

Alat Pengukur Kualitas Bahan Bakar Diesel dan Kinerja Filter Elemen

Iwan Syah Putra, Gun Gun Maulana, Hadi Supriyanto

Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Politeknik Manufaktur Bandung

Email: iwansp79@gmail.com

Informasi Artikel:	ABSTRAK
<i>Received:</i> 5 Januari 2024 <i>Accepted:</i> 30 Maret 2024 <i>Available:</i> 15 April 2024	Mesin diesel di gunakan di banyak sektor menuntut kualitas bahan bakar yang bersih untuk mecapai performace mesin yang baik. Untuk menjaga kebersihan bahan bakar dilakukan proses penyaringan menggunakan filter element. Mengukur kualitas bahan bakar sebelum dan sesudah penyaringan menjadi informasi penting bagi penguna untuk megambil keputusan untuk mengurangi biaya pemeliharaan dan keseluruhan biaya operasional. Dari permasalahan yang ada peneniti bertujuan untuk mengembangkan alat berfungsi untuk dapat mengidentifikasi kualitas kerbersihan bahan bakar diesel sesuai dengan standar ISO cleanliness 18/16/13 dan performance filter elemen yang digunakan kondisi bekerja atau tidak. Modul ini menggunakan PLC dan HMI untuk tampilan muka dan pressure transmitter untuk modul ukur yang bertujuan untuk menjadi alat yang siap pakai untuk kondisi industri dan pertambangan. modul ini akan membantu penguna sebagai sistem awal yang mengeluarkan informasi kualitas dari bahan bakar diesel yang disaring dan perkiraan performance filter yang di gunakan.
Kata Kunci:	ABSTRACT
<i>Diesel</i> <i>Filter element</i> <i>Sensor</i> PLC HMI	<i>Diesel engines used in many sectors require clean fuel quality to achieve good engine performance. To maintain fuel cleanliness, a filtering process is carried out using a filter element. Measuring fuel quality before and after filtration is important information for users to make decisions to reduce maintenance costs and overall operational costs. From the existing problems, researchers aim to develop a tool that functions to identify the cleanliness quality of diesel fuel in accordance with ISO 18/16/13 cleanliness standards and the performance of the filter elements used in working condition or not. This module uses a PLC and HMI for the display and a pressure transmitter for the measuring module which aims to be a ready-to-use tool for industrial and mining conditions. This module will help users as an initial system that issues quality information from filtered diesel fuel and estimates the performance of the filter used</i>

1. PENDAHULUAN

Mesin diesel merupakan komponen utama yang digunakan dibanyak sektor dari otomotif, industri, pertambangan, dengan banyak kelebihan, menghasilkan tenaga yang besar dengan putaran yang kecil, hemat bahan bakar dan keperluan perawatan lebih sedikit. Performace mesin diesel yang baik menggunakan bahan bakar diesel yang digunakan harus dipastikan bersih [1]. Kualitas bahan bakar diesel dapat bervariasi dari refinery sampai titik pengguna karena kontaminasi terakumulasi selama pengangkutan dan penyimpanan. Kebersihan bahan bakar diesel memegang peranan penting mengurangi biaya pemeliharaan dan keseluruhan biaya operasional [2].

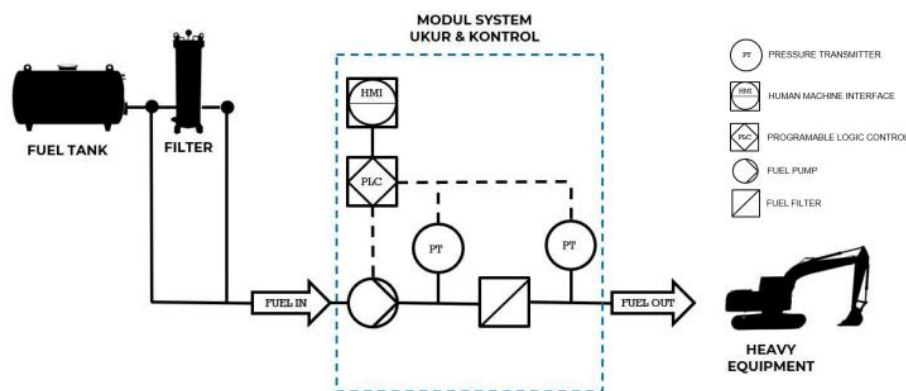
Besarnya volume pemakaian bahan bakar diesel perharinya menjadikan penggunaan filter elemen menjadi salah satu faktor utama mempengaruhi biaya operasi. Umur filter elemen yang pendek akan mengakibatkan masalah mesin yang serius. Umur pakai filter yang pendek akan membuat kebutuhan filter lebih dan waktu pengantian filter akan mengurangi waktu kerja mesin yang akan mengakibatkan tingginya biaya operasional[2]

