

# PENGAMBILAN DATA KENDARAAN LEWAT OBD-II (ON BOARD DIAGNOSTIC II) DENGAN KOMPUTER UNTUK ANALISA LANJUTAN

*by* Hartono Pranjoto

---

FILE	16P-PENGAMBILAN_DATA.PDF (451.69K)		
TIME SUBMITTED	14-NOV-2019 04:32PM (UTC+0700)	WORD COUNT	2945
SUBMISSION ID	1213599934	CHARACTER COUNT	16845

## PENGAMBILAN DATA KENDARAAN LEWAT OBD-II (ON BOARD DIAGNOSTIC II) DENGAN KOMPUTER UNTUK ANALISA LANJUTAN

<sup>9</sup> Hartono Pranjoto<sup>1)</sup>, Lanny Agustine<sup>2)</sup>, Kevin Julian<sup>3)</sup>

<sup>1, 2)</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Katolik

<sup>9</sup> Widya Mandala Surabaya

<sup>3)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Katolik

Widya Mandala Surabaya

Jl. Kalijudan 37 Surabaya 60114

E-mail: pranjoto@ukwms.ac.id

### ABSTRAK

Sistem diagnostik OBD-II adalah sistem diagnostik yang menghasilkan data digital dari data analog mesin kendaraan ringan (light vehicle), karena data tersebut telah diolah secara digital oleh Electronic Control Unit (ECU) yang berupa komputer digital. Data kendaraan tersebut awalnya dalam suatu protokol CAN (Control Area Network) diubah menjadi data digital serial RS-232 lewat koneksi OBD. Konektor OBD berada disekitar kemudi (jarak kurang dari 61 cm). Dengan adanya koneksi ini maka data tersebut dapat diambil dengan mudah dan direkam pada perangkat digital dengan menggunakan koneksi serial RS-232, dan nantinya dapat direkam dengan menggunakan komputer. Data mesin yang didapat adalah (seperti putaran mesin, kecepatan kendaraan, suhu, udara yang masuk) selanjutnya diubah dengan menggunakan program agar menjadi data dalam bentuk CSV (comma seperated variables) yang nantinya dapat di-impor ke format Excel, sehingga dapat diproses lebih lanjut untuk analisa keadaan mesin kendaraan dan kebiasaan mengemudi.

**Kata Kunci:** analisa mesin kendaraan, elektronik control unit, OBD-II, RS-232

### ABSTRACT

The OBD-II diagnostic system is a system that generates diagnostic digital data from light vehicle engine analog data converted into digital data and then processed by the Electronic Control Unit (ECU) in the form of a digital computer. The vehicle data is originally a CAN (Control Area Network) protocol data converted into RS-232 serial digital data via OBD connection. OBD connector is around the wheel (distance less than 61 cm). With this connection the data can be easily retrieved and recorded on digital devices using RS-232 serial connections, and later can be recorded using a computer. Engine data obtained (such as engine speed, vehicle speed, temperature, air entering) are then modified using the program to be data in the form of CSV (comma seperated variables) which can later be imported into Excel format so that it can be processed further For the analysis of vehicle engine conditions and driving habits.

**Keywords:** analisis vehicle engine, electronic control unit, OBD-II, RS-232

### PENDAHULUAN

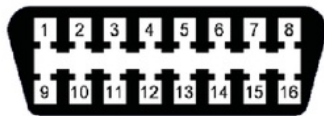
#### Monitor Kinerja Mesin Kendaraan Secara Jarak Jauh

Teknologi untuk memantau kinerja mesin, sistem penggerak, dan emisi pada kendaraan sudah tersedia pada kendaraan yang dibuat setelah tahun 2004. Dengan adanya komputer digital yang mengatur dan memonitor kendaraan menggunakan standar OBD-II (OBD-II adalah singkatan dari On-Board Diagnostic versi 2) OBD-II pada saat ini sudah ada pada setiap kendaraan beroda empat atau lebih jenis ringan (light vehicle). Umumnya hasil diagnostik dari OBD-II sudah lengkap dan dapat digunakan untuk memantau kinerja kendaraan tersebut. Dengan hasil evaluasi pada keluaran data digital OBD-II, kinerja kendaraan sudah dapat diketahui secara umum sehingga segala kemungkinan masalah kendaraan sudah dapat dideteksi dan dapat memperlancar proses servis yang akan dilakukan.

