

PENGEMBANGAN KONTROLER PADA EXCAVATOR KOMATSU PC130F-7 UNTUK FUNGSI *ENGINE CUT OFF*

Imron Masykuri^[1], Adhy Prayitno^[2]

Laboratorium Teknologi Produksi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru, 28293, Indonesia

^[1]imronmasykuri@gmail.com^[2]adhyprayitno_hadi@eng.unri.ac.id

Abstract

Controller is one component of the regulatory system that functions to process the feedback signal and the reference input signal or error signal becomes a control signal. The purpose of this study is to design a simple controller as a form of controller development on the Komatsu PC130F-7 Excavator for engine cut-off functions if there are errors or abnormal engine oil levels and pressures. Komatsu PC130F-7 Excavator is a heavy equipment with the highest population in the area of plantations and industrial plantations, especially in Riau and surrounding areas. The controller created is the development of an existing controller on the Machine by adding the engine cut-off feature if there are abnormal oil levels and pressures, and also as an alternative solution to the current problems, that is for safety and preventing more serious damage to the engine. The oil level sensor will be active if the oil level is below the low on the H-L (high-low) measuring stick, and the oil pressure sensor will read if the oil pressure is below 0.49 kPa (0.5 kg / cm²). This design has two inputs, that is a voltage of ± 15 volts on the path of the engine oil level sensor and oil pressure sensor. This voltage is used as an input that activates the relay work to respond to lower engine speed from 1880 rpm to 950 rpm, and continued by the timer work as a time lag regulator to cut off the electricity on the starting engine line so that the engine will automatically stop turning and shut down.

Keywords : Controller PC130F-7, Oil Level Sensor, Oil Pressure Sensor, Relay Timer

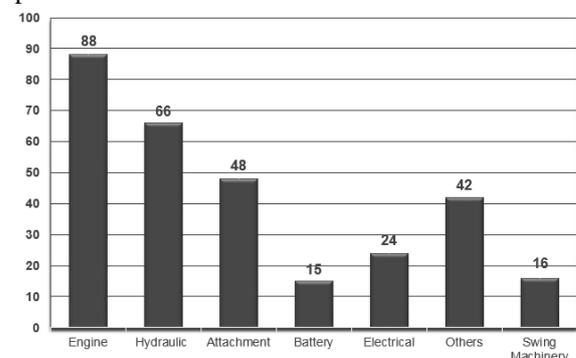
1. Pendahuluan

Saat ini industri pertambangan dan *forestry* menggunakan alat berat seperti *excavator*, *wheel loader*, *dump truck* untuk operasi produksinya (*loading*, *hauling*, dan *dumping*). Operasi produksi tersebut hampir dilakukan setiap hari tanpa berhenti (24 jam). Hal ini dapat mengindikasikan bahwa peran alat-alat berat tersebut sangat penting bagi keberlangsungan operasi suatu industri pertambangan dan *forestry* di Indonesia. Alat berat pada industri pertambangan dan *forestry* memiliki beban kerja yang besar dan tingkat kerusakan yang tinggi, dari pertimbangan tersebut maka pada setiap industri pertambangan dan *forestry* memiliki strategi-strategi khusus untuk mengatasi kerusakan-kerusakan yang terjadi, yaitu dengan mengadakan *maintenance* atau pemeliharaan unit. [1]

Perancangan otomasi '*Engine Cut Off*' pada Excavator PC130F-7 muncul ketika adanya masalah yang ditimbulkan ketika terjadi ketidaknormalan level dan tekanan oli hingga kegagalan fatal pada *engine*. Ada 299 masalah pada PC130F-7 yang terekam selama dua tahun (2016-2017) dalam sistem data PT . United Tractors Cabang Pekanbaru, menunjukkan angka 88 masalah yang muncul pada *engine* dan 44 diantaranya adalah masalah pada *quantity* oli berkurang. Dalam prosentase tercatat 30% tertinggi masalah pada *engine*, diikuti masalah pada *hydraulic system* sebesar 22%. Penyebab yang