Pressure gauge adalah instrument monitoring yang biasa terpasang di filter housing, lama waktu pemakaian filter elemen dari pemasangan baru sampai filter elemen blocking menjadi parameter performance filter elemen. Untuk mengetahui kualitas bahan bakar sebelum dan sesudah penyaringan dilakukan dengan mengambil contoh bahan bakar diesel untuk dilakukan pengujian, proses ini membutuh waktu menunggu hasil lab dan biaya tinggi.

Dari penjelasan diatas dilakukan penelitian bertujuan untuk mengembangkan alat pengukuran kualitas bahan bakar diesel dan performance filter elemen yang akurat, portable dan murah dalam operasionalnya. Penggunaan PLC, HMI bagian dari modul kontrol dan pressure transmitter dan filter pack sebagai modul untuk mengukur waktu blocking media sebagai parameter kualitas bahan bakar diesel yang di ukur.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Gambaran Umum Sistem



Gambar 1 Gambaran Umum Sistem

Dari bahan bakar diesel yang masuk akan di dorong oleh fuel pump dengan flowrate yang tetap melalui filter test pack dan modul kontrol akan menghitung lama waktu yang di butuhkan untuk mencapai delta pressure yang sudah di tentukan 0.3 bar.

2.2 Perancangan Sistem

Pada penelitian ini sistem yang akan dibuat dibagi menjadi 3 sub-sistem utama, yaitu sistem modul ukur, sistem modul kontrol, dan sistem perangkat lunak. Dimana pada tiap sub-sistem tersebut memiliki tuntutan ataupun tugas yang harus dipenuhi agar sistem dapat berjalan dengan baik.

2.2.1 Penentuan Tugas dan Tuntutan Sistem

Pada penelitian ini sistem yang akan dibuat dibagi menjadi 3 sub-sistem utama, yaitu sistem ukur, sistem kontrol dan Sistem Perangkat lunak. Dimana pada tiap sub-sistem tersebut memiliki tuntutan ataupun tugas yang harus dipenuhi agar sistem dapat berjalan dengan baik.

Tabel 1 Tugas dan Tuntutan Sistem Modul Ukur

No.	Tugas dan Tuntutan
1.	Pembuatan modul mekanik untuk mengalirkan fuel diesel dengan besaran tetap ke modul filter yang tekananya terukur
2.	Modul filter dapat meyaring diesel dengan keluaran ISO 18/16/13 dan Fuel pump dapat maksimum pressure 0.3 bar
3.	Menggunakan pressure transmitter sebagai sensor ukur yang minimum tekanan 0.6 bar

Pada Tabel 1 berikut dijabarkan tugas dan tuntutan dari sistem ukur yang akan dibuat, dimana dalam proses pengukuran bahan bakar diesel yang akan di alirkan oleh fuel pump dengan flow konstan melalui filter test pack dan pressure akan di ukur oleh pressure transmitter.

Tabel 2 Tugas dan Tuntutan Sistem Modul Kontrol

No.	Tugas dan Tuntutan
1.	PLC yang digunakan mampu melakukan komunikasi dengan sensor pressure transmitter dan fuel pump dan mengukur waktu kerja
2.	Rangkaian elektrik yang digunakan sederhana dan wiring kabel rapi
3.	Menggunakan max 2 sensor analoge input
4.	Integrasi antar sub-sistem dapat berjalan dengan baik