Pembacaan data dan analisa data dapat dilakukan dengan menggunakan komputer digital karena data itu sendiri adalah data digital.

Semua kendaraan dengan OBD-II akan memiliki konektor OBD-II dimana data digital tersebut dapat diambil/ diekstrak untuk disimpan secara permanen ataupun sementara. Sistem yang dirancang akan mengubah data yang ada di dalam komputer kendaraan (sering disebut ECU atau *Electronic Control Unit*). Output dari konektor OBD-II yang terletak dekat dengan roda kemudi (*steering wheel*) adalah output dari data digital tentang kondisi mesin. Gambar 1 adalah konektor OBD-II dalam bentuk penomoran konektor dan juga bentuk fisik dari konektor tersebut. Gambar 1c adalah konektor eksternal yang akan dihubungkan ke konektor OBD-II pada kendaraan untuk mendapatkan data digital dari mesin kendaraan.

Nama dan fungsi dari pin pada konektor OBD-II dapat dilihat pada Tabel 1. Pada tabel ini terlihat dengan jelas bahwa walaupun OBD-II memiliki konektor dengan sinyal yang jelas dan ketat, tetapi pada saat yang sama mengijinkan masing-masing pabrik untuk menentukan jenis sinyal dan pin yang dipergunakan.



Gambar 1a. Konektor OBD-II dan nomor pin



Gambar 1b. Bentuk konektor OBD-II pada kendaraan



Gambar 1c. Konektor OBD-II eksternal dengan kabel di belakang

Pin	Sinyal	Pin	Sinyal
1	Tergantung Pabrik	9	Tergantung Pabrik
2	SAE J1850 PWM positif <i>bus</i>	10	SAE J1850 PWM negatif <i>bus</i>
3	Tergantung Pabrik	11	Tergantung Pabrik
4	<i>Ground chasis</i>	12	Tergantung Pabrik
5	<i>Ground</i> sinyal	13	Tergantung Pabrik
6	CAN-bus <i>high</i> (J2284 dan ISO15765-4)	14	CAN-bus <i>low</i> (J2284 dan ISO15765-4)
7	K-line OSP 9141-2 dan ISO 14330-4	15	L-line OSP 9141-2 dan ISO 14330-4
8	Tergantung Pabrik	16	Tegangan suplai

Tabel 1. Fungsi masing-masing pin pada konektor OBD-II

Data yang didapat dari CAN-bus dengan protokol CAN (Control Area Network) diubah menjadi data serial dengan menggunakan protokol serial RS-232 lewat sebuah IC (ELM-327) yang mengubah semua sinyal yang didapatkan dari CAN-bus secara *hardware* menjadi protokol serial RS-232. Perintah-perintah untuk mengeluarkan data tersebut lewat RS-232 juga diimplementasikan oleh IC ELM-327. Perintah untuk mengirimkan parameter kendaraan berdasarkan standar SAE-J1797, yaitu sebanyak 10 (sepuluh) mode operasi pada OBD-II, seperti yang terlihat pada Tabel 2. (B&B, NAPA)

Mod (hex)	Deskripsi
01	Show current data
02	Show freeze frame data
03	Show stored Diagnostic Trouble Codes
04	Clear Diagnostic Trouble Codes and stored values
05	Test results, oxygen sensor monitoring (non CAN only)
06	Test results, other component/system monitoring*)

07	Show pending Diagnostic Trouble Codes**)
08	Control operation of on-board component/system
09	Request vehicle information
0A	Permanent Diagnostic Trouble Codes (DTCs) (Cleared DTCs)

\*) Test results, oxygen sensor monitoring for CAN only

\*\*) Detected during current or last driving cycle

Tabel 2. Mode operasi pada OBD-II

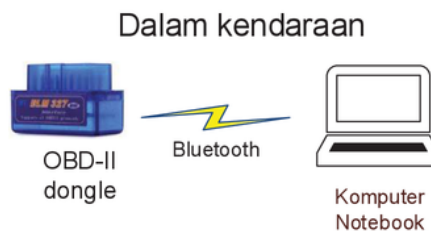
### Metodologi Penelitian

Untuk kebutuhan informasi tentang kondisi kendaraan secara umum, mode yang digunakan cukup mode 01 dan mode 02. Sedangkan mode lainnya lebih banyak digunakan untuk keperluan pada saat servis atau mesin kendaraan bermasalah. Selain membaca status kendaraan dengan mode 01 dan mode 02, masalah pada kondisi kendaraan dapat dilihat dengan menggunakan mode 03.

