan kendaraan bermotor yang masih menggunakan sistem karburator dan beralih menggunakan sistem EFI. Pada sistem EFI pada pabrik dinilai kurang menghasikan daya yang maksimal, maka dari itu perlu dilakukan *re-mapping* ECU pada kendaraan sistem EFI, agar mampu menaikkan performa di banding setelan pabrik. Penggunaan busi yang tepat juga akan mempengaruhi performa yang dihasilkan oleh mesin kendaraan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) Torsi paling tinggi adalah pada penggunaan busi racing/iridium dengan *mapping* bahan bakar 5% sudut pengapian 2° dan *limiter* 11.000 rpm torsi naik 11% di 4.000 rpm dan 12% di 7.000 rpm; (2) Daya paling tinggi adalah pada saat *mapping* bahan bakar 5% sudut pengapian 2° dan *limiter* 11.000 rpm dan menggunakan busi *racing* daya naik 9% di 4.000 rpm dan 12% di 7.000 rpm; (3) *Specific fuel consumption* (SFC) terbaik pada saat penggunaan busi *racing* dan ECU standart mencapai penurunan sebesar 13% pada 4.000 rpm dan 12% di 7.000 rpm. Hasil SFC tersebut merupakan hasil paling baik daripada saat *mapping* yang lainnya; (4) Pada emisi gas buang tingkat CO menurun sangat drastis sebesar 59% pada ECU standart dan penggunaan busi racing, CO₂ pada ECU *mapping* bahan bakar 3% sudut pengapian 1° limiter 11.000 rpm, HC mengalami penurunan tertinggi sebesar 25% pada penggunaan busi *racing* pada ECU standart dan pada ECU *mapping* bahan bakar 3% sudut pengapian 1° limiter 11.000 rpm. O₂ paling rendah dengan penurunan 3% pada penggunaan ECU standart dan pada penggunaan busi racing.

Kata Kunci : ECU Re-mapping, Sudut Pengapian, Debit Bahan Bakar, Busi, Performa Mesin

ABSTRACT

The development of technology in the automotive world is very rapid, this has prompted people to start leaving motorized vehicles that still use the carburetor system and switch to using the EFI system. The EFI system at the factory is considered to not produce maximum power, therefore it is necessary to re-mapping the ECU on EFI system vehicles, so that it can increase performance compared to factory settings. Using the right spark plug will also affect the performance produced by the vehicle engine. The results showed that (1) the highest torque was the use of racing/iridium spark plugs with 5% fuel mapping, ignition angle of 2° and 11,000 rpm torque limiter increased by 11% at 4,000 rpm and 12% at 7,000 rpm; (2) The highest power is when fuel mapping is 5%, ignition angle is 2° and the limiter is 11,000 rpm and using racing spark plugs, the power increases by 9% at 4,000 rpm and 12% at 7,000 rpm; (3) The best specific fuel consumption (SFC) when using racing spark plugs and standard ECU achieves a decrease of 13% at 4,000 rpm and 12% at 7,000 rpm. The SFC results are the best results compared to the other mappings; (4) In exhaust emissions, CO levels decrease drastically by 59% on standard ECU and use of racing spark plugs, CO₂ on fuel mapping ECU 3% ignition angle 1° limiter 11,000 rpm, HC has the highest decrease of 25% on use of racing spark plugs on standard ECU and on fuel mapping ECU 3% ignition angle 1° limiter 11,000 rpm. O₂ is the lowest with a 3% reduction when using a standard ECU and using racing spark plugs.

Keywords: ECU Re-mapping, Ignition Angle, Fuel Discharge, Spark Plug, Engine Performance

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi, telah mendorong manusia ke bidang otomotif yaitu menciptakan teknologi yang semakin maju (Mesin 2022).

Meningkatnya jumlah sepeda motor dengan sistem EFI menyebabkan sepeda motor konvensional yang menggunakan sistem karburator mulai ditinggalkan. Menurut Zulfikar sebagai owner sekaligus teknisi di bengkel *Crazyfast Speedshop* Rembang menyatakan bahwa sepeda motor EFI akan mengalami penurunan performa setelah digunakan selama 4-5 tahun. Untuk meningkatkan kembali performa sepeda motor tersebut harus dilakukan *re-mapping* ECU. Pengaturan-pengaturan ulang dalam ECU disebut *engine re-mapping* ini sangat penting dilakukan untuk mesin yang sudah digunakan lebih dari 5 tahun, atau terjadi hal-hal kerusakan pada sensor dan *acuator* pada mesin sehingga performa mesin mengalami penurunan atau peningkatan performa dari setingan awal pabrik. Dalam melakukan *remapping* ECU perlu tindakan khusus, baik secara mekanis maupun secara *komputasi* (Mintoro 2017).

Remapping adalah memetakan atau pemetaan, maksud di dalam istilah ECU yaitu menganalisa peta kurva pengapian dan menterjemahkan poin-poin dari sudut derajat waktu pengapian untuk menghasilkan performa mesin yang maksimal. Istilah lain dari *Remapping* ECU adalah setting ECU dalam hal penentuan derajat waktu pembakaran atau pengapian. *Remapping* bisa dilakukan dengan cara analisa dengan program komputer dan cara manual (Muhamad and Alex 2021).

Di dunia otomotif banyak bermunculan *sparepart* racing untuk pengguna sepeda motor *injeksi* yang ingin memodifikasi guna mengoptimalkan performa mesin kendaraannya. Salah satunya adalah komponen busi *racing*. Busi *racing* diklaim memiliki keunggulan dapat menghasilkan percikan api yang lebih baik karena didukung oleh desain elektroda yang dapat menghasilkan percikan listrik

yang merata dibandingkan dengan busi standart. Untuk meningkatkan performa yang di inginkan perlu di lakukan penggantian komponen, komponen yang dapat di ganti adalah busi. Dari busi standart di ganti dengan busi *racing*.

Berdasarkan pemaparan di atas, penulis tertarik untuk menganalisis *re-mapping* ECU dan variasi busi terhadap performa serta konsumsi bahan bakar spesifik dan emisi gas buang pada sepeda motor Honda Beat 110 CC tahun 2019. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan *remapping* ECU dengan *mapping* bahan bakar 3% sudut pengapian 1° serta *limiter* 11000 RPM kemudian *mapping* bahan bakar 5% sudut pengapian 2° serta *limiter* 11000 RPM dan *mapping* bahan bakar 10% sudut pengapian 3° serta *limiter* 11000 RPM serta di pengaruhi oleh busi standart dan busi racing/iridium.