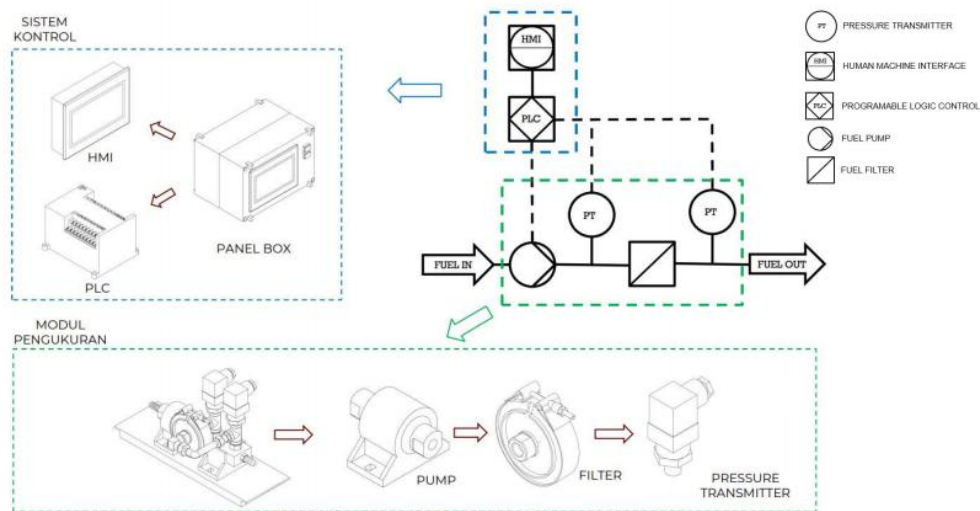
Pada Tabel 2 berikut dijabarkan tugas dan tuntutan dari sistem elektrik yang akan dibuat, dimana sistem elektrik diharapkan mampu melakukan integrasi sistem dengan baik secara menyeluruh.

Tabel 3 Tugas dan Tuntutan Sistem Perangkat Lunak

No.	Tugas dan Tuntutan
1.	Mampu melakukan pendeteksian sensor pressure dan pengukuran waktu kerja pressure mencapai titik maksimum
2.	Pengukuran memberikan hasil yang akurat mendekati pengukuran aktual
3.	Mampu berkomunikasi dengan sensor dan fuel pump
4.	Proses deteksi dan pengukuran pada sensor dapat ditampilkan pada halaman antarmuka

Pada Tabel 3 berikut dijabarkan tugas dan tuntutan dari sistem perangkat lunak yang akan dibuat, dimana sistem ini terbagi kembali kedalam beberapa sub-sistem berdasarkan fungsinya, yaitu sistem pendeteksian dan pengukuran.

2.2.2 Perancangan Arsitektur Sistem

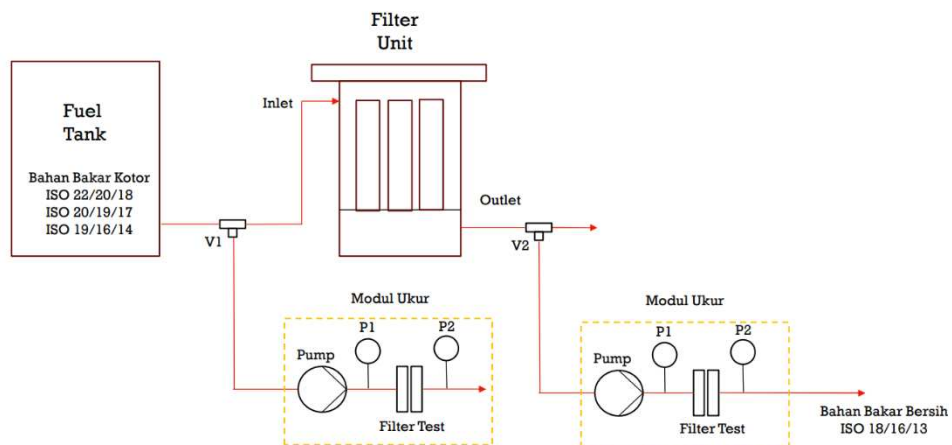


Gambar 2 Rancangan Umum Alat

Berikut rancangan alat yang akan dibuat dimana bahan bakar diesel akan yang akan di ukur dimasukan ke inlet pump yang akan mendorong bahan bakar ke filter elemen dan pressure transmitter akan mengukur pressure inlet yang menginformasikan signal analog ke PLC. Pengolahan data dari PLC akan di tampilkan pada tampilan muka HMI.

