

## **SISTEM INFORMASI MANAJEMEN SUPERCHARGER DENGAN KONTROL PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE PADA MOTOR MATIC**

### ***SUPERCHARGER MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM WITH PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE CONTROL ON AUTOMATIC MOTORCYCLES***

**<sup>1</sup>Ibnu Irawan\*, <sup>2</sup>Doni Abdul Fatah, <sup>3</sup>Hairil Budiarto**

<sup>1</sup>Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura

<sup>2</sup>Prodi Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura

<sup>3</sup>Prodi Teknik Mekatronika, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura

\*e-mail: [ibnu.irawan@trunojoyo.ac.id](mailto:ibnu.irawan@trunojoyo.ac.id)

#### **Abstrak**

Masalah utama yang terjadi pada bumi ini salah satunya adalah polusi udara dan berkurangnya jumlah bahan bakar minyak. Tujuan utama penelitian yaitu mengatur campuran bahan bakar dengan udara agar terbakar secara ideal, sehingga kandungan emisi yang dihasilkan menjadi tidak beracun dan ramah lingkungan. Penelitian ini merupakan pengembangan teknologi sebagai sarana informasi dan perbandingan sebelum dan sesudah dipasang supercharger. Mengatur nilai AFR (Air Fuel Ratio) melalui saluran udara masuk untuk mendapatkan perbandingan yang ideal pada bahan bakar dan udara agar campuran menjadi stoikiometri. Masuknya udara diatur ke mesin dengan menambahkan alat supercharger menggunakan metode kontrol *Proportional Integral Derivative* (PID). Supercharger bekerja dengan menggunakan sensor lambda sebagai input data campuran miskin atau kaya, kemudian nilai sensor lambda dimasukkan ke dalam metode PID. Nilai PID tersebut akan menentukan kecepatan motor *brushless* yang bertujuan untuk mendapatkan AFR stoikiometri. Sensor lambda yang mendekati setpoint 0,5 diharapkan menghasilkan campuran udara dan bensin lebih ideal.

**Kata kunci:** Informasi Manajemen, Supercharger, Proportional Integral Derivative, Motor Matic.

#### **Abstract**

*One of the main problems occurring on this earth is air pollution and the reduction in the amount of fuel oil. The main aim of the research is to regulate the mixture of fuel and air so that it burns ideally, so that the resulting emissions are non-toxic and environmentally friendly. This research is a technological development as a means of information and comparison before and after a supercharger is installed. Adjust the AFR (Air Fuel Ratio) value through the inlet air channel to obtain the ideal ratio of fuel and air so that the mixture becomes stoichiometric. The air intake is regulated into the engine by adding a supercharger using the Proportional Integral Derivative (PID) control method. The supercharger works by using a lambda sensor as data input for a poor or rich mixture, then the lambda sensor value is entered into the PID method. The PID value will determine the speed of the brushless motor which aims to obtain stoichiometric AFR. A lambda sensor that is close to the 0.5 setpoint is expected to produce a more ideal mixture of air and gasoline.*

**Keywords:** Management Information, Supercharger, Proportional Integral Derivative, Automatic Motorcycles.

## 1 PENDAHULUAN

Daerah perkotaan merupakan penyebab utama timbulnya pencemaran udara, dikarenakan banyaknya kendaraan, yang juga mengakibatkan kemacetan di mana-mana dan membuat pencemaran semakin parah. Ditambah lagi mesin konvensional saat ini masih belum bisa membuat pembakaran yang sempurna, yang mengakibatkan mengeluarkan lebih banyak gas yang tidak ramah lingkungan [1].

Pembakaran dapat menjadi ideal dengan yaitu dengan mengatur AFR atau *air fuel ratio*, dengan cara memberikan udara dan bahan bakar dengan campuran *stokiometri*, dimana 1 kg bahan bakar membutuhkan 14,7 kg udara [2], tetapi pada penelitian sebelumnya campuran pada mesin tidak bisa mendapatkan campuran sempurna, hasil dari penelitian sebelumnya selalu mendapatkan campuran kaya atau campuran yang perbandingannya lebih banyak bahan bakar daripada udara, yang dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Keadaan mesin pada beberapa nilai AFR [3]

No	Keadaan Mesin	AFR	No	Keadaan Mesin	AFR
1.	Hidup pada suhu dingin	2-3 : 1	6.	Putaran tertinggi	12-13 : 1
2.	Hidup pada suhu panas	7-8 : 1	7.	Putaran sedang	15-17 : 1
3.	Pada saat Idling	8-10 : 1	8.	Tenaga puncak	12-13 : 1
4.	Kecepatan mesin rendah	10-12 : 1	9.	Emisi rendah	15 : 1
5.	Akselerasi mesin	2-3 : 1	10.	Bahan bakar ideal	16-17 : 1

Untuk mendapatkan campuran ideal perlu ditambahkan alat bantu untuk menyuplai udara ke dalam ruang pembakaran, yang biasanya ada pada mobil atau motor berkapasitas CC (*Centimeter Cubic*) mesin besar, dan ditambahkan alat berupa supercharger yang digunakan untuk menyuplai udara ke dalam mesin. Akan tetapi bagaimana dengan motor ber-CC kecil, Oleh karena itu peneliti ingin membuat alat seperti turbofan tetapi digunakan oleh motor ber-CC kecil yang bisa disebut *supercharger*.