METODE PENELITIAN

Pendekatan penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif. Penelitian kuantitatif diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrument penelitian, analisis data bersifat kuantitatif / statistik, dengan tujuan untuk menguji hipotetsis yang telah ditetapkan (Sugiyono 2019).

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen. Metode eksperimen adalah metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono 2018). Penelitian eksperimen ini bertujuan untuk menganalisis penggunaan ECU standar dan ECU *remapping* yang di pengaruhi oleh dua jenis busi yaitu busi standart dan busi racing/iridium terhadap performa motor yang meliputi torsi, daya, konsumsi bahan bakar spesifik serta emisi gas buang sepeda motor Beat 110 CC.

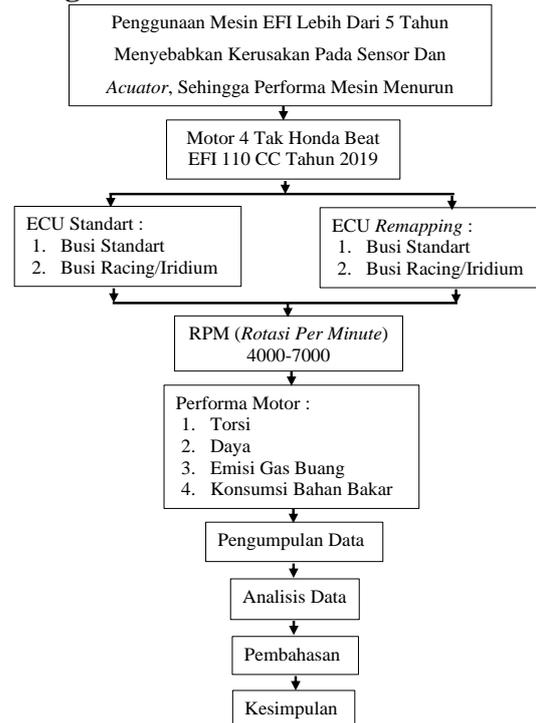
Alat Penelitian

1. Motor Bakar
Adapun motor bakar yang dipakai dalam pengujian, yaitu :
Type : 4 Tak
Merk : Beat FI 2019
Jumlah silinder : 1
Jumlah katup : 2 (1 katup buang dan 1 katup masuk)
Kapasitas mesin : 110 cc
Diameter langkah : 50 x 55,1 mm
Volume langkah : 108,2 cc
2. *Chasis Dynamometer* berfungsi untuk mengukur torsi dan daya mesin sepeda motor.
3. *Gas analyzer* berfungsi untuk mengukur tingkat kandungan emisi gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan bensin.
4. Gelas ukur berfungsi sebagai alat ukur untuk mengetahui banyaknya konsumsi bahan bakar yang digunakan.
5. *Stopwatch* berfungsi untuk mengukur durasi lama konsumsi bahan bakar sepeda motor.
6. *Tachometer* berfungsi untuk mengukur perputaran mesin dalam satuan rpm (*rotation per minute*).
7. Kunci busi berfungsi untuk melepas dan memasang busi sesuai dengan ukuran busi pada posisi sulit dijangkau oleh kunci pas atau kunci ring.
8. *Tool Set* Berfungsi sebagai alat bantu membongkar komponen sepeda motor.
9. Komputer/PC Digunakan untuk proses *remapping* ECU sepeda motor sebagai variabel independent yang mempengaruhi.

Bahan Penelitian

1. ECU digunakan adalah ECU standar yang kemudian dilakukan pemetaan ulang.
2. Busi digunakan untuk penelitian pengaruh performa sepeda motor Beat 110FI tahun 2019, sebagai variabel independent yang mempengaruhi.

Diagram Alur Penelitian



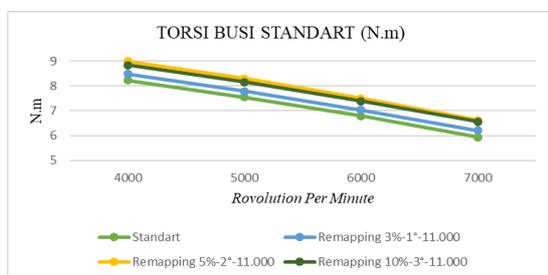
Gambar 1. Diagram Rancangan Eksperimen

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini mengambil data dari subjek sepeda motor Honda Beat 110 CC dan telah di pastikan kendaraan dalam keadaan optimal. setelah di pastikan kendaraan dalam kondisi optimal kemudian dapat di lakukan pengambilan data dengan di berikan perlakuan yang sama, dalam perlakuan menguji daya dan torsi mesin menggunakan *Dynotest* dan konsumsi bahan bakar spesifik dengan bahan bakar 5 ml di uji menggunakan *stopwatch*, kemudian di uji emisi gas buang pada 6000 rpm. Dengan perlakuan yang sama yaitu di pengaruhi dengan tiga jenis *remapping* ECU di antaranya adalah *remapping* pada bahan bakar di tambah 3%, sudut pengapian maju 1°, dan *limiter* menjadi 11.000 rpm. Yang kedua adalah *remapping* bahan bakar di tambah 5%, sudut pengapian maju 2°, dan *limiter* 11.000 rpm, dan yang ketiga *remapping* pada bahan bakar di tambah 10%, sudut pengapian maju 3°, dan *limiter* 11.000 rpm kemudian di pengaruhi oleh dua jenis busi (busi standar dan busi racing/iridium).

1. Hasil uji torsi

Setelah melakukan uji torsi pada sepeda motor Beat pada posisi standar dan pada posisi tiga kali *remapping* dan di pengaruhi oleh busi maka di dapatkan hasil sebagai berikut :

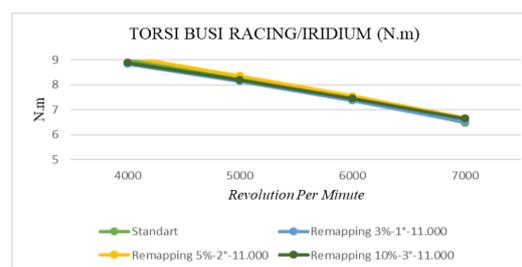


Gambar 2. Grafik hasil pengujian torsi menggunakan ECU standar dan ECU *remapping* dengan busi standar (N.m)

Pada pengujian torsi menggunakan ECU standar dengan busi standar dengan sepeda motor Beat 110 CC menghasilkan torsi terbaik 8,22 N.m pada putaran mesin 4000 rpm. Setelah dilakukan *remapping* dengan menambahkan debit bahan bakar yang di injeksikan ke ruang bakar sebesar 3% kemudian memajukan pengapian 1° dan mengubah *limiter* menjadi 11000 rpm torsi terbaik yang di hasilkan adalah 7,80 N.m pada 5000 rpm. Kemudian di lakukan *remapping* lagi dengan *mapping* pada bahan bakar yang semula 3% di tambah menjadi 5%, dan sudut pengapian yang semula 1° di majukan lagi menjadi 2°, untuk *limiter* masih pada setelan 11.000 rpm menghasilkan torsi terbaik pada putaran 4000 rpm yaitu dapat meraih 8,99 N.m. lalu untuk *remapping* bahan bakar 10% sudut pengapian maju menjadi 3° dan *limiter* masih 11.000 rpm dapat meraih torsi 8,85 N.m pada putaran mesin 4000 rpm.