Sistem diagnostik OBD-II adalah sistem diagnostik yang menghasilkan data digital karena sistem OBD-II menggunakan *Electronic Control Unit (ECU)* yang berupa komputer digital. Sistem diagnostik ini menggunakan protokol CAN-bus yang biasa dipakai pada sistem kontrol. Hasil dari monitor dan output dengan protokol CAN-bus dapat diakses lewat konektor OBD yang berada di sekitar kemudi kendaraan dengan jarak kurang dari 61 cm dari kemudi tersebut. Dengan menggunakan *dongle* atau perangkat yang dipasangkan pada konektor OBD, hasil output digital yang berupa data digital dengan protokol CAN-Bus diubah menjadi protokol serial RS-232. Pengubahan protokol dari CAN-Bus menjadi RS-232 dikerjakan oleh sebuah IC ELM327. Dengan perubahan protokol ini, maka kontrol data dapat dikerjakan dengan mudah lewat sebuah komputer atau semua perangkat komputer yang memiliki koneksi RS-232. Perintah untuk pengaturan perangkat yang terkoneksi lewat RS-232 dapat dilakukan dengan menggunakan perintah AT (AT command) disesuaikan dengan perangkatnya.

Output dari protokol serial RS-232 selanjutnya dikirimkan lewat sebuah pengubah media, dari media kabel menjadi media nirkabel dengan protokol Bluetooth yang sudah merupakan standar pada kebanyakan komputer notebook hanya dengan melakukan proses *pairing*. Dengan adanya sistem koneksi ini, maka interkoneksi antara sistem OBD-II dengan komputer dapat dilakukan dengan lebih mudah karena tidak membutuhkan koneksi kabel sama sekali. Dengan adanya koneksi ini, dan pada komputer terlihat sebagai koneksi RS-232 (COMxx) pada komputer dengan Sistem Operasi Windows, maka program yang digunakan cukup menggunakan akses langsung pada koneksi serial pada umumnya.

Koneksi antar perangkat yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2. Pada gambar ini diilustrasikan bahwa kendaraan yang telah dilengkapi dengan OBD-II dengan koneksi Bluetooth dan dipasangkan pada konektor, seperti dijelaskan pada bagian pendahuluan, langsung dapat dihubungkan dengan komputer. Proses *pairing* dengan Bluetooth seringkali menggunakan *password* '000000' (enam karakter angka nol). Setelah selesai proses *pairing* pada koneksi Bluetooth, dilanjutkan dengan proses koneksi secara logika (*logical connection*) dengan komputer secara serial atau RS-232. Pada komputer dengan basis Windows, komunikasi serial selalu diberi identitas COMxx, dengan xx adalah dua angka desimal yang menunjukkan nomor jalur komunikasi serial.



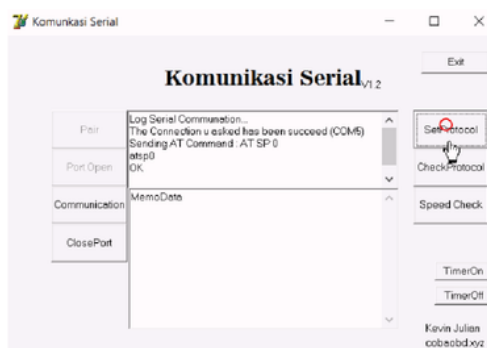
Gambar 2. Koneksi OBD-II dengan komputer lewat jaringan nirkabel bluetooth®



PID	Data bytes	Parameter	Min	Max	unit
0C	2	Putaran mesin (RPM)	0	16.383,75	rpm
0D	1	Kecepatan kendaraan	0	255	km/h
0F	1	Suhu udara masuk mesin	-40	215	°C
10	2	Massa udara masuk ke mesin	0	655,35	gram/detik
11	1	Posisi klep angin	0	100	%
45	1	Posisi klep angin (relative)	0	100	%
46	1	Suhu udara	-40	215	°C