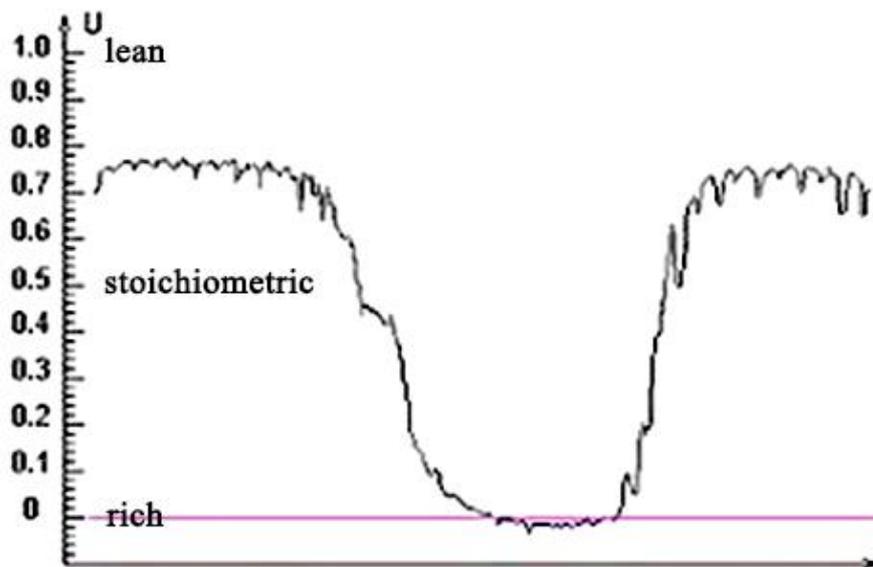
Cara kerja alat tersebut adalah dengan menggunakan motor *brushless* yang disambungkan kipas yang digunakan untuk menyuplai udara masuk ke ruang pembakaran. Untuk pengontrolan digunakan *arduino* dengan menggunakan data keluaran dari sensor lambda untuk menentukan seberapa cepatkah motor *brushless* memutar kipas untuk mensuplai udara, dengan kondisi jika sensor lambda mendeteksi campuran kaya maka motor *brushless* akan berputar semakin cepat, sebaliknya jika sensor lambda mendeteksi campuran miskin maka motor *brushless* berputar melambat, jadi tergantung keluaran dari sensor lambda sampai campuran menjadi sempurna dan juga ditambahkan metode PID [4]. Dari penelitian ini peneliti bisa membandingkan sebelum dan sesudah digunakan *supercharger* pada mesin sepeda motor ber-cc kecil [5].

Tujuan penelitian ini adalah dapat merancang desain mekanik penempatan sebuah *supercharger* di *stand engine* motor injeksi, mendapatkan nilai dari sensor lambda mendekati nilai yang diinginkan, dapat mengatur AFR memanfaatkan *lambda sensor* dan *supercharger* menggunakan metode kontrol PID, mendapatkan putaran motor sesuai dengan yang diinginkan.

## 2 TINJAUAN PUSTAKA

*Lambda sensor* juga disebut dengan  $O_2$  sensor merupakan sensor yang digunakan untuk dapat membaca nilai campuran *Air Fuel Ratio* (AFR) melalui kandungan oksigen dari hasil pembakaran pada mesin pembakaran dalam. Pada dasarnya,  $O_2$  sensor ini diletakkan pada sambungan saluran gas buang pada sepeda motor atau di tempat terdekat pada saluran gas buang mesin pembakaran dalam [6].

Sensor kemudian mengeluarkan tegangan *output* pada rentang 0 sampai 1 volt sesuai dengan nilai AFR dari hasil pembakaran pada mesin sehingga dapat ditentukan apakah nilai AFR ideal, kaya atau miskin. Keluaran nilai pada sensor lambda ini kemudian dimasukkan pada otak sistem injeksi yaitu *Electronic Control Unit* (ECU), dimana nantinya akan dijadikan ukuran parameter manajemen kecepatan *supercharger* [7],[8].