Torsi yang di hasilkan saat menggunakan ECU standar dan saat menggunakan ECU *remapping* menghasilkan torsi yang berbeda. Perlakuan *remapping* pada bahan bakar semakin banyak bahan bakar yang mampu disuplaikan maka semakin besar pula tenaga yang dihasilkan oleh mesin. Karena akselerasi dipengaruhi oleh tenaga mesin, maka apabila tenaga mesin meningkat

akselerasi dari mesin pun juga akan ikut meningkat semakin rpm dinaikkan torsi dihasilkan semakin kecil. Penggunaan busi juga mempengaruhi torsi yang di hasilkan. Perpaduan variasi *remapping* ECU dan variasi busi yang menghasilkan torsi tertinggi adalah pada setelan ECU *remapping* bahan bakar 5% sudut pengapian 2° serta *limiter* 11.000 kemudian di padukan dengan pegas busi racing/iridium menghasilkan torsi sebesar 8,99 N.m. torsi bisa naik karena adanya penambahan debit bahan bakar yang mengakibatkan campuran bahan bakar lebih kaya dan sudut pengapian maju akan mengakibatkan pembakaran terjadi lebih awal, kemudian *limiter* di ubah menjadi 11.000 rpm menjadikan putaran mesin lebih tinggi.



Gambar 3. Hasil pengujian torsi menggunakan ECU standar dan ECU *remapping* dengan busi racing/iridium (N.m)

Pada pengujian torsi menggunakan ECU standar dengan busi racing/iridium pada sepeda motor Beat 110cc menghasilkan torsi terbaik 9,02 N.m pada putaran mesin 4000 rpm. Setelah dilakukan *remapping* dengan menambahkan debit bahan bakar yang di injeksikan ke ruang bakar sebesar 3% kemudian memajukan pengapian 1° dan mengubah *limiter* menjadi 11000 rpm torsi terbaik yang di hasilkan adalah 8,84 N.m pada 4000 rpm. Kemudian di lakukan *remapping* lagi dengan *mapping* pada bahan bakar yang semula 3% di tambah menjadi 5%, dan sudut pengapian yang semula 1° di majukan lagi menjadi 2°, untuk *limiter* masih pada setelan 11.000 rpm menghasilkan torsi terbaik pada putaran 4000 rpm yaitu dapat meraih 9,12 N.m. Lalu untuk *remapping*

bahan bakar 10% sudut pengapian maju menjadi 3° dan *limiter* masih 11.000 rpm dapat meraih torsi 8,90 N.m pada putaran mesin 4000 rpm.

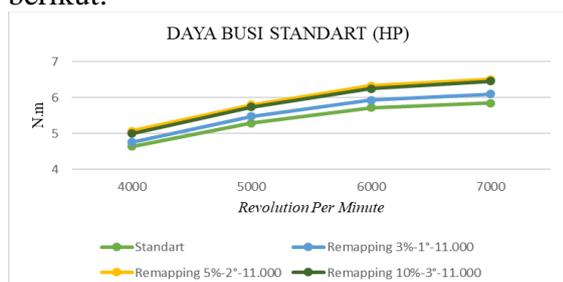
Dari hasil uji Torsi pada sepeda motor dapat dilihat hasil dari penggunaan antara busi standart dan busi racing/iridium bahwa busi racing/iridium menghasilkan Torsi yang lebih besar daripada penggunaan busi standart. Busi racing/iridium memiliki bentuk *center* dan *ground* elektroda lebih runcing dibandingkan dengan busi standart yang menyebabkan percikan bunga api lebih terfokus, hal ini sama dengan penelitian yang dilakukan oleh (Putra et al. 2021). Hal tersebut akan mempengaruhi pembakaran yang lebih sempurna daripada penggunaan busi standart.

Pada hasil Torsi yang dilakukan *remapping* ECU menunjukkan angka yang lebih besar daripada ECU standart, hal ini dikarenakan Semakin banyak bahan bakar yang mampu disuplai maka semakin besar pula tenaga yang dihasilkan oleh mesin. Karena akselerasi dipengaruhi oleh tenaga mesin, maka apabila tenaga mesin meningkat akselerasi dari mesin pun juga akan ikut meningkat (Widiyanto, Nauri, and Mindarta 2022).

Pembahasan ini didukung penelitian terdahulu oleh (Mahendra and Rohmanto 2021) dengan judul “Pengaruh Performa Mesin Sepeda Motor Matik 4 Tak 110 CC Terhadap Penggunaan *Piggyback Fuel Adjuster Iquteche*”

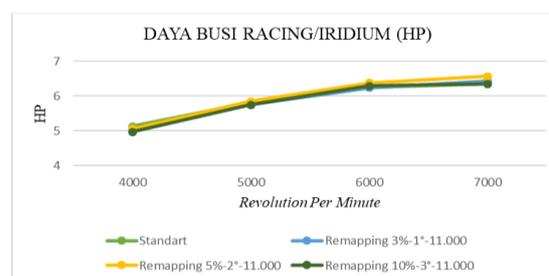
2. Hasil uji daya

Setelah melakukan uji daya pada posisi tiga kali *remapping* dan di pengaruhi oleh busi maka di dapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 4. Grafik hasil pengujian daya menggunakan ECU standart dan ECU *remapping* dengan busi standart (HP)