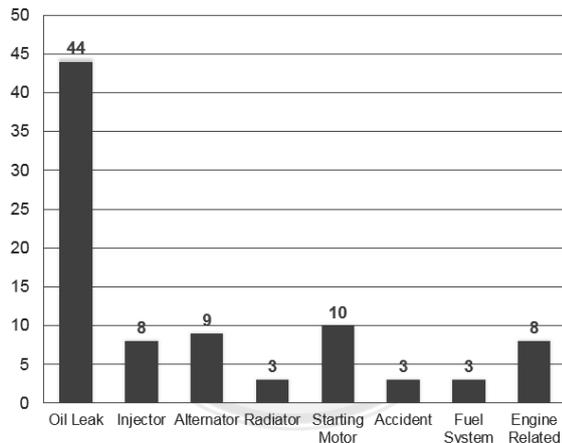
awalnya kecil dan ringan, namun ketika tidak diperhatikan maka akan berakibat fatal hingga pada mesin yang rusak. Kondisi level dan tekanan oli yang bisa langsung dimonitor oleh operator alat berat, ternyata tidak cukup sebagai pengingat akan bahayanya. Hal ini dikarenakan memang efek yang terjadi tidak dirasakan secara langsung. Penggunaan rangkaian untuk mematikan mesin ketika terjadi ketidaknormalan level dan tekanan oli, maka akan sangat membantu untuk mengurangi resiko kerusakan yang lebih jauh.

Grafik data kerusakan pada PC130F-7 pada tahun 2016-2017 area Provinsi Riau dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik data kerusakan PC130F-7 2016-2017

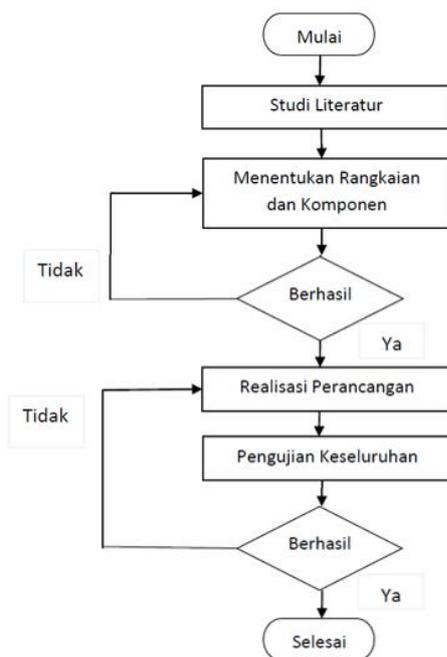
Grafik pembagian data kerusakan pada engine PC130F-7 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik *summary* problem pada *engine*

2. Metode

Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir penelitian [2]

Langkah kerja dalam perancangan alat ini meliputi:

- 1) Membaca rangkaian pada kontroler utama alat berat.
- 2) Menentukan titik pengambilan sinyal atau inputan pada rangkaian utama tersebut.
- 3) Mengukur tegangan pada jalur sensor yang akan diambil.
- 4) Menyusun rangkaian kontroler.
- 5) Menentukan spesifikasi komponen
- 6) Menyiapkan semua alat dan bahan termasuk komponen.

- 7) Pembuatan kontroler
- 8) Pengujian kontroler

3. Hasil dan Pembahasan

Pada prinsipnya kontroler ini adalah kontroler sederhana yang merupakan pengembangan dari kontroler bawaan unit untuk menjadikan fungsi otomatis *engine cut off* berdasarkan tekanan dan level oli. Jadi kontroler dalam hal ini adalah sebuah alat yang bertujuan untuk mengendalikan ketika ada ketidaknormalan level dan tekanan oli mesin sebagai bentuk fungsi proteksi terhadap *engine*.

Ketika volume oli dibawah level *low*, maka sensor akan membaca dan memberikan sinyal ke monitor panel, dan selanjutnya kontroler memberikan perintah untuk menurunkan rpm dan meng-offkan *engine*. Begitu juga sensor tekanan oli, akan mengirimkan sinyal ke monitor panel sehingga lampu indikator akan menyala ketika tekanan oli dibawah 49 kPa (0,5 kg/cm²). [3]