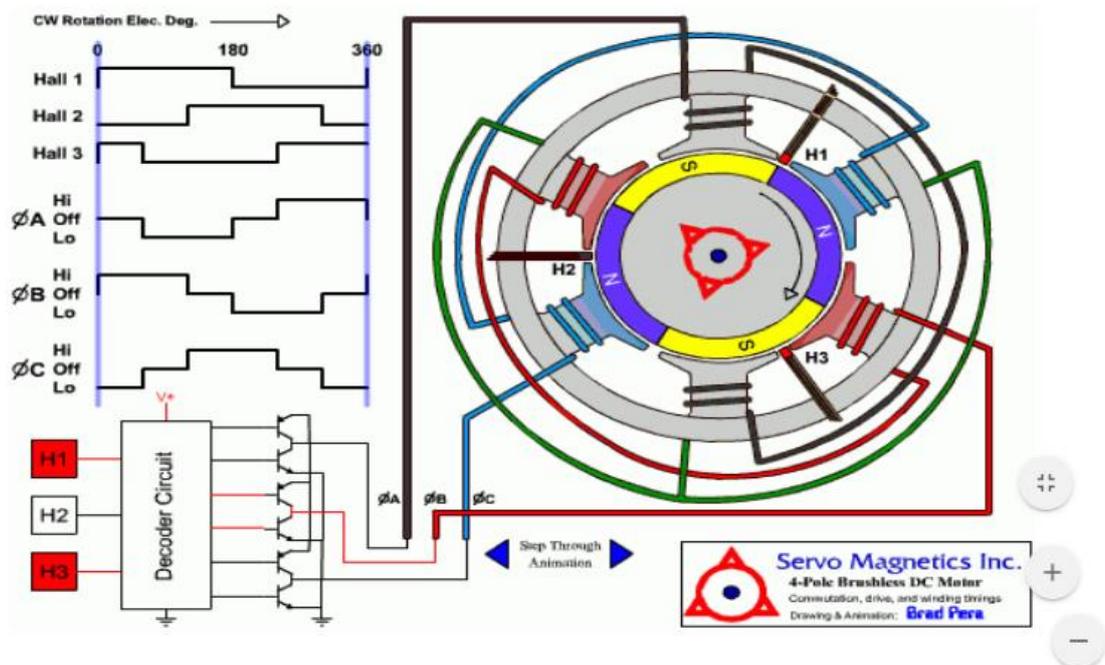


Gambar 1. Grafik tegangan output sensor lambda[9].

Gambar 1 diatas merupakan grafik tegangan output sensor lambda dan nilai AFR (*Air Fuel Ratio*) yang menunjukkan keadaan campuran bahan bakar dengan udara apakah sudah ideal atau *stoikiometri*. Sensor lambda yang digunakan adalah sensor lambda dengan tipe *Narrow Band* yang hanya mendeteksi 3 kondisi campuran yaitu miskin (*lean*), ideal (*stoikiometri*), dan kaya (*rich*)[10].

Motor *Brushless Direct Current* (BLDC) adalah motor yang tidak menggunakan sikat brush untuk pergantian medan magnet (komutasi), tetapi dilakukan secara komutasi elektrolis.

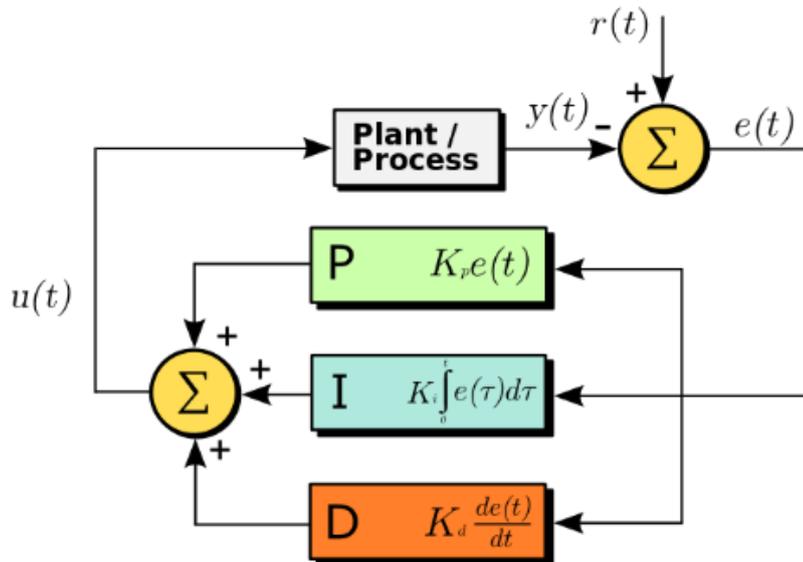
Diagram skema yang terdapat pada motor *brushless* yang dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Diagram Skema Motor Brushles[11]

Sistem kendali *Proportional Integral Derivative* (PID) adalah suatu pengendalian untuk menentukan presisi suatu sistem instrumen dengan karakteristik adanya umpan balik pada sistem tersebut [11]. Komponen kontroler PID terdiri dari tiga jenis yaitu *Proportional*,

*Integral*, dan *Derivative*. Ketiganya dapat digunakan bersamaan ataupun sendiri sesuai dengan keinginan terhadap suatu *plant*. Pada Gambar 3 merupakan diagram blok sistem kendali PID [12],[13].