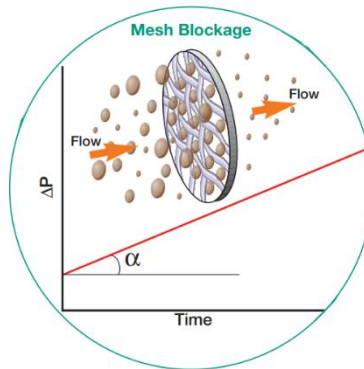
2.3 Metode Penyelesaian Masalah

Pada bagian ini akan dijelaskan metode pengukuran yang akan digunakan untuk mendapatkan hasil pengukura kualitas bahan bakar diesel dan pengukuran performence filter elemen.



Gambar 3 Sampling Point Pengukuran Kualitas Bahan Bakar Diesel

Point pengambilan untuk pengukuran kualitas bakar diesel bisa di ambil di point V1 dan bisa juga point sampling sesudah filter housing di point V2. Untuk mendapatkan performence filter element kita membandingkan output dari pengukuran kualitas bahan bakar diesel sebelum filter dengan output kualitas bahan bakar filter sesudah filter.



Gambar 4 Sampling Point Pengukuran Kualitas

Pengukuran kualitas bahan diesel diambil dari lama waktu penyumbatan filter media filter di maximum pressure yang sudah di tetapkan sebagai standar ukur kualitas bahan bakar diesel. Kualitas bahan bakar diesel di ukur dengan parameter Clean apabila lama waktu mencapai $\Delta 0.3$ bar lebih dari 13 menit, Dirty apabila waktu mencapai $\Delta 0.3$ bar kurang dari 13 menit.

2.3.1 Perhitungan Pressure Drop Modul Ukur

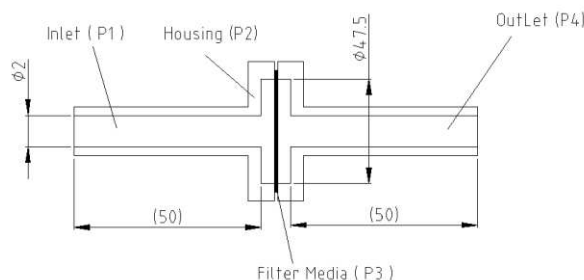
Perhitungan pressure drop menjadi dasar perancangan unit ukur, perhitungan estimasi presure drop filter media akan menjadi landasan dasar pengujian alat yang outputnya akan menjadi standar modul kontrol dalam memproses untuk mengeluarkan hasil yang terukur. Perhitungan pressure drop di pengaruhi oleh flowrate, density, viscosity dan area sesuai dengan persamaan.

$$\Delta P = f \frac{L}{D} \frac{\rho v^2}{2} \quad (1)$$

Dimana :

Q	: Flow Rate	m ³ /h
ρ	: Density	Kg/m ³
V	: Velocity	m/s
f	: Friction Factor	0-0.02
L	: Length pipe	mm

Estimasi perhitungan clean pressure drop modul ukur di hitung berdasarkan total pressure drop pada modul ukur.



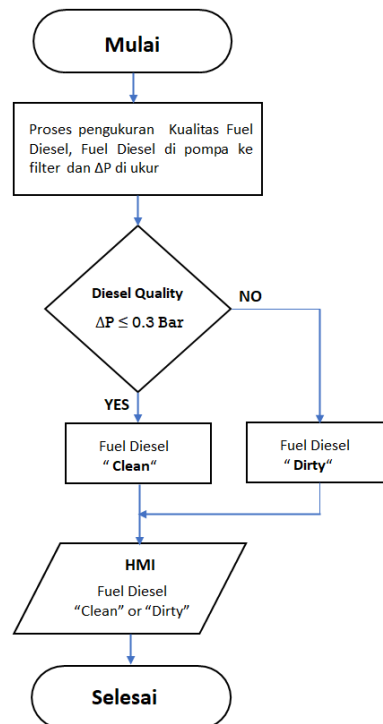
Gambar III.9 Modul ukur

Table III.7 Pressure Drop Modul Ukur

Flow Rate ml/m	P1 - Inlet Ø2mm x 50 mm (bar)	P2 – Housing Filter Ø47mm x 2 mm (bar)	P3 - Filter Ø47.5 mm* (bar)	P4 - Outlet Ø2mm x 50 mm (bar)	Pt = P1+P2+P3+4 (bar)
50	0.0037	0	0	0.0037	0.0074
75	0.0055	0	0	0.0055	0.011
100	0.0074	0	0	0.0074	0.015