Pada pengujian daya menggunakan ECU standar dengan busi standar pada sepeda motor Beat 110 CC menghasilkan daya terbaik 5,85 HP pada putaran mesin 7000 rpm. Setelah dilakukan *remapping* dengan menambahkan debit bahan bakar yang di injeksikan ke ruang bakar sebesar 3% kemudian memajukan pengapian 1° dan mengubah *limiter* menjadi 11000 rpm daya terbaik yang di hasilkan adalah 6,10 HP pada 7000 rpm. Kemudian di lakukan *remapping* lagi dengan *mapping* pada bahan bakar yang semula 3% di tambah menjadi 5%, dan sudut pengapian yang semula 1° di majukan lagi menjadi 2° , untuk *limiter* masih pada setelan 11.000 rpm menghasilkan daya terbaik pada putaran 7000 rpm yaitu dapat meraih 6,51 HP. lalu untuk *remapping* bahan bakar 10% sudut pengapian maju menjadi 3° dan *limiter* masih 11.000 rpm dapat meraih daya 6,46 HP pada putaran mesin 7000 rpm. Semakin tinggi putaran mesin maka semakin cepat pula saat pembukaan dan penutupan katup hisap dan katup buang sehingga saat pemasukan campuran bahan bakar dan udara ke dalam silinder semakin singkat sehingga efisiensi volumetrik menurun yang mengakibatkan tekanan hasil pembakaran menurun maka daya juga mengalami penurunan. Pada *mapping* bahan bakar 10% daya yang di hasilkan menurun karena campuran bahan bakar dan udara terlalu gemuk atau terlalu boros hal ini mengakibatkan pembakaran yang kurang sempurna dan berefek pada daya yang di hasilkan.



Gambar 5. Grafik hasil pengujian daya menggunakan ECU standart dan ECU *remapping* dengan busi racing/iridium (HP)

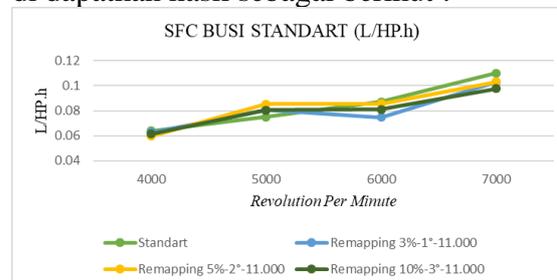
Pada pengujian daya menggunakan ECU standar dan ECU *remapping* dengan busi racing/iridium pada sepeda motor Beat 110cc menghasilkan daya terbaik 6,36 HP pada putaran mesin 7000 rpm. Setelah dilakukan *remapping* dengan menambahkan debit bahan bakar yang di injeksikan ke ruang bakar sebesar 3% kemudian memajukan pengapian 1° dan mengubah *limiter* menjadi 11000 rpm daya terbaik yang di hasilkan adalah 6,43 HP pada 7000 rpm. Kemudian di lakukan *remapping* lagi dengan *mapping* pada bahan bakar yang semula 3% di tambah menjadi 5%, dan sudut pengapian yang semula 1° di majukan lagi menjadi 2°, untuk *limiter* masih pada setelan 11.000 rpm menghasilkan daya terbaik pada putaran 7000 rpm yaitu dapat meraih 6,57 HP. lalu untuk *remapping* bahan bakar 10% sudut pengapian maju menjadi 3° dan *limiter* masih 11.000 rpm dapat meraih daya 6,35 HP pada putaran mesin 4000 rpm.

Daya hasil pengukuran menggunakan busi racing/iridium lebih besar daripada busi standar. Hal ini terjadi karena pada penggunaan busi racing/iridium menghasilkan percikan bunga api yang lebih terfokus dibandingkan menggunakan busi standart. Ketika percikan api lebih terfokus maka pembakaran didalam ruang bakar akan lebih maksimal dibandingkan menggunakan busi standart, hal tersebut yang menjadikan daya meningkat. hal ini juga terjadi perbedaan daya di tiga kali *remapping* ECU. Motor yang telah dilakukan *remapping* ECU daya yang di hasilkan akan lebih tinggi di bandingkan dengan saat masih standar.

Pada perubahan sudut pengapian akan mempengaruhi daya yang dihasilkan pada uji yang dilakukan. Pemajuan sudut pengapian lebih awal mampu menghasilkan torsi yang lebih besar pada awal putaran, sehingga menyebabkan kecepatan putaran mesin leih besar (Basuki and Lesmana 2019).

3. Hasil uji *specific fuel consumption* (SFC)

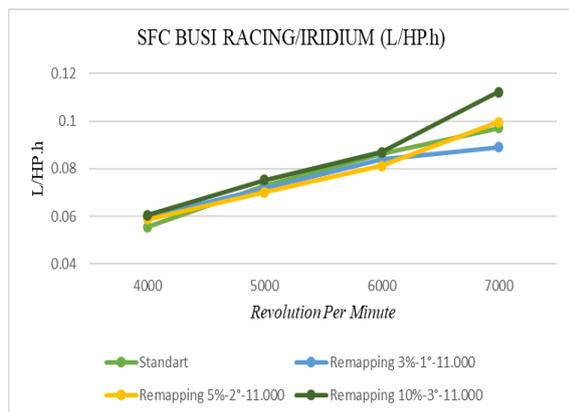
Setelah melakukan uji SFC (*specific fuel consumption*) pada sepeda motor Beat pada posisi standar dan pada posisi tiga kali *remapping* dan di pengaruhi oleh busi maka di dapatkan hasil sebagai berikut :



Gambar 6. Grafik perbandingan SFC ECU standar dan *remapping* dengan busi standar

Pada pengujian konsumsi bahan bakar dengan ECU standar dan *remapping* pada sepeda motor Beat 110cc menggunakan busi standar menunjukkan SFC 0,0638 L/HP.h pada putaran mesin 4000, setelah dilakukan *remapping* pada bahan bakar sebesar 3% sudut pengapian maju 1° serta *limiter* 11000 rpm menunjukkan hasil yang lebih rendah dari ECU standar yaitu konsumsi terbaik 0,0627 L/HP.h pada putaran mesin 4000, lalu dilakukan *remapping* lagi dengan setelan bahan bakar 5% sudut pengapian 2° dan *limiter* masih di 11000 rpm menunjukkan hasil SFC di bawah busi standar yaitu hasil terbaik 0.0597 L/HP.h pada putaran mesin 4000, dan terakhir menggunakan *mapping* bahan bakar 10% sudut pengapian 3° dan *limiter* masih pada 11000 rpm juga menunjukkan SFC 0,0615 L/HP.h pada putaran mesin 4000.

Hasil paling rendah pada saat dilakukan pengujian menunjukkan hasil pada saat dilakukan *remapping* bahan bakar 5% sudut pengapian maju 2° serta *limiter* di ubah menjadi 11000 rpm SFC yang di hasilkan lebih bagus daripada SFC yang di hasilkan pada saat kondisi kendaraan menggunakan ECU standar. Semakin tinggi nilai SFC, artinya semakin banyak energi bahan bakar yang tidak terkonversi menjadi daya.