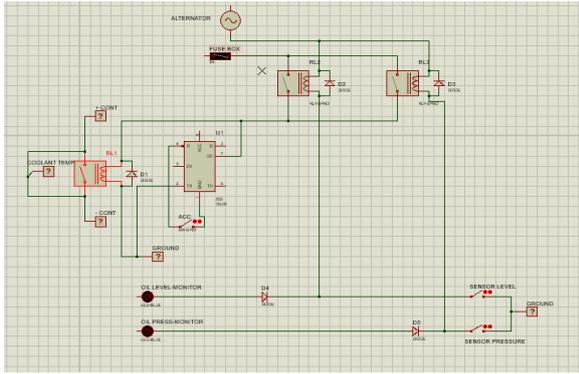
Maka setelah menentukan piranti input dan output dari kontroler pada Excavator Komatsu PC130F-7 untuk fungsi otomatis *engine cut off*, maka selanjutnya hasil perancangan langsung diaplikasikan pada Excavator PC130F-7 tersebut sehingga dapat dilihat langsung output dari kontroler. Pengujian kontroler pada Excavator Komatsu PC130F-7 ini bertujuan agar diketahui apakah sistem yang dirancang sesuai dengan yang diharapkan. Pada penelitian kali ini digunakan sistem kontrol otomatis. Sistem ini merupakan suatu sistem pengontrolan dimana variabel manipulator dan variabel kontrol bekerjanya sistem, dilakukan oleh sebuah peralatan pengontrol otomatis, baik dari segi pengamatan *input* pengolahan data serta menggerakkan peralatan *output*.

1. Pengukuran tegangan Excavator PC130F-7

Pada bagian ini tegangan yang diukur yaitu dari jalur sensor tekanan dan level oli. Alat yang digunakan untuk pengukuran tegangan ini adalah Avometer. Pengukuran tegangan pada sensor tekanan oli kali ini dilakukan saat terjadi ketidaknormalan tekanan oli. Hasil tegangan yang diukur menunjukkan angka 14.42 volt. Adapun tujuan pengukuran tegangan awal ini adalah untuk inputan yang akan dibaca oleh kontroler. Sedangkan Pengukuran tegangan pada sensor level oli kali ini dilakukan saat terjadi ketidaknormalan level oli. Hasil tegangan yang diukur menunjukkan angka 15.10 volt.

2. Penyusunan Rangkaian Kontroler

Dalam menyusun rangkaian pengembangan kontroler mengacu pada rangkaian kontroler yang ada pada unit sebagai pedoman untuk mengambil inputan dan output yang akan direncanakan. Bentuk diagram elektrik dalam pengembangan sistem kontrol unit PC130F-7 dapat dilihat pada Gambar 4.

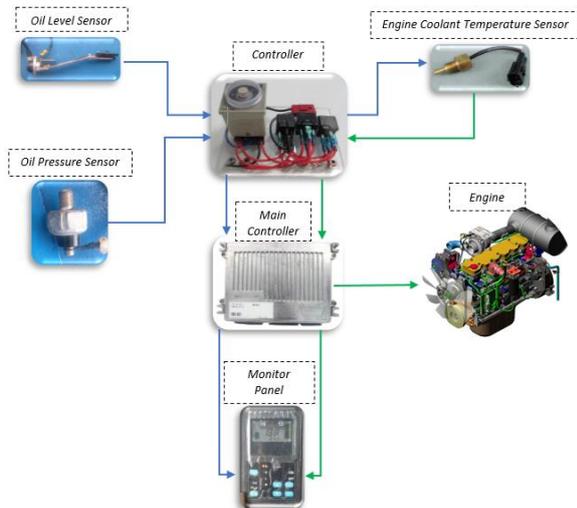


Gambar 4. Skema rangkaian kontroler

Skematik rangkaian yang dihasilkan berdasarkan titik pengambilan sinyal inputan pada rangkaian utama PC130F-7 diantaranya:

- 1) Jalur sensor level oli mesin
- 2) Jalur sensor tekanan oli mesin
- 3) Jalur Switch (kunci kontak terminal ACC)
- 4) Jalur Alternator (terminal R)
- 5) Jalur Power Supply (baterai)
- 6) Jalur sensor temperatur coolant

Bagan sistem kerja kontroler dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Bagan sistem kerja kontroler

Pada teori kontrol, kontroler didesain untuk mengawasi hasil keluaran dan membandingkannya dengan referensi. Perbedaan antara keluaran yang asli dengan keluaran yang diinginkan, disebut sinyal error, diumpun-balikan ke masukan dari sistem, agar mempengaruhi kontroler untuk menghasilkan keluaran yang mendekati referensi.[4]

Pada bagan tersebut dapat dijelaskan bahwa ketika sensor level oli dan tekanan menunjukkan ketidaknormalan, maka akan mengirimkan sinyal dalam bentuk lampu indikator yang menyala pada monitor panel didalam kabin operator. Sinyal dari

lampu indikator diambil sebagai inputan kepada kontroler yang selanjutnya berfungsi untuk menurunkan rpm dan mematikan mesin. Kontroler ini terdiri dari kumpulan relay maupun timer yang dilengkapi dengan beberapa komponen pendukung seperti dioda dan fuse yang berfungsi sebagai pengamanan. [5]