Tabel 3. Perintah untuk mendapatkan parameter pada OBD-II

Koneksi ini pada awalnya menggunakan koneksi serial dengan kabel untuk memudahkan pembuatan dan interkoneksi awal. Pada fase lanjut, koneksi ini telah diubah menjadi koneksi nirkabel dengan menggunakan protokol Bluetooth. Sehingga dengan adanya interkoneksi ini hubungan antara *dongle* OBD-II dengan perangkat mikrokontroler dapat dilakukan dengan mudah, dan perangkat mikrokontroler dapat diletakkan dimana saja di dalam kendaraan. Protokol RS-232 pada koneksi Bluetooth menggunakan parameter 38400 bps dengan 8-bit dan 1-stop-bit tanpa *parity* dan juga tanpa *flow-control*. Setelah koneksi berhasil dilakukan, maka perintah untuk mengirimkan data agar parameter kendaraan dapat dikirimkan setiap saat ada permintaan dengan menggunakan perintah 'AUTO' kepada OBD-II, dan perintah AT-command untuk tujuan ini adalah 'AT SP0', lalu dilanjutkan dengan perintah 'ATDP' untuk memastikan bahwa data dapat diambil dengan cara 'AUTO'. Setelah selesai pengaturan dengan mode AUTO, selanjutnya adalah memerintahkan OBD-II untuk mengirimkan data parameter sesuai dengan PID pada Tabel 3. Untuk mendapatkan parameter kecepatan mesin, data yang dikirimkan adalah '010C', berdasar Table 2, dengan '01' adalah untuk 'current data', dan '0D' adalah parameter putaran mesin. Data yang didapat akan berupa data 16 bit, sehingga nilai dari data tersebut harus dibagi 4 agar bisa mendapatkan putaran mesin kendaraan. Data untuk kecepatan tidak perlu diproses karena data yang ada adalah data kecepatan kendaraan itu sendiri. Untuk suhu udara masuk, nilai yang didapat harus dikurang dengan nilai 40 untuk mendapatkan data kendaraan. Semua rumus untuk parameter ID dapat dilihat pada [WIKI]. Proses untuk komunikasi di atas dapat dilihat pada Gambar 3a hingga 3d secara berurutan.



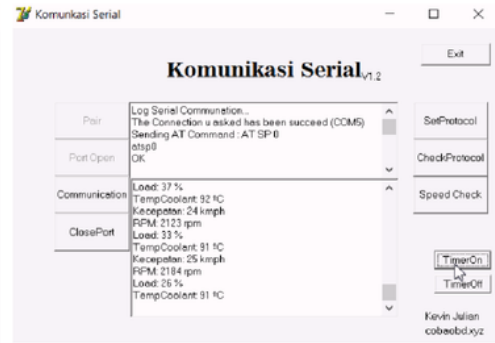
Gambar 3a. Pengiriman data untuk mode AUTO pada OBD-II