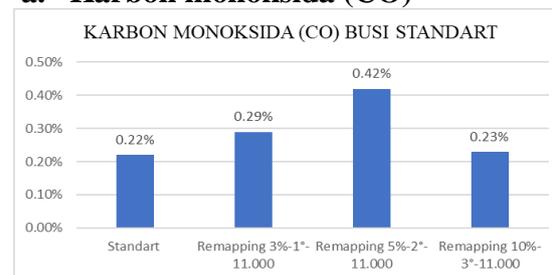
Gambar 7. Grafik perbandingan SFC ECU standar dan *remapping* dengan busi racing/iridium

Pada pengujian konsumsi bahan bakar dengan ECU standar dan *remapping* pada sepeda motor Beat 110cc menggunakan busi racing/iridium menunjukkan konsumsi 0,0556 L/HP.h pada putaran mesin 4000, setelah dilakukan *remapping* pada bahan bakar sebesar 3% sudut pengapian maju 1° serta *limiter* 11000 rpm menunjukkan hasil yang lebih tinggi dari ECU standar yaitu 0,0597 L/HP.h pada putaran mesin 4000, lalu dilakukan *remapping* lagi dengan setelan bahan bakar 5% sudut pengapian 2° dan *limiter* masih di 11000 rpm menunjukkan hasil SFC yaitu 0.0587 L/HP.h pada putaran mesin 4000, dan terakhir menggunakan *mapping* bahan bakar 10% sudut pengapian 3° dan *limiter* masih pada 11000 rpm menunjukkan hasil paling tinggi yaitu 0,0605 L/HP.h pada putaran mesin 4000.

Pada ECU standar dan ECU *re-mapping* menggunakan busi racing/iridium mendapatkan hasil SFC terbaik pada ECU standar dan penggunaan busi racing/iridium, hal ini dikarenakan penggunaan busi racing/iridium menghasilkan pembakaran yang lebih baik daripada penggunaan busi standar. Penambahan debit bahan bakar pada *re-mapping* ECU juga akan mempengaruhi konsumsi bahan bakar yang semakin boros.

4. Hasil uji emisi gas buang

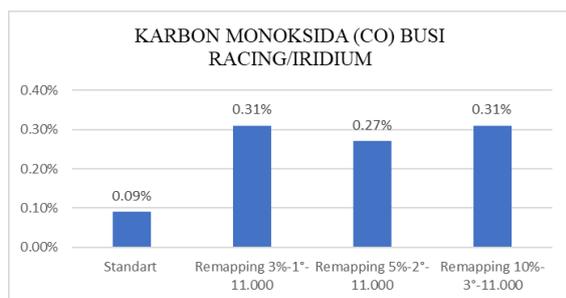
a. Karbon monoksida (CO)



Gambar 8. Grafik hasil pengujian CO menggunakan ECU standar dan ECU *remapping* dengan busi standar

Pada pengujian emisi gas buang menggunakan ECU standar dan tiga kali *remapping* ECU dan penggunaan busi standar pada sepeda motor Beat 110cc menghasilkan emisi gas buang pada hasil menunjukkan bahwa kandungan emisi CO (karbon monoksida) pada saat menggunakan ECU standar dan penggunaan busi standar mendapatkan nilai 0,22%. Pada saat dilakukan *remapping* ECU dengan *mapping* bahan bakar 3% sudut pengapian 1° dan *limiter* 11000 rpm mendapatkan nilai 0,29% kemudian di lakukan *remapping* yang kedua dengan *mapping* bahan bakar 5% sudut pengapian 2° serta *limiter* masih 11000 rpm mendapat nilai 0,42% lalu di lakukan *remapping* yang ketiga dengan *mapping* bahan bakar 10% sudut pengapian 3° serta *limiter* masih dalam 11000 rpm mendapatkan nilai 0,23%. Kadar CO yang besar di akibatkan kandungan bahan bakar terlalu banyak (campuran kaya) sehingga pembakaran tidak sempurna.

Nilai CO (karbon monoksida) yang paling rendah adalah pada saat menggunakan ECU standar dengan nilai 0,22% kemudian kadar CO yang paling tinggi adalah saat menggunakan ECU *remapping* pada *mapping* bahan bakar di tambah 5% sudut pengapian maju 2° serta *limiter* di 11000 rpm mencapai 0,42%.



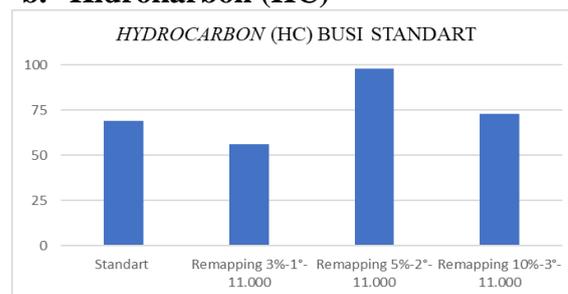
Gambar 9. Grafik hasil pengujian CO menggunakan ECU standar dan ECU *remapping* dengan busi racing/iridium

Pada hasil pengujian emisi gas buang pada karbon monoksida (CO) di putaran mesin 6.000 rpm pada ECU standart dan busi racing/iridium menunjukkan hasil 0.09%. Pada ECU *remapping* dengan menaikkan jumlah debit bahan bakar sebanyak 3%, dengan memajukan sudut pengapian sebesar 1°, dan merubah *limiter* putaran mesin 11.000 rpm menghasilkan karbon monoksida sebesar 0.31%. Kemudian pada ECU *remapping* debit bahan bakar dinaikan sebesar 5%, dengan memajukan sudut pengapian 2°, dan *limiter* dirubah di 11.000 rpm menghasilkan 0.27%. Selanjutnya ECU dilakukan *remapping* kembali dengan menaikkan debit bahan bakar 10%, memajukan sudut pengapian 3°, dan *limiter* putaran mesin 11.000 menghasilkan karbon monoksida sebesar 0.31%.

Pada ECU standart dan ECU *remapping* dengan busi racing/iridium diperoleh hasil kandungan karbon monoksida paling rendah sebesar 0.09% pada ECU standart. Kadar CO bisa tinggi karena kurangnya udara atau oksigen pada saat pembakaran. memajukan *timing* akan meningkatkan CO, memundurkan *timing* akan menurunkan CO. Kadar CO juga dipengaruhi oleh campuran bahan bakar, *homogenitas*, dan *air fuel ratio*. Semakin bagus kualitas campuran dan homogenitas akan mempengaruhi oksigen untuk bereaksi dengan karbon. Jumlah oksigen dalam *air fuel ratio* sangat menentukan besar CO yang dihasilkan, hal ini disebabkan kurangnya oksigen dalam campuran akan mengakibatkan karbon bereaksi tidak sempurna dengan oksigen.