Kontroler ini dibuat dengan tujuan sebagai protektor atau pengaman. Karena pada sistem engine komatsu SAA4D95LE-3 belum dilengkapi sistem yang melindungi saat terjadi ketidaknormalan level dan tekanan oli. Akibat yang ditimbulkan jika terjadi level oli yang terlalu rendah dan tekanan yang tidak tercapai maka seiring terjadinya error yang tidak segera tertangani bisa menyebabkan engine jamed dan kerusakan fatal. Kontroler ini dilengkapi dengan timer sebagai fungsi untuk mengatur jeda waktu ketika ketidaknormalan (error) terjadi dengan engine shut off. Secara prinsip engine tidak bisa langsung dimatikan pada saat putaran mesin tinggi (1880 rpm), karena bisa menyebabkan kerusakan pada turbocharger yang tidak lagi terlumasi oli mesin [6]. Maka dari itu cara untuk menurunkan putaran mesin (rpm) adalah dengan memanipulasi sinyal dari sensor temperatur coolant, karena dalam sistem kerja sensor coolant adalah ketika coolant pada kondisi overheat secara otomatis putaran engine akan menurun pada kondisi low idle (950 rpm).

Dengan demikian jeda waktu ketika timer bekerja dan engine pada posisi putaran rendah secara otomatis operator tidak bisa melanjutkan pengoperasian unit. Dan pada saat rpm turun, jeda waktu yang ada bisa digunakan oleh operator untuk memposisikan unit untuk dilakukan penanganan lebih lanjut terhadap troubleshooting yang terjadi. Adapun jeda waktu dari pertama abnormal terjadi sampai proses penurunan rpm dan engine shut off selama 5 menit. Karena batasan waktu engine dalam putaran rpm rendah itu hanya 5 menit, fungsinya adalah untuk menunggu putaran turbocharger sudah low. Waktu lebih dari 5 menit tidak disarankan karena pada saat dalam kondisi low rpm, turbocharger sudah tidak mendapatkan suplai oli yang cukup sebagai pelumas karena tekanannya sudah turun. Apabila dalam kondisi rpm rendah engine menyala terlalu lama maka bisa menyebabkan turbocharger mengalami kerusakan.

Disamping itu dalam jeda waktu 5 menit tersebut bisa digunakan oleh operator untuk memposisikan unit apabila dalam medan operasi kondisi miring.

Gambar 6 memperlihatkan bentuk kontroler yang sudah selesai dalam proses perangkaian dan siap dilakukan pengujian.



Gambar 6. Kontroler

3. Pengujian Kontroler pada Unit

Langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut:

- 1) Posisikan kontroler diatas Alas, agar tidak terjadi *short circuit*.
- 2) On kan kunci kontak, pastikan monitor menyala kemudian lanjutkan *Start Engine* dan seting pada monitor pnaile pada tampilan angka digital yang menunjukkan rpm.
- 3) Mulailah mengatur FCD (*fuel controll dial*) ke posisi maksimal sehingga putaran mesin pada posisi *high rpm* (1880)
- 4) Pengujian pada jalur sensor level maupun pada sensor tekanan, kita coba sambungkan kabel secara bergantian dengan *ground* (negatif) untuk memastikan relay bekerja masing-masing, dan lakukan pengamatan pada timer, pastikan lampu pada timer menyala kuning sebagai tanda power inputan terhubung.
- 5) Lakukan pengamatan pada monitor panel, ketika ground (negatif) pada jalur kabel sensor sudah terhubung maka relay 2 akan bekerja menunggu inputan dari sensor temperatur *coolant*. Pengamatan dilakukan pada monitor panel memastikan garis pada lampu indikator kenaikan suhu bekerja.
- 6) Mendekati posisi lampu indikator kenaikan suhu pada posisi *high* kita lakukan pengamatan pada *engine* dan pada *timer*. Karena pada saat seolah-olah *coolant temperature overheat* pada saat itu putaran engine akan menurun, dan timer mulai bekerja sesuai dengan waktu yang kita seting.
- 7) Amati lampu indikator pada timer, ketika seting waktu yang kita tentukan habis maka putaran engine secara otomatis akan turun, dan lampu indikator yang berwarna kuning akan hilang dilanjutkan lampu indikator merah akan menyala sebagai bentuk respon seting waktu telah selesai, dan putaran engine akan berhenti (*shut off*).
- 8) Ulangi langkah-langkah diatas dengan seting waktu pada timer yang berbeda.