Gambar 3b. Konfirmasi model AUTO pada OBD-II dengan perintah AT DP



Gambar 3c. Data yang didapat dengan mengirimkan data '010D', '010D', dst



Gambar 3d. Pengambilan data yang berulang selang 1 detik

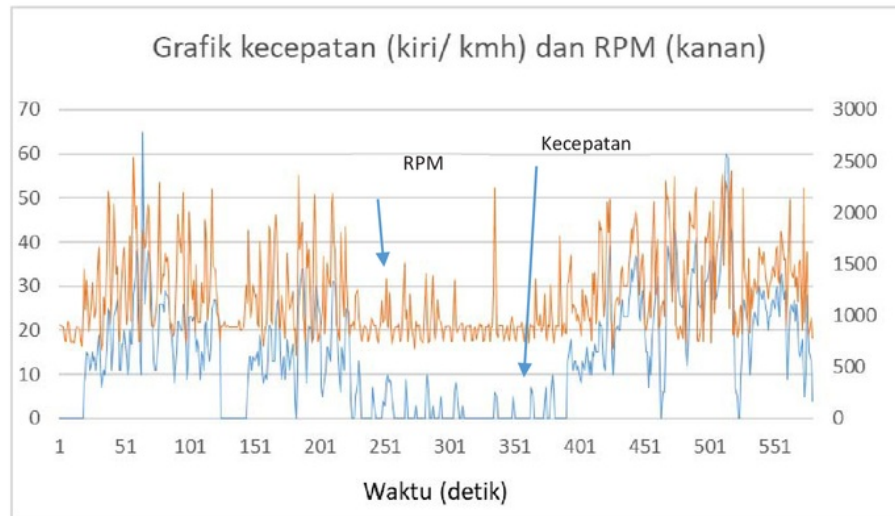
## PEMBAHASAN

Data yang didapat dengan menggunakan program untuk menghasilkan data pada Gambar 3a – 3d menggunakan Borland C yang merupakan sebuah program *object oriented*. Data yang didapat pada tahap selanjutnya tidak lagi ditampilkan pada antarmuka serial seperti pada Gambar 3, melainkan data tersebut dituliskan dalam sebuah file dan disimpan di komputer. Data tersebut dipisahkan dengan koma, sehingga program *spreadsheet* seperti Microsoft Excel® dapat membaca file tersebut, dan data dapat langsung diolah untuk menghasilkan informasi yang lebih bermanfaat bagi pengguna. File seperti ini sering pula disebut file CSV (*comma separated variables*).

0,852,43,84,45,-4,14,10	0,730,21,87,45,10,14,10	8,1452,40,90,45,2,14,12
0,908,43,84,45,-4,14,10	0,757,21,87,45,8,14,10	10,1060,65,90,45,9,14,15
0,900,42,84,45,-4,14,10	0,740,22,88,45,8,14,10	15,1344,32,90,45,5,14,10
0,892,43,84,45,-3,14,10	0,828,45,88,45,-2,14,1	14,840,20,90,45,16,14,12
0,889,27,85,45,9,14,10	0,894,43,88,45,-4,14,10	11,979,49,90,45,0,14,10
0,758,21,85,45,16,14,10	0,894,43,89,45,-4,14,10	12,1088,42,90,45,18,14,14
0,743,22,85,45,8,14,10	0,872,31,90,45,8,14,10	15,1322,15,90,45,9,14,12
0,902,43,87,45,-4,14,10	0,754,20,90,45,16,14,10	13,1138,79,90,46,-1,14,10
0,942,22,87,45,21,14,10	0,696,28,90,45,-4,14,13	14,978,40,89,46,-3,14,10
0,748,20,87,45,15,14,10	0,1050,45,90,45,8,14,14	11,1046,52,89,46,14,14,15

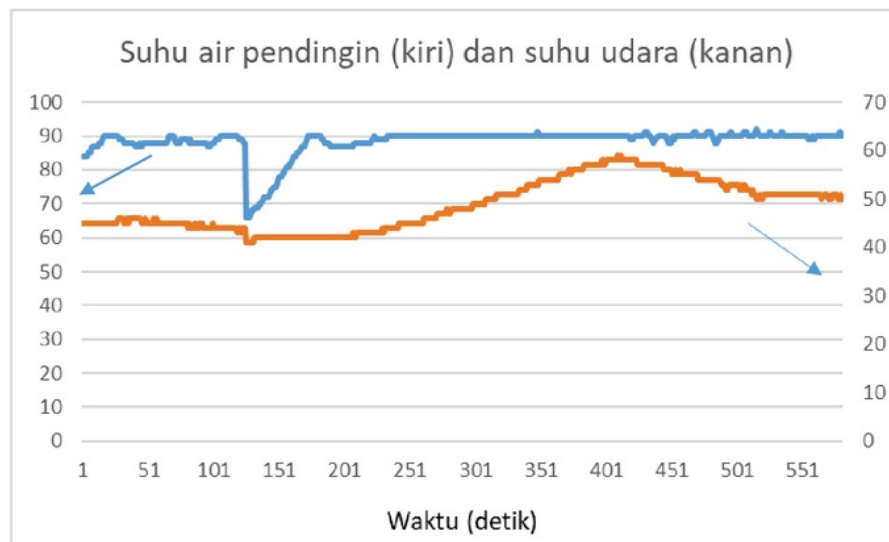
Gambar 4. Tiga puluh data pertama yang didapat dan dipisahkan dengan koma

Data yang didapat dengan menggunakan program mirip seperti program untuk menghasilkan data pada Gambar 3, yang telah dituliskan pada file, seperti yang terlihat pada Gambar 4. Isi file tersebut adalah angka yang didapat dan diakhiri dengan sebuah koma dan data terakhir diakhiri dengan sebuah 'Enter' atau ASCII 'CR' dan 'LF'. Setiap baris data seperti pada Gambar 4 terdiri dari 8 data parameter yang sudah diurutkan dari kiri ke kanan, yaitu: kecepatan, RPM, beban mesin/ *load*, suhu udara ambien, jumlah udara masuk (*mass flow*, gram/detik) waktu pengapian busi (dalam derajat), tegangan aki mobil, dan posisi klep angin untuk mesin.