**Gambar 3.** Diagram blok kendali PID[14]

Berikut ketiga parameter kontroler PID yang digunakan untuk sistem penyesuaian (*tuning*) [14], agar dapat memenuhi kebutuhan proses:

Persamaan 1. menunjukkan sinyal keluaran kontrol pengendali *proportional*.

$$U = K_p \cdot e(t) \quad (1)$$

Keterangan:

U = Sinyal keluaran kontrol

Kp= Gain kontrol

e(t) = *error*

Persamaan 2. menunjukkan sinyal keluaran kontrol *integral*.

$$U = \frac{1}{T_i} K_i \int_0^t e(t) \quad (2)$$

Keterangan:

U =Sinyal keluaran kontrol

Ki = *Gain* kontrol

Ti = *Integral time*

e(t) = *error*

Persamaan 3. menunjukkan sinyal keluaran kontrol *derivative*.

$$U = \frac{1}{T_d} K_d \int_0^t e(t) \quad (3)$$

Keterangan:

U= Sinyal keluaran kontrol

Kd= *Gain* kontrol

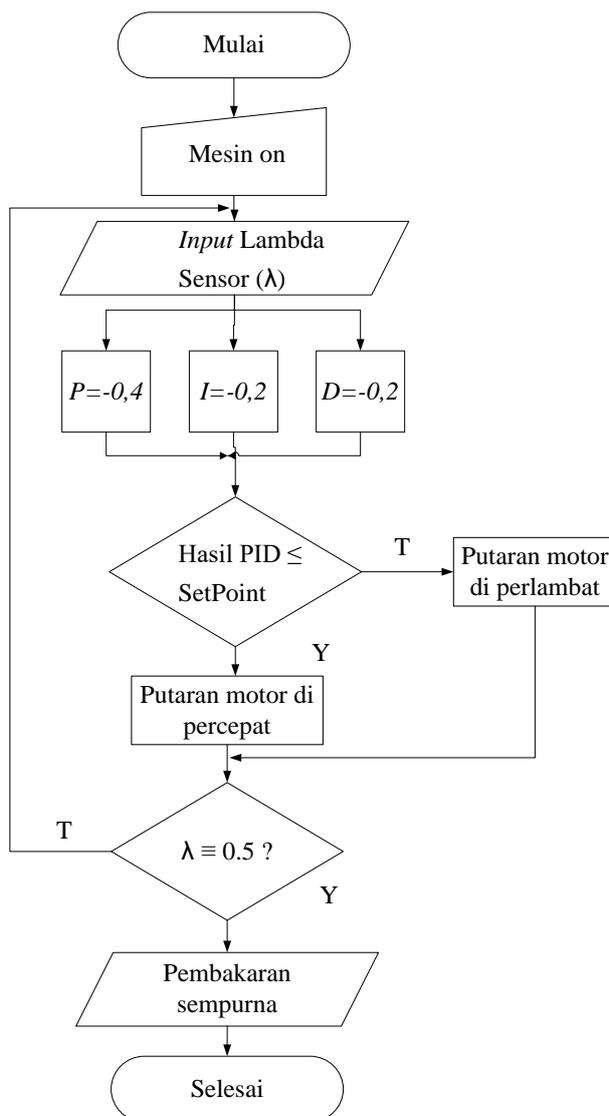
Td= *derivative time*

e(t) = *error*

ESC adalah rangkaian elektronik yang berfungsi sebagai pengatur kecepatan putaran motor pada pesawat RC atau helikopter RC [15]. Cara kerjanya adalah dengan menerjemahkan sinyal yang diterima *receiver* dan *transmitter*. Penentuan ESC yang akan kita gunakan sangatlah penting maka dari hal tersebut harus diketahui kekuatan (*peak current*) dari motor, pilihlah ESC yang kekuatannya melebihi kekuatan motor.

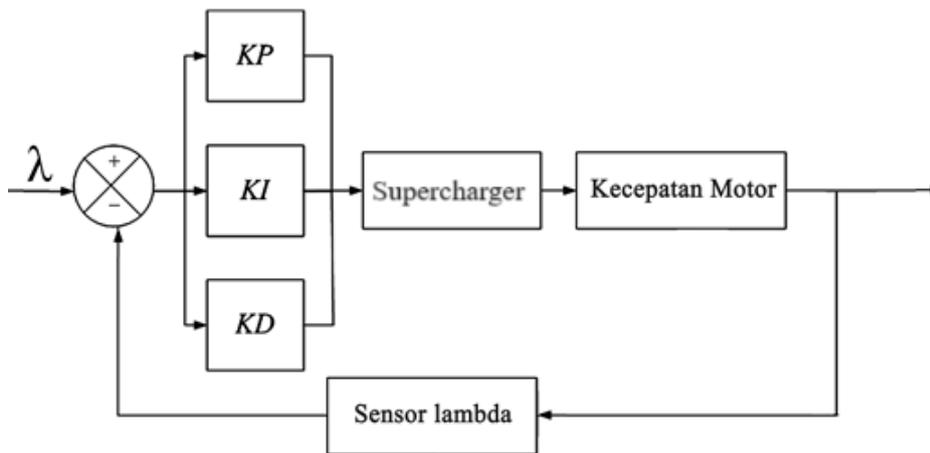
### 3 METODE PENELITIAN

*Flowchart* manajemen *supercharger* dengan kontrol PID pada *engine stand* sepeda motor *automatic* yang digunakan dapat dijelaskan pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Flowchart Penelitian