Semakin bagus kualitas campuran dan homogenitas akan mempengaruhi oksigen untuk bereaksi dengan karbon. Jumlah oksigen dalam *air fuel ratio* sangat menentukan besar CO yang dihasilkan, hal ini disebabkan kurangnya oksigen dalam campuran akan mengakibatkan karbon bereaksi tidak sempurna dengan oksigen (Bahtiar 2015).

b. Hidrokarbon (HC)

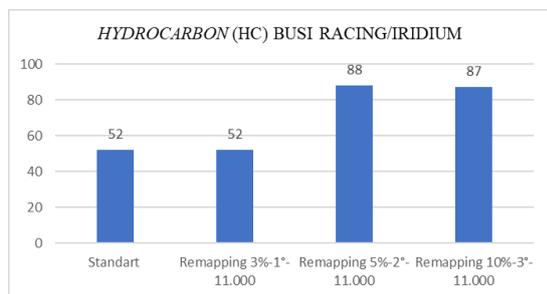


Gambar 10. Grafik hasil pengujian HC menggunakan ECU standar dan ECU *remapping* dengan busi standar

Setelah di lakukan uji emisi HC (hidrokarbon) menggunakan ECU standart dan ECU *re-mapping* dengan menggunakan busi standart. Pada ECU standart mendapatkan nilai 69 ppm. Pada saat dilakukan *remapping* ECU dengan *mapping* bahan bakar 3% sudut pengapian 1° dan *limiter* 11000 rpm mendapatkan nilai 56 ppm. Kemudian di lakukan *remapping* yang kedua dengan *mapping* bahan bakar 5% sudut pengapian 2° serta *limiter* masih 11000 rpm mendapat nilai 98 ppm. Lalu di lakukan *remapping* yang ketiga dengan *mapping* bahan bakar 10% sudut pengapian 3° serta *limiter* masih dalam 11000 rpm mendapatkan nilai 73 ppm.

Percikan bunga api busi yang kuat dan akurat akan mampu membakar campuran bahan bakar secara sempurna dan tepat pada waktu yang diperlukan sehingga dihasilkan output tenaga mesin yang optimal dengan penggunaan bahan bakar yang efisien (hemat), dan dimungkinkan menyisakan emisi gas buang yang rendah. Penggunaan busi platinum, iridium, dan multi elektrode memiliki pengaruh

terhadap penurunan emisi CO dan HC pada semua rpm pengujian jika dibandingkan dengan pemakaian busi standar (Sriyanto 2019).



Gambar 11. Grafik hasil pengujian HC menggunakan ECU standar dan ECU *remapping* dengan busi racing/iridium

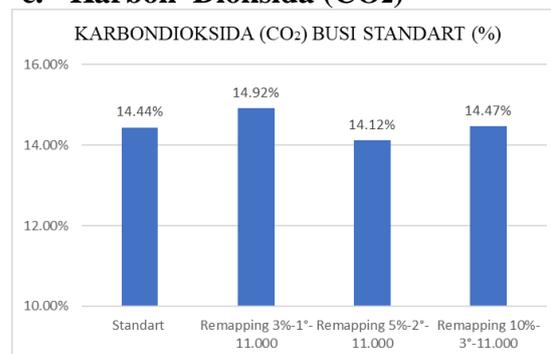
Pada uji *hydrocarbon* (HC) pada sepeda motor Beat 110cc menggunakan ECU standar dan tiga kali *remapping* ECU dan penggunaan busi racing/iridium. Pada ECU standart menghasilkan yaitu *hydrocarbon* sebesar 52 ppm. Kemudian ECU di *remapping* dengan setelah bahan bakar dinaikan sebesar 3%, sudut pengapian dimajukan sebesar 1°, dan *limiter* putaran mesin dirubah menjadi 11.000 rpm menghasilkan *hydrocarbon* sebesar 52 ppm. Selanjutnya ECU di lakukan *remapping* kembali dengan menaikkan debit bahan bakar sebesar 5%, sudut pengapian dimajukan sebesar 2°, serta *limiter* putaran mesin di rubah menjadi 11.000 rpm menghasilkan *hydrocarbon* sebesar 88 ppm. Pada pengujian emisi gas buang *hydrocarbon* sebesar 87 ppm dihasilkan dari ECU *remapping* debit bahan bakar 10%, sudut pengapian dimajukan 3°, dan *limiter* putaran mesin tetap di angka 11.000 rpm.

Kadar HC yang besar di akibatkan kandungan bahan bakar terlalu kecil (campuran miskin) sehingga pembakaran tidak sempurna. Tingginya kadar HC disebabkan karena pembakaran kurang sempurna, yaitu karena kurangnya oksigen atau bahan bakar sehingga ada sebagian bahan bakar yang belum terbakar dan keluar masih dalam bentuk hidrokarbon. Apabila bahan bakar kurus (kurang bahan bakar) maka konsentrasi HC menjadi naik,

hal ini di sebabkan karena kurangnya pasokan bahan bakar sehingga menyebabkan rambatan bunga api menjadi lambat dan bahan bakar akan segera keluar sebelum terbakar dengan sempurna. Sedangkan pada campuran bahan bakar kaya (kelebihan bahan bakar) konsentrasi HC juga akan naik akibat dari adanya bahan bakar yang belum bereaksi dengan udara yang dikarenakan pasokan udara tidak cukup untuk bereaksi menjadi sempurna, sehingga ada sebagian hidrokarbon yang keluar pada saat proses pembuangan. Hidrokarbon dapat terbentuk tidak hanya pada kondisi campuran udara bahan bakarnya gemuk, tetapi bisa saja pada kondisi campurannya kurus.

Secara teoritis untuk mengurangi emisi HC, maka dibutuhkan tambahan oksigen untuk memastikan bahwa semua molekul bensin dapat bertemu dengan molekul oksigen untuk bercampur dengan sempurna. Secara teoritis apabila *air fuel ratio* sedikit lebih kurus dari pada yang ideal, maka CO dan HC akan berkurang, reaksi pembakaran tersebut adalah CO₂ dan H₂O (Fitra 2021).