Table III.7 menunjukan estimasi *clean pressure* modul ukur di hitung berdasarkan *flowrate* 50 ml/m, 75 ml/m dan 100 ml/m dengan bahan bakar diesel *density* 830 kg/m³ dan *dynamic viscosity* 0.0035 Pas.

2.3.1 Pengukuran Kualitas Fuel Diesel



Gambar 5 Diagram Alur Pengukuran Bahan Bakar Diesel

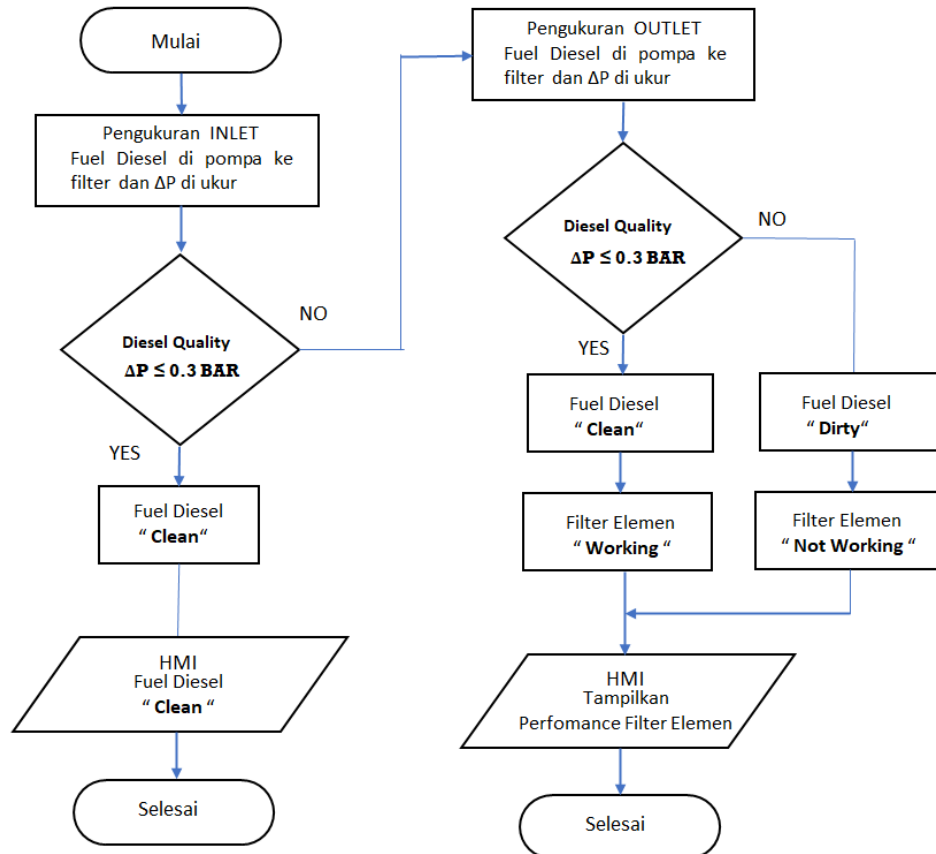
Tabel 4 Kualitas Diesel

	Inlet Time in Second for $\Delta P = 0.3$ Bar	
Time Menit	≥ 13	≤ 13
Clean	V	
Dirty		V

Pengukuran kualitas bahan bakar diesel dilakukan minimal volume bahan bakar yang di ukur 1 liter, waktu ukur yang di butuhkan untuk proses pengukuran 13 menit akan keluar informasi di interface HMI kualitas dari bahan bakar diesel yang di ukur clean atau dirty. Clean berarti bahan bakar diesel mempunyai cleanliness lebih kecil dari standar tuntutan ISO18/16/13 dan bahan bakar ini baik untuk di gunakan pada mesin diesel. Dirty berarti bahan bakar diesel mempunyai nilai cleanliness lebih besar dari ISO18/16/13 dan bahan bakar ini wajib di lakukan penyaring sampai mencapai standar bersih bahan bakar yang layak di gunakan mesin diesel.