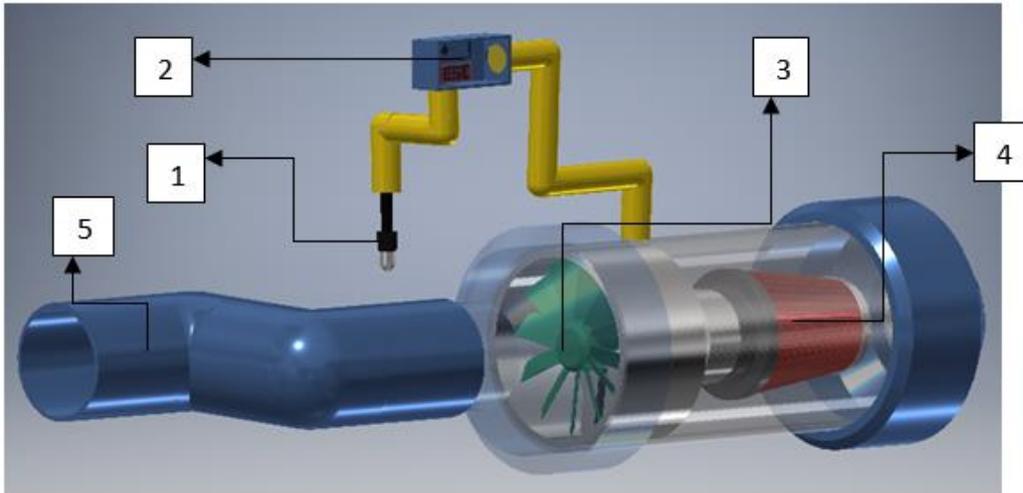
Block diagram pada sistem pengaturan *supercharger* menggunakan mikrokontroler (*arduino*) sebagai proses sistem kendali. Menambahkan metode kontroler PID yang dimasukkan ke dalam mikrokontroler.



Gambar 5. Block Diagram

Pada sistem ini menggunakan sistem kontrol *close loop*, untuk memperkecil kesalahan dan membuat sistem mendekati *output* yang ditentukan. Sensor lambda sebagai pembacaan hasil. Terdapat aktuator berupa motor *brushless* untuk aksi, serta dilengkapi *ESC* untuk mengendalikan kecepatan turbofan. Diagram blok dapat dilihat pada gambar 5.

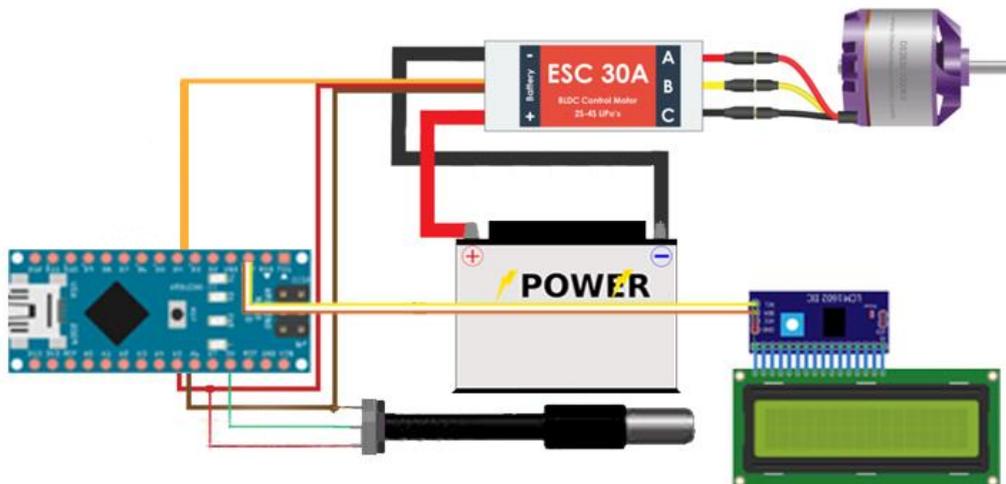
Desain mekanik dari *supercharger* mempunyai dimensi sebesar 8x8x20cm, yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Skema perancangan alat

Keterangan alat dari gambar 6 adalah 1. Box kontroler, 4. Filter udara, 2. Sensor lambda, 5. Sambungan *intake* udara dan 3. Kipas