Gambar 5. Grafik kecepatan mobil dan putaran mesin

Hasil dari akuisisi data menunjukkan bahwa data yang didapat mirip dengan data yang ada pada tayangan instrumen di depan kendaraan – walaupun tidak direkam secara ilmiah dan hanya secara visual – dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5. Grafik pada Gambar 5 adalah data putaran mesin dan kecepatan kendaraan yang didapat selama 600 detik dari OBD-II. Data ini masih belum diproses sama sekali, dan terlihat memiliki tingkat *noise*/ derau yang amat tinggi. Sumbu vertikal pada Gambar 5 ada dua buah. Satu sumbu vertikal di sisi kanan adalah sumbu kecepatan kendaraan, dan sumbu vertikal di sebelah kiri adalah sumbu putaran mesin dalam RPM. Sedangkan grafik pada bagian atas adalah grafik RPM dan grafik yang bagian bawah adalah grafik kecepatan kendaraan. Dari kedua grafik tersebut terlihat adanya korelasi antara kecepatan kendaraan dan putaran mesin. Dari sisi korelasi terlihat bahwa pada saat RPM naik maka kecepatan gerak kendaraan juga meningkat, dan pada saat RPM rendah, kecepatan juga ikut turun.



Gambar 6. Grafik suhu air pendingin (radiator) dan suhu udara ambien

Gambar 6 adalah grafik perubahan suhu air pendingin mesin dan juga suhu udara masuk ke mesin lewat injektor. Pada grafik suhu (bagian atas dengan sumbu vertikal kiri), terlihat bahwa suhu mulai naik dan terlihat konstan di suhu 90°C. Sedangkan pada detik ke 120 terlihat suhu turun mencapai 70°C, yang mungkin disebabkan oleh terbukanya klep air karena suhu sudah mencapai 90°C dan air yang lewat adalah air yang masih dingin. Pada grafik yang bagian bawah adalah grafik suhu udara yang masuk ke injektor mesin dengan sumbu vertikal di sebelah kanan. Terlihat bahwa suhu udara yang masuk cenderung berada pada 40°C dan terjadi peningkatan pada saat mesin sedang bekerja untuk menaikkan kecepatan kendaraan pada detik ke-400 seperti terlihat juga pada Gambar 5. Sesudahnya suhu mulai turun kembali karena mendapatkan pasokan udara yang lebih dingin, karena kendaraan sudah bergerak.

Untuk sudut pengapian dan klep angin, terlihat cukup mengikuti kecepatan putar mesin atau RPM, yaitu pada saat klep angin terbuka, maka otomatis putaran mesin juga akan meningkat dan pada saat yang sama sudut pengapian akan makin positif atau pembakaran terjadi setelah piston silinder mulai turun dari posisi puncaknya. Hal ini sesuai dengan rancangan pada umumnya.

## KESIMPULAN

Pembahasan diatas menyampaikan data bahwa data dari mesin kendaraan bermotor ringan (*light vehicles*) yang dipergunakan untuk percobaan ini telah dapat diekstrak keluar dan dapat disimpan dalam sebuah komputer. Data yang tersimpan selanjutnya dapat diproses dengan menggunakan berbagai macam perangkat lunak untuk mendapatkan/ mengekstraksi parameter-parameter penting lain dari keadaan mesin kendaraan. Dalam hal pengambilan data ini, terlihat dari pembahasan, bahwa mesin kendaraan dalam keadaan bekerja normal dan data yang diambil adalah data pada saat mesin kendaraan sedang bekerja.