Data pengujian kontroler pada jalur sensor level oli dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian pada sensor level oli

Pengujian	Seting Timer (Menit)	Delay Respon Sensor Temperatur Coolant (Detik)	Delay Timer	Rpm (high)	Rpm (low)
1	1	20	0	1880	960
2	2	22	0	1870	950
3	3	25	0	1870	980
4	4	22	0	1880	970
5	5	19	0	1860	960

Data pengujian kontroler pada jalur sensor tekanan oli dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Hasil pengujian pada sensor tekanan oli

Pengujian	Seting Timer (Menit)	Delay Respon Sensor Temperatur Coolant (Detik)	Delay Timer	Rpm (high)	Rpm (low)
1	1	21	0	1880	960
2	2	19	0	1890	970
3	3	21	0	1860	970
4	4	23	0	1870	980
5	5	22	0	1870	960

Pada baris dan kolom yang diblok dengan warna kuning, pada pengujian tersebut proses pengujian harus diulang dikarenakan respon yang muncul pada *temperature gauge error*/tidak bergerak sehingga fungsi sebagai kontrol untuk menurunkan rpm tidak bekerja. Proses pengulangan pengujian dilakukan dengan cara yang sama yaitu memutus dan menghubungkan ulang pada jalur sensor level oli maupun tekanan oli untuk mendapatkan data selanjutnya yang tertera pada angka yg diblok tersebut. Faktor kegagalan pada saat pengujian dikarenakan nilai hambatan pada jalur sensor temperatur *coolant* tidak bisa nol, karena thermistor NTC pada sensor[7], sehingga akan lebih sempurna jika rangkaian ditambahkan resistor pada jalur sensor temperatur *coolant* agar nilai resistansi tetap ada sehingga dapat mengatasi *error* yang muncul.

4. Simpulan

Simpulan yang dapat penulis ambil dari pengembangan kontroler pada Excavator komatsu PC130F-7 untuk fungsi engine cut off ini ialah:

- 1) Ketidak normalan level dan tekanan oli ditandai pada lampu indikator yang menyala pada panel monitor. Dengan memastikan oli dibawah level low pada stik pengukur level oli dan ketidaknormalan tekanan oli apabila tekanan dibawah 49kPa (05 kg/cm²).
- 2). Proses *engine cut off* adalah memutus aliran pada sistem *starting engine* baik itu pada sistem kelistrikanya atau pada sistem suplai bahan

bakarnya, sehingga engine tidak bisa dihidupkan (*starting*).

- 3). Rangkaian kontroler dengan menggunakan komponen relay dan dioda digunakan sebagai proteksi terhadap engine Excavator PC130F-7 apabila terjadi ketidaknormalan level dan tekan oli mesin dengan cara mematikan *engine*.
- 4). Kontroler yang dilengkapi timer mengatur sistem kerja secara aman dan *safety* pada *engine* Excavator PC130F-7 apabila terjadi ketidaknormalan level dan tekanan oli dengan cara mengatur jeda waktu untuk menurunkan putaran mesin dari 1880 rpm menjadi 950 rpm sebelum terjadinya *cut-off*.

Daftar Pustaka

- [1] Komatsu Leaflet, 2012. Komatsu PC130F-7 Hydraulic Excavator.
- [2] LH, Galuh. 2017. Perancangan Sistem Kendali Otomatis Pada Model Stasiun Penebahan Studi Kasus di PT. Perkebunan Nusantara V- PKS Sei Galuh. Skripsi Sarjana. Program Studi Sarjana Teknik Mesin Universitas Riau.
- [3] Shop Manual. Hydraulic Excavator PC130F-7. Japan: Komatsu
- [4] Arianto, Eko, Winih Wicaksono dan Wardoyo. 2011. *PLC (Programmable Logic Controller)*. Klaten: Saka Mitra Kompetensi.
- [5] Technical Training Department. 2012. *Basic Mechatronics and Applications*. Jakarta: PT. United Tractors Service Division
- [6] Prabowo, Yani, dan I Nyoman Suryasa. 2013. Turbo Timer untuk Mesin Diesel Berbasis IC NE 555 Studi Kasus pada Kendaraan Ford Ranger. *Indonesian Institute of Sciences* 10(1):1693-9166
- [7] Kho, Dickson. 2018. Pengetian dan Fungsi Relay. Diakses 19 november 2018.