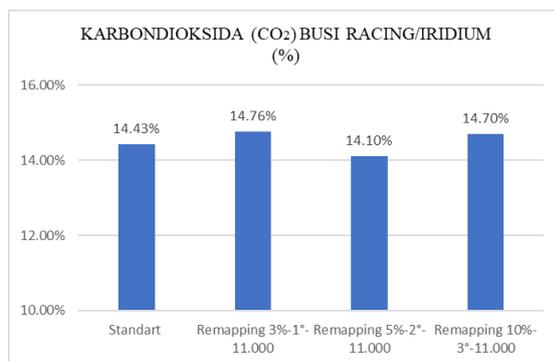
c. Karbon Dioksida (CO₂)



Gambar 12. Grafik hasil pengujian CO₂ menggunakan ECU standar dan ECU *remapping* dengan busi standar

Pengujian emisi CO₂ (karbon dioksida) pada ECU standart dan ECU *re-mapping* menggunakan busi standart. Pada saat menggunakan ECU standar mendapatkan nilai 14,44%. Pada saat dilakukan *remapping* ECU dengan *mapping* bahan bakar 3% sudut pengapian 1° dan *limiter* 11000 rpm mendapatkan nilai 14,92%

kemudian di lakukan *remapping* yang kedua dengan *mapping* bahan bakar 5% sudut pengapian 2° serta *limiter* masih 11000 rpm mendapat nilai 14,12% lalu di lakukan *remapping* yang ketiga dengan *mapping* bahan bakar 10% sudut pengapian 3° serta *limiter* masih dalam 11000 rpm mendapatkan nilai 14,47%.



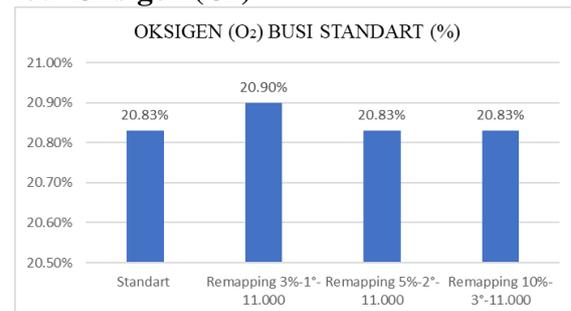
Gambar 13. Grafik hasil pengujian CO₂ menggunakan ECU standar dan ECU *remapping* dengan busi racing/iridium

Pada pengujian sepeda motor Beat 110cc menggunakan ECU standar dan ECU *re-mapping* menggunakan busi racing/iridium. Pada saat menggunakan ECU standart menghasilkan kandungan karbondioksida sebesar 14.43%. Kemudian ECU di *remapping* dengan setelah bahan bakar dinaikan sebesar 3%, sudut pengapian dimajukan sebesar 1° , dan *limiter* putaran mesin dirubah menjadi 11.000 rpm menghasilkan karbondioksida sebesar 14.76%. Kemudian di *remapping* kembali dengan menaikkan debit bahan bakar sebesar 5%, sudut pengapian dimajukan sebesar 2° , serta *limiter* putaran mesin di rubah menjadi 11.000 rpm menghasilkan karbondioksida sebesar 14.10%. Pada penguujian emisi gas buang karbondioksida sebesar 14.70% dihasilkan dari ECU *remapping* debit bahan bakar 10%, sudut pengapian dimajukan 3° , dan *limiter* putaran mesin tetap di angka 11.000 rpm.

Kadar CO₂ semakin tinggi nilainya akan semakin baik dimana ideal pada CO₂ adalah 12-15% dengan pembakaran sempurna. semakin tinggi kadar emisi gas buang CO₂ maka semakin sempurna proses

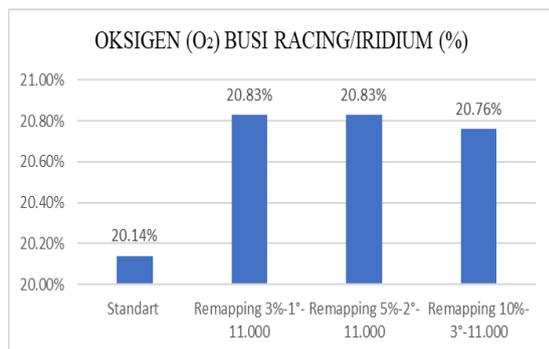
pembakaran yang terjadi diruang bakar. Rendahnya kadar CO₂ pada bahan bakar dimungkinkan karena sudut pengapian yang terlalu mundur, sehingga berakibat pembakaran terlambat. Unsur yang terkandung dalam bahan bakar akan terbakar melalui pembakaran yang dihasilkan oleh bunga api atau busi. Pembakaran yang terlambat menyebabkan unsur C dan O tidak berubah menjadi CO₂. Rendahnya kadar CO₂ juga dimungkinkan karena AFR yang terlalu kurus atau terlalu kaya, apabila campuran terlalu banyak oksigen atau bahan bakar, maka ada sebagian unsur O yang tidak ber-reaksi dengan unsur C dan tidak berubah menjadi CO₂. Persen karbon dioksida dalam gas buang dipergunakan sebagai petunjuk akan kesempurnaan pembakaran.

d. Oksigen (O₂)



Gambar 14. Grafik hasil pengujian O₂ menggunakan ECU standar dan ECU *remapping* dengan busi standar

Hasil pengujian O₂ (oksigen) pada saat menggunakan ECU standar mendapatkan nilai 20,83%. Pada saat dilakukan *remapping* ECU dengan *mapping* bahan bakar 3% sudut pengapian 1° dan *limiter* 11000 rpm mendapatkan nilai 20,90% kemudian di lakukan *remapping* yang kedua dengan *mapping* bahan bakar 5% sudut pengapian 2° serta *limiter* masih 11000 rpm mendapat nilai 20,83% lalu di lakukan *remapping* yang ketiga dengan *mapping* bahan bakar 10% sudut pengapian 3° serta *limiter* masih dalam 11000 rpm mendapatkan nilai 20,83%. Konsentrasi dari oksigen di gas buang kendaraan berbanding terbalik dengan konsentrasi CO₂.



Gambar 15. Grafik hasil pengujian O₂ menggunakan ECU standar dan ECU *remapping* dengan busi racing/iridium

Pada hasil pengujian emisi gas buang oksigen menggunakan ECU standar dan ECU *remapping* menggunakan busi racing/iridium. Pada ECU standar menghasilkan kandungan oksigen sebesar 20.14%. Selanjutnya ECU di *remapping* dengan setelah bahan bakar dinaikan sebesar 3%, sudut pengapian dimajukan sebesar 1°, dan *limiter* putaran mesin dirubah menjadi 11.000 rpm menghasilkan oksigen sebesar 20.83%. Kemudian di *remapping* kembali dengan menaikkan debit bahan bakar sebesar 5%, sudut pengapian dimajukan sebesar 2°, serta *limiter* putaran mesin di rubah menjadi 11.000 rpm menghasilkan oksigen sebesar 20.83%. Pada pengujian oksigen sebesar 20.76% dihasilkan dari ECU *remapping* debit bahan bakar 10%, sudut pengapian dimajukan 3°, dan *limiter* putaran mesin tetap di angka 11.000 rpm.