## DAFTAR PUSTAKA

14. nan, John III, *Creating A Wireless OBDII Scanner*, Worcester Polytechnic Institute, 2009.
- SAE International Surface Vehicle Recommended Practice, *Diagnostic Connector Equivalent to*
3. *ISO/DIS 15031*, SAE Standard J1962, Rev Dec 2001
- International Organization for Standardization, *Road vehicles — Diagnostics on Controller Area Networks Part 4*, Requirements for emissions-related systems ISO 15765, 2005
- SAE International Surface Vehicle Recommended Practice, *High Speed CAN (HSC) for Vehicle*
7. *Applications at 500 KBPS*, SAE Standard J2284-3, Rev. 2002.
- International Organization for Standardization, *Road Vehicles – Diagnostics Systems – CARB*
10. *Requirements for Interchange of Digital Information*, ISO 9141, 1994
- International Organization for Standardization, *Road Vehicles - Diagnostic Systems - Keyword*
6. *Protocol 2000 - Physical layer*, ISO 14230-1, 1994.
2. M Tech, *SIM 808 Hardware Design V. 2.00*, SIMCom Wireless Solutions, 2012.
- European Telecommunications Standard Institute, *Technical Specification AT command set for User Equipment 3GPP TS27.007 version 11.5.0 Release 11 (2013-01)*, Januari 2013
- SIM Tech. 13. *800 GPS Application Note V1.00*, SIMCom Wireless Solutions LTD. 2015.
4. M Tech, *SIM800 Series AT Command Manual V1.09*, SIMCom Wireless Solutions LTD. 2015.
- Pranjoto, H., Agustine, L., Susilo, Y.S., Tehuayo, R., “GPS based vehicle tracking over GPRS for fleet management and passenger/ payload/ vehicle security”, *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 9, 11, 2014.
- Lanny Agustine, E. Pangaliela, H. Pranjoto, “Vehicle Security and Management System on GPS Assisted Vehicle Using Geofence and Google Map”, *Lecture Notes On Electrical Engineering*, , Lecture Notes in Electrical Engineering (ISBN 978-981-287-986-8, DOI 10.1007/978-981-287-988-2, 65), 2015, 215
- Elm327 OBD to RS-232 Interpreter manual
- Wikipedia, The Free Encyclopedia, s.v., OBD-II PIDs (accessed June 12, 2017, [https://en.wikipedia.org/wiki/OBD-II\\_PIDs](https://en.wikipedia.org/wiki/OBD-II_PIDs))



# PENGAMBILAN DATA KENDARAAN LEWAT OBD-II (ON BOARD DIAGNOSTIC II) DENGAN KOMPUTER UNTUK ANALISA LANJUTAN

## ORIGINALITY REPORT

%**9**

SIMILARITY INDEX

%**5**

INTERNET SOURCES

%**7**

PUBLICATIONS

%**7**

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

**1**

Submitted to Rajarambapu Institute of Technology

Student Paper

%**2**

**2**

"Proceedings of Second International Conference on Electrical Systems, Technology and Information 2015 (ICESTI 2015)", Springer Science and Business Media LLC, 2016

Publication

%**1**

**3**

Submitted to University of Technology, Sydney

Student Paper

%**1**

**4**

Submitted to University of Derby

Student Paper

%**1**

**5**

Submitted to University of Sheffield

Student Paper

%**1**

**6**

[www.arpnjournals.com](http://www.arpnjournals.com)

Internet Source

%**1**

**7**

Submitted to University of Arizona

Student Paper

<% 1

8

Naoya Tsuchiya, Tomohisa Kishigami, Eiichirou Kawakami. "Virtual Development for In-Vehicle Network Topology – A Case Study of CAN FD Physical Layer", SAE International, 2017

Publication

<% 1

9

Submitted to iGroup

Student Paper

<% 1

10

Pallierer, Roman, and Thomas Galla. "Testing and Monitoring of FlexRay-Based Applications", Industrial Information Technology, 2008.

Publication

<% 1

11

Submitted to Institute of Technology, Nirma University

Student Paper

<% 1

12

Felipe Restrepo-Calle, Cesar Pedraza, Felix Vega. "A Vehicle Tracking Device with Built-in Safety Features for Public Transportation Systems", 2019 2nd Latin American Conference on Intelligent Transportation Systems (ITS LATAM), 2019

Publication

<% 1

13

Submitted to University of Stellenbosch, South Africa

Student Paper

<% 1

Peter Subke. "Internationally Standardized Technology for the Diagnostic Communication of External Test Equipment with Vehicle ECUs", SAE International, 2014

Publication

EXCLUDE QUOTES ON  
EXCLUDE ON  
BIBLIOGRAPHY

EXCLUDE MATCHES < 10  
WORDS