2.3.2 Pengukuran Performace Filter

Performance filter element di ukur dengan membandingkan kondisi kualitas bahan bakar diesel sebelum masuk filter inlet dengan kualitas bahan bakar sesudah keluar outlet.



Gambar 6 Diagram Alur Pengukuran Performace Filter

Tabel 5 Performace Filter Elemen

	Inlet Test		Outlet Test	
	Clean	Dirty	Clean	Dirty
"Clean Diesel"	V			
"Working "		V	V	
"Not Working"		V		V

Mengukur performance filter elemen di lakukan dengan mengukur kualitas bahan bakar diesel sebelum disaring di titik inlet filter housing dan mengukur kualitas bahan bakar sesudah disaring di titik outlet filter housing. Perbandingan dari hasil pengukuran kualitas bahan bakar diesel sebelum dan sesudah di saring kita bisa mengidentifikasi bagai mana performance filter yang terpasang working yang berarti filter elemen bekerja melakukan penyaringan ini terukur oleh alat bahan bakar kotor sebelum penyaringan dan menjadi bersih sesudah penyaringan. Not Working yang berarti filter elemen tidak bekerja atau tidak melakukan penyaringan ini terukur oleh alat sesudah sebelum penyaringan kotor dan sesudah penyaringan masih kotor. Clean Diesel berarti filter tidak terukur bekerja melakukan penyaringan bahan bakar, hasil pengukuran sebelum penyaringan terukur bersih dan sesudah penyaringan terukur bersih. Indikasi filter media melakukan penyaringan inisial pressure di range 0.01-0.02 bar dan apabila inisial pressure lebih rendah dari nilai ini kemungkinan filter media bocor.

3. HASIL PENELITIAN

3.1 Pengujian Sistem

Pada bab berikut akan dijelaskan secara menyeluruh hasil dari rancangan penelitian seperti yang dijelaskan pada bab sebelumnya. Mulai dari bentuk implementasi alat maupun semua data pengujian yang sudah dilakukan, yang kemudian juga akan dianalisis agar mendapatkan kesimpulan dari hasil penelitian yang sudah dilakukan.

3.1.1 Pengujian Filter Media

Tabel 6 Hasil Pengetesan Filter Media

	Media	Time Menit	Inisial Pressure Bar	Note
1	EN-FT001	13.2	0.01-0.02	
2	EN-FT001	13.1	0.01-0.02	
3	EN-FT001	13.2	0.01-0.02	
4	EN-FT001	13.2	0.01-0.02	
5	EN-FT001	13.0	0.01-0.02	

Pengujian ini menggunakan bahan bakar diesel bersih dilakukan bertujuan untuk mengetahui inisial tekanan awal atau *inisial pressure* yang di hasil kan dari dorongan fuel pump dengan menggunakan filter media EN-FT001 dan berapa lama waktu di butuhkan untuk mengalirkan satu liter bahan bakar diesel. Hasil pengujian mendapatkan inisial pressure 0.01 sampai 0.02 bar dan waktu yang di butuhkan untuk mengalirkan 1 liter bahan bakar diesel kualitas bersih 13-13.5 menit.

3.1.2 Pengujian Kualitas Fuel Diesel

Tabel 7 Pengujian Kualitas Fuel Diesel

	Fuel Quality	Inisial Pressure Bar	Pressure Max Bar	Time Menit /Detik	Note
1	"Clean" ISO 17/14/10	0.01-0.02	0.03	13/00	
2	"Clean" ISO 18/15/12	0.01-0.02	0.1.1	13/00	
3	"Dirty" ISO 21/20/14	0.01-0.02	0.3	6/55	
4	"Dirty" ISO 21/20/14	0.01-0.02	0.3	6/20	
5	"Dirty" ISO 26/25/21	0.01-0.02	0.3	4/20	
6	"Dirty" ISO 26/25/21	0.01-0.02	0.3	4/05	