Desain elektronika merupakan rangkaian elektronika yang terdapat pada pengaturan dengan menggabungkan beberapa komponen menjadi rangkaian elektronika. Pembuatan desain rangkaian *supercharger* yang gambar rangkaian elektroniknya ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Desain komponen elektronik

#### 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini sangat penting untuk proses uji coba peralatan penelitian yaitu dengan mencoba akses program yang akan dibaca dan dianalisis. Akses program ini digunakan untuk menjalankan sistem kerja alat melalui sebuah program untuk dikirim ke mikrokontroler sebagai otak sebuah sistem. Analisis hasil pengujian dilakukan melalui hasil data dari masing-masing sistem kerja. Hasil data akan dianalisis mulai dari data sensor, data konfigurasi motor, dan data metode kontroler PID. Semua data pengujian pada metode dilakukan dengan konfigurasi motor yang berguna untuk mengetahui hasil dari respon motor.

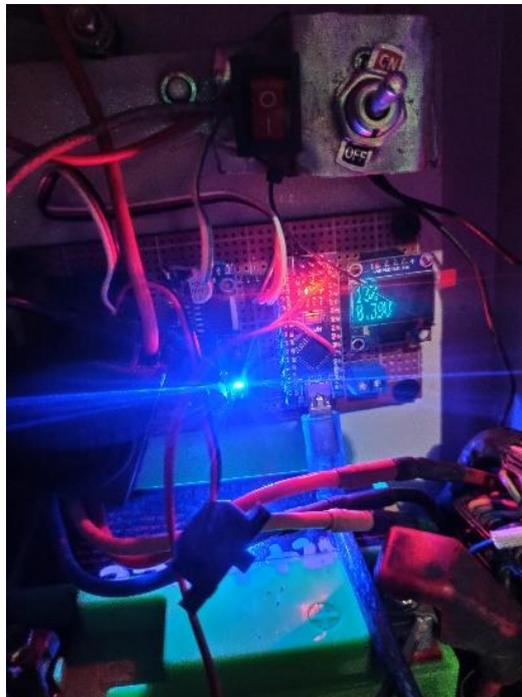
Pada pembuatan *engine stand supercharger* dengan menggunakan metode *Proportional Integral Derivative* (PID), terdapat sensor *lambda* yang berfungsi sebagai sensor untuk

mendeteksi *Air Fuel Ratio* (AFR) melalui kadar oksigen dari sisa pembakaran pada mesin pembakaran dalam dan terdapat aktuator seperti motor *brushles* dan komponen pendukung lainnya yang perlu di uji. Berikut adalah hasil instalasi peralatan pengujian dengan spesifikasi *engine* yang dipasang dengan *superchargernya*.

**a. Spesifikasi Engine Dengan Supercharger**

**Tabel 2.** Spesifikasi Komponen *Engine Stand* dengan *Supercharger*

No.	Komponen	Keterangan
1.	Arduino	Nano
2.	Sensor Lambda	0-1 Volt
3.	Motor <i>Brushless</i>	150 Watt
4.	<i>Stepdown</i>	3 Volt
5.	LCD	LCD OLED
6.	Aki	12V 3A
7.	<i>Engine Stand</i>	Motor Beat Fi
8.	<i>Engine Speed Control</i>	30 Ampere



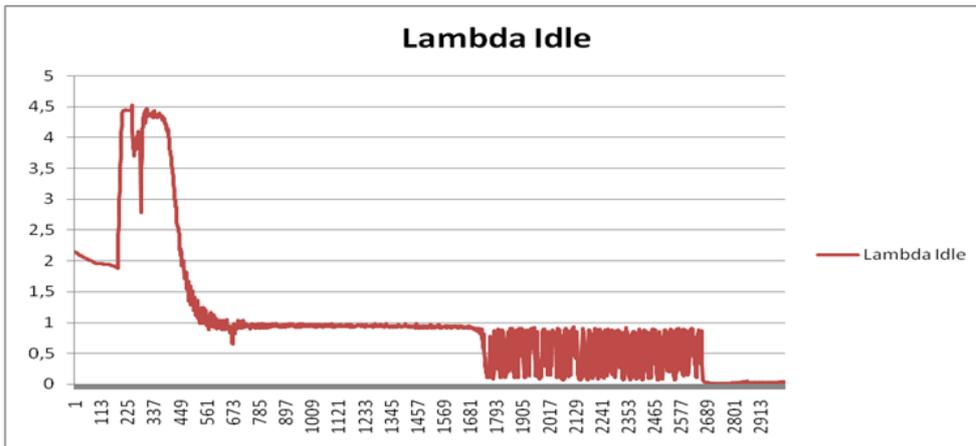
**Gambar 8.** Komponen Elektronik Pada Box Kontrol.