Untuk mendapatkan proses pembakaran yang sempurna, maka oksigen yang masuk ke ruang bakar harus mencukupi untuk setiap molekul hidrokarbon, semakin kecil nilai oksigen maka semakin bagus. Pada *mapping* bahan bakar bahan bakar di tambah 3% sudut pengapian maju 1° serta *limiter* di 11000 rpm terhitung tinggi hal ini disebabkan karena AFR terlalu kurus (kurang bahan bakar) pada saat pembakaran. Konsentrasi dari oksigen di gas buang kendaraan berbanding terbalik dengan konsentrasi CO₂.

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dengan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan:

1. Penggunaan ECU *remapping* dan busi racing/iridium menghasilkan torsi lebih besar daripada ECU dan busi standar. Setelah di lakukan *remapping* torsi paling tinggi saat menggunakan busi standar adalah pada *mapping* bahan bakar 5% sudut pengapian 2° dan *limiter* 11000 rpm torsi naik 9% di 4000 rpm dan 11% di 7000 rpm. Kemudian setelah di lakukan penggantian busi racing/iridium torsi paling tinggi adalah pada *mapping* bahan bakar 5% sudut pengapian 2° dan *limiter* 11000 rpm torsi naik 11% di 4000 rpm dan 12% di 7000 rpm.
2. Daya yang di hasilkan pada saat menggunakan ECU *remapping* dan busi standar lebih besar daripada menggunakan ECU standar dan busi standar. Daya yang paling tinggi saat menggunakan busi standar adalah pada *mapping* bahan bakar 5% sudut pengapian 2° dan *limiter* 11000 rpm daya naik 9% di 4000 rpm dan 11% di 7000 rpm. Kemudian saat menggunakan busi racing/iridium daya yang di hasilkan lebih tinggi daripada saat menggunakan busi standar. Daya paling tinggi adalah pada saat *mapping* bahan bakar 5% sudut pengapian 2° dan *limiter* 11000 rpm dan menggunakan busi racing/iridium BRT daya naik 9% di 4000 rpm dan 12% di 7000 rpm.
3. *Specific fuel consumption* (SFC) pada saat menggunakan ECU *remapping* dan busi racing/iridium lebih bagus daripada saat menggunakan ECU standar dan busi standar. SFC yang paling rendah saat menggunakan busi standar adalah pada *mapping* bahan bakar 10% sudut pengapian 3° dan *limiter* 11000 rpm daya turun 4% di 4000 rpm dan turun 11% di 7000 rpm.
4. Hasil pengujian emisi gas buang menunjukkan kandungan CO terendah

pada ECU standart dan busi racing/iridium persentase penurunan CO sebesar 59%. dibandingkan ECU standart dan busi standart, sedangkan pada kandungan CO₂ terbaik pada ECU *remapping* bahan bakar 3%, sudut pengapian 1°, dan *limiter* 11.000 rpm dan busi standart dengan persentase kenaikan sebesar 3% yang diartikan pembakaran lebih sempurna dibandingkan ECU standart dan busi standart. HC terbaik dihasilkan pada ECU standart dan ECU *remapping* 3%, sudut pengapian 1° dan *limiter* 11.000 rpm pada penggunaan busi racing/iridium mengalami penurunan sebesar 25%, kandungan O₂ terendah didapat pada penggunaan ECU standart dan busi racing/iridium dengan persentase penurunan 3%.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahtiar, Fahmy Zuhda. 2015. "Campuran Minyak Limbah Plastik (Low Density Waste Polyethylene Oil) Dengan Premium Dan Pertamina Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor." *Jurusan Fakultas Teknik Mesin , Universitas Negeri Semarang*: 1–61.
- Basuki, Rachmawati Putri, and I Gede Eka Lesmana. 2019. "Analisa Pengaruh Variasi Waktu Pengapian Untuk Bahan Bakar Pertamina, Pertamina, Dan Pertamina Turbo Terhadap Kinerja Motor Honda Beat Dengan Metode Eksperimental." *Seminar Nasional Teknik Mesin 2021* 9(1): 77–86.
- Fitra, Viki Alfiana. 2021. "Analisis Pengaruh Variasi Camshaft Terhadap Performa Dan Emisi Gas Buang Mesin Sepeda Motor 4 Langkah 160 Cc." 3(1): 74–82.
- Mahendra, Sena, and Didik Rohmanto. 2021. "Pengaruh Performa Mesin Sepeda Motor Matik 4 Tak 110 CC Terhadap Penggunaan Piggyback Fuel Adjuster Iquteche." *Journal of Automotive Technology Vocational Education* 02(2): 1–9.
- Mesin, Jurnal Teknik. 2022. "Pengaruh Perubahan Remapping Ecu Terhadap Torsi Dan Daya Pada Sepeda Motor Honda Cb 150 R." *Teknik Mesin* 02: 19–23.
- Mintoro, Sigit. 2017. "Optimasi Kinerja ECU (Electronic Control Unit) Melalui Pemrograman Remapping Pada Mesin EFI." *SEMNAS IIB DARMAJAYA Kotabumi*: 458–71.
- Muhamad, Z, and G Alex. 2021. "Bahan Bakar Dan Remapping Derajat Pengapian Menggunakan Sistem Dual Fuel Biogas-Pertalite Terhadap Performa Sepeda Motor." *Jurnal Teknik Mesin* Vol.9, No.: 1–39. <http://jurnal.ubl.ac.id/index.php/JTM/article/view/2341>.
- Putra, R C, S Mahendra, B A Wibowo, and ... 2021. "Pengaruh Variasi Busi Dan Bahan Bakar Terhadap Performa Sepeda Motor 4 Tak 110Cc." *Journal of Automotive* <http://journal.upy.ac.id/index.php/jatve/article/view/2063>.
- Sriyanto, Joko. 2019. "Pengaruh Tipe Busi Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor." *Automotive Experiences* 2(2): 41–46.
- Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2019. *Metode Penelitian Pendidikan; Pendekatan Kuantitatif Dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Widiyanto, Bayu Ari, Imam Muda Nauri, and Erwin Komara Mindarta. 2022. "Pengaruh Penambahan Power Jet Dengan Variasi Ukuran Pada Mekanisme Karburator Terhadap Akselerasi Dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Sepeda Motor 110 Cc." *Jurnal Teknik Otomotif: Kajian Keilmuan dan Pengajaran* 4(1): 23.