Pengujian ini menggunakan 3 jenis kualitas dari bahan bakar diesel yang sudah di uji di lap untuk kondisi kualitas ke bersihannya " *ISO cleanliness*" yang bertujuan untuk menemukan parameter pressure dan waktu untuk mendefinisikan kualitas fuel yang akan di ukur. Dalam pengujian ini maksimum pressure ditetapkan 0.3 bar dengan alasan fuel pump bekerja baik di nilai tersebut. Hasil pengujian dengan maksimum pressure 0.3 bar untuk bahan bakar kualitas kotor waktu *blocking* maksimum 13 menit dengan flowrate pump constant 75 ml/m.

3.1.3 Pengujian Performance filter element

Tabel 8 Pengujian Kualitas Fuel Diesel

INLET Max Δ P = 0.3 bar				OUTLET Max Δ P = 0.3 bar				
Pressure Max Bar	Time Menit /Detik	Quality C = Clean D = Dirty		Pressure Max Bar	Time Menit /Detik	Quality C = Clean D = Dirty	Filter Performance W = Working NW = NotWorking	Note
1	0.3	6/24	D	0.04	13/00	C	W	Filter 6 Micron
2	0.3	6/45	D	0.03	13/00	C	W	Filter 6 Mircon
3	0.3	4/05	D	0.1	13/00	C	W	Filter 6 Micron
4	0.3	6/24	D	0.3	6/55	D	NW	Filter 40 Micron
5	0.3	4/10	D	0.3	6/40	D	NW	Filter10 Micron

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui alat bisa berjalan sesuai tuntutan fungsinya, mampu untuk mengukur kualitas bahan bakar diesel dan mengukur performance filter elemen. Hasil pengujian ini menunjukan alat bekerja dengan baik, fuel pump, pressure transmitter dan filter media bisa bekerja dengan baik, modul kontrol dapat megolah dan menginformasikan tampilan muka yang baik untuk membaca informasi yang di tampilkan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dari hasil penelitian yang sudah di lakukan, didapat beberapa kesimpulan di antaranya sebagai berikut

1. Modul dapat melakukan fungsinya untuk mengukur kualitas bahan bakar dan mengidentifikasi kondisi awal filter element yang di gunakan dalam proses menyaringan bahan bakar diesel

2. Penggunaan filter test dan pressure transmitter sebagai modul ukur , PLC dan HMI sebagai modul control dapat memenuhi tugas dan tuntutan perancangan mejadi alat mengidentifikasi kualitas bahan bakar diesel dan performance filter element
3. Proses pengukuran kualitas bahan bakar diesel kurang dari 15 Menit dan hasil pengukuran di tampilkan langsung di layar HMI yang di baca langsung oleh pemakai, ini lebih cepat dari pengukuran lab yang membutuhkan waktu waktu lebih dari 1 hari
4. Ukuran modul ukur dan modul kontrol yang kecil memudahkan mobiltas penguna, dan pengukuran bisa dilakukan di lokasi, menjadi nilai tambah lebih