**b. Cara Pengoperasian Alat**

Dalam pengoperasian manajemen *engine stand supercharger* menggunakan PID harus memperhatikan penggunaan daya yang dibutuhkan oleh alat. Pemberian daya nantinya akan membuat sensor menjadi lebih baik dalam mendeteksi dan aktuator akan memberikan kerja yang maksimal. Berikut langkah-langkah pengoperasian pada mesin injeksi motor matic, meliputi:

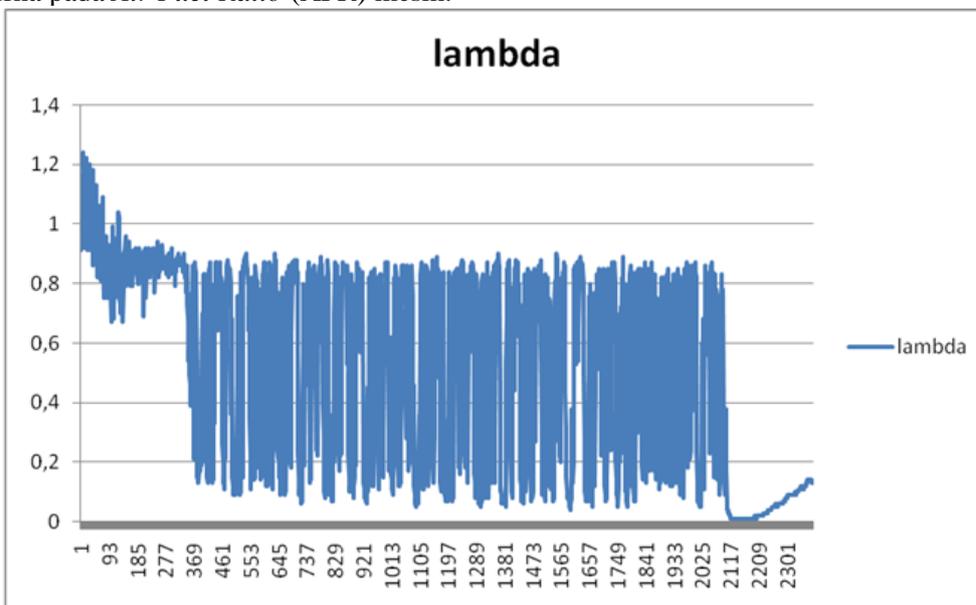
1. Posisikan saklar ke ON untuk menyangkan aki dengan mesin.
2. Nyalakan saklar kedua untuk pemberian daya 5 volt pada setiap komponen ( arduino, ESC, dan LCD ).
3. Tekan tombol starter pada stang stir *stand engine*
4. Mesin menyala.
5. Sesnor lambda mendeteksi dan mengirim data ke arduino.
6. Motor *brushles* berputar sesuai data yang sudah di oleh di arduino.
7. LCD akan menampilkan nilai sensor lambda dan kecepatan motor *brushless*.

c. Hasil Pengujian Sensor Lambda

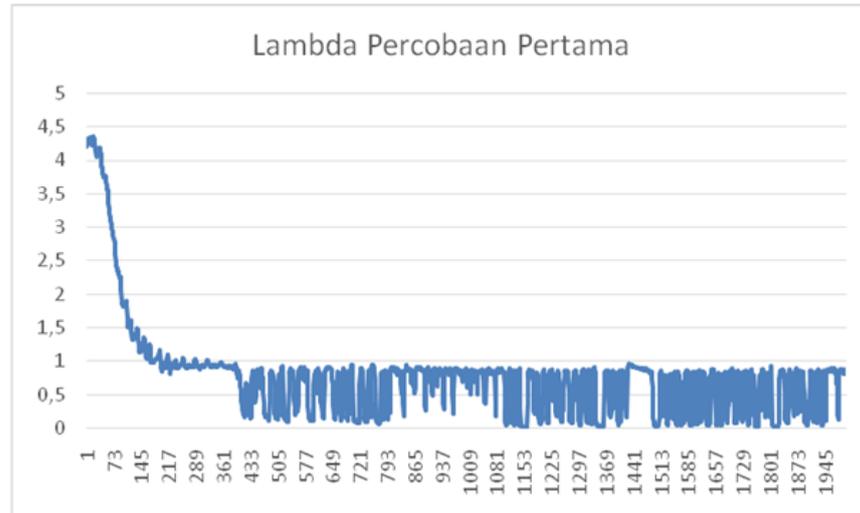


Gambar 9. Sensor lambda pada saat Idle

Pada Gambar 9. adalah grafik nilai yang dideteksi sensor lambda pada saat mesin idle, dapat dilihat pada detik ke 225 motor mulai di strater dan menunjukkan nilai 4,5 volt, pada waktu ini kemungkinan motor strarter pada stand engine mempengaruhi tegangan sehingga naik sampai 4,5 volt yang melebihi spesifikasi sensor lambda yang hanya sampai 1 volt saja , kemudian pada detik ke 449 stand engine sudah menyala dan menunjukkan nilai 1 volt baru pada detik ke 1700 stand engine mulai menstabilkan ke nilai 0,5 yang merupakan nilai stokiometri atau pembakaran sempurna pada Air Fuel Ratio (AFR) mesin.