5. REFERENSI

- [1] Galih Subekti, dan Dena Hendriana "Fuel Filter Data Monitoring and Auto Switching at Komatsu Engine with Arduino to Improve LifeCycle Time Main Fuel Filter Usage" Conference on Management and Engineering in Industry (CMEI).
- [2] L N Komariah1, Hadiah Aprianjaya and Nevriadi "Biodiesel effects on fuel filter; assessment of clogging characteristics" 2018 doi :10.1088/1742-6596/1095/1/012017
- [3] Hadi Pranoto, AbdiWahab, Zainal Arifin and Siswanto "Fuel filter condition monitoring (ffcm) devices innovation on truck diesel engine to prevent filter blocking due to use of bio diesel: b10-b20-b30" 2020 doi:10.1088/1742-6596/1700/1/012099
- [5] Rr. Kartika Kusuma Winahyu, Aris Triwiyatno, and Budi Setiyono DESAIN HMI (HUMAN MACHINE INTERFACE) OMRON NB7W-TW00B PADA PLANT FILTRASI MENGGUNAKAN MODUL ULTRAFILTRASI 2015, ISSN: 2302-9927, 8
- [6] Chilaka Ramesh Babu, Sk. Masthan Shareef "Flow Test to Analyze Fuel Filter Element of an Aircraft "2017 ISSN: 2455-3778
- [7] Eggy Depto Maniar, Sigit Kurniawan, Maizal Isnén dan Ahmad Ridwan "Perancangan Human Machine Interface (HMI) Pada Modul Praktikum Sistem HMI Berbasis PLC Omron CP1E NA20DRA" Juli 2019, e-ISSN 2685-7014, p-ISSN 2685-2276
- [8] Anang Murdiyanto, Dendin Supriadi "Perancangan Pengembangan PID Kontrol Pada Monitoring Pengendalian Ketinggian Air Berbasis PLC CP-NA20DR-A" TEDC Vol. 15 No. 3, September 2021
- [9] Eva Damayanti "Rancang Bangun sistem Monitoring dan Operasi HMI untuk Mesin Oil Separator "TEDC Vol 10 No. 3 September 2016
- [10] Ashadi Setiawan, Alfian Ma'arif "Stirring System Design for Automatic Coffee Maker Using OMRON PLC and PID Control "2021, pp. 390-401 ISSN 2775-2658
- [11] Mitar T.Jocanovića, Velibor V. Karanović, Darko M.Knežević, Marko D.Orošnjakd " Diesel Fuel Filtration Problem With Modern Common Rail Injection System " 2017 DOI: 10.5937/vojtehg65-11577
- [12] Zbigniew Stępień and Magdalena Żółty "Examination of particulate contamination contents in commercial diesel fuel "2020 doi.org/10.30678/fjt.91711
- [13] Deni Afrizal, Suzi Oktavia Kunang "Rancang Bangun Sistem kendali Pneumatic Pump Dalam Proses Kalibrasi Pressure Transmitter
- [14] Hafidz Aly Hidayat, Aris Triwiyatno, and Budi Setiyono "Design Kontrol PID Menggunakan PLC CP1E-NA Untuk Mengatur Tekanan Fluida Pada Plant Filtrasi Menggunakan Modul Ultrafiltrasi "2015, ISSN: 2302-9927, 516
- [15] Faris Aryad, Arif Kurniawan "Analisa Penggunaan Biodiesel Terhadap Fuel System High Pressure Common Rail dan Performa Mesin Pada Unit Excavator Komatsu Pc200-8 "JURNAL MESIN MATERIAL MANUFAKTUR DAN ENERGI (JMMME), Maret 2021
- [16] Muhammad Syaifei Gozali, Aditya Gautama Darmoyono, Heru Wijanarko, Asrizal Deri Futra, Kamarudin, dan Clara Anastasya Br Lumban Tobing " Akuisisi Data Pressure Transmitter melalui CX Supervisor pada STEM Pressure Measurement and Control Plant " 2023 E-ISSN: 2548-9682
- [17] Muhammad Ma'ruf, Ihwan Haryono " Pengaruh Biodiesel (B20) Pada umur Pakai Filter Bahan Bakar Lokomotif " 2019 P-ISSN 1410-3680 / E-ISSN 2541-1233
- [18] J A Hidayat, Bambang Sugiarto, Riesta Anggarani, Lies Aisyah, Nur Allif, Fathurrahman, Yogi P, Muhammad Riza, Muhammad Hasfi N, Umar " Evaluation of Quality of Biodiesel and Diesel Fuel with High Ratio Blends " 2022 doi:10.1088/1755-1315/1187/1/012018

- [19] O. F. Eker, F. Camci and I. K. Jennions "Physics-Based Degradation Modelling for Filter Clogging "EUROPEAN CONFERENCE OF THE PROGNOSTICS AND HEALTH MANAGEMENT SOCIETY 2014
- [20] P H Suharti¹, H M Kristiana and R N Amalia "Design of flow control system based on PLC armfield pressure control module in chemical engineering laboratory" 2021 doi:10.1088/1757-899X/1073/1/012053
- [21] Steven R. Westbrook, James Doyle, Philip Johnson "Analysis and Identification of Contaminants in Diesel Fuel Filtration and Storage Systems" Paper No. IFC10-020