Gambar 10. Nilai sensor lambda ketika diberikan supercharger



**Gambar 11.** Nilai sensor lambda dengan *supercharger* menggunakan metode PID kontrol

Pada gambar 11. Memperllihatkan bahwa sensor lambda mulai stabil ke nilai 0,5 dalam posisi detik ke 400. Dari detik 0 sampai detik ke 2000 nilai lambda rata-rata di nilai 0,78, gambar grafik 4.9 yang menunjukkan kecepatan motor brushless menunjukkan pada detik pertama motor brushless berputar pada nilai 6% kemudian bertambah menjadi 13% pada detik ke 112, dan bertambah lagi menjadi 20% dan bertahan sampai detik ke 2000.

## 5 KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat disajikan pada hasil penelitian sistem informasi manajemen supercharger dengan kontrol proportional integral derivative pada motor matic yakni sebagai berikut :

- a. Percobaan pada saat idle pada saat belum di masukkan metode PID dan di berikan motor brushless rata-rata nilai lambda yang di dapatakan 1,4 .
- b. Percobaan dengan menggunakan PID sensor lambda mendapatkan nilai rata-rata di 0,78. Dan di antara percobaan pertama sampai ke tujuh percobaan pertama yang mendekati *stoikiometri* yaitu 0,7.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hari, "Panduan Praktis Arduino Untuk Pemula". Penerbit: www.elangsakti.com. 2019.
- [2] S.M.B.A Dermawan, " Penggunaan Motor Dc Brushless Sunny Sky X2212-13 Kv: 980 Ii Pada Perancangan Quadcopter ".Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh. 2018.
- [3] Naziful Fikri, "Studi Eksperimental Pengaruh Penambahan Udara Pembakaran Terhadap Unjuk Kerja Dan Emisi Gas Buang Engine Honda Cb150r Berbahan Bakar Bioethanol E100".Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. 2017.
- [4] D. Araventa S, "Pengendalian Kecepatan Putar (RPM) Motor DC dengan Metode PID Berbasis Mikrokontroller AtMega328 menggunakan Bahasa Pemrograman Code Vision AVR". Jurnal Ilmiah. D3 Fisika, Universitas Sumatera Utara. 2017.
- [5] I.S.R.A. Akhmad I, "Implementasi Sistem Navigasi Dengan Metode Proportional Integral Derivative (PID) Pada Robot Wall Follower". SemanTIK. 2017.
- [6] Syaibani. "Analisis Sistem Efi (*Electronic Fuel Injection*) Pada Sepeda Motor Honda Beat Pgm-Fi". Program D3 Teknik Mesin Otomotif Dan Manufaktur, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. 2017.
- [7] Pengertian kontrol kecepatan elektronik atau *ESC* pada motor brushless, [https://en.m.wikipedia.org/wiki/Electronic\\_speed\\_control](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Electronic_speed_control) diakses, 5 mei 2020.
- [8] H. B. F. U. Ibnu Irawan, "Air Addition Effect on Exhaust Gas K15 Engine using Bioethanol Fuel," *Information Technology International Seminar*, pp. 14-16, 2020.

- [9] Pengertian kontrol kecepatan elektronik atau *ESC* pada motor brushless, [https://en.m.wikipedia.org/wiki/Electronic\\_speed\\_control](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Electronic_speed_control) diakses, 5 mei 2020.
- [10] K. Reza Muhandian, "Kendali Kecepatan Motor DC Dengan Kontroller PID dan Antarmuka Visual Basic," *JTEV*, vol. 06, pp. 328-339, 2020.
- [11] P.Y.D. Junaidi, "Project Sistem Kendali Elektronik Berbasis Arduino ".ISBN: 978-602-5636-46-2. 2014.
- [12] Paryono. "Sensor Lambda Sebagai Pengatur Untuk Mengurangi Komponen Gas Buang Beracun Pada Kendaraan Bermotor ". Jurusan Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, IKIP, Malang, Indonesia.2000.
- [13] W.S. Pinunjul D. A, "Perencanaan *Air Fuel Ratio* (AFR) Controller Berbasis PID Adptif Pada Mesin Bensin 4 Langkah ".Departemen Teknik Elektro Engineering, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia. 2018.
- [14] H. B. F. U. Ibnu Irawan, "Air Addition Effect on Exhaust Gas K15 Engine using Bioethanol Fuel," *Information Technology International Seminar*, pp. 14-16, 2020.
- [15] K. Reza Muhandian, "Kendali Kecepatan Motor DC Dengan Kontroller PID dan Antarmuka Visual Basic," *JTEV*, vol. 06, pp. 328-339, 2020.