

## PAC (Program Analisa Coolant)

Rabiatul Adawiyah<sup>1\*</sup>, Noor Rahman<sup>2</sup> Dan Abdul Halim<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Department of Mechanical Engineering, Politeknik Negeri Banjarmasin, Kalimantan Selatan 70124

<sup>3</sup>Department of Mechanical Engineering, Politeknik Negeri Samarinda, Kalimantan Timur 75131

---

### Article Info

#### Article history:

Received :  
January 21<sup>th</sup>, 2023

Revised :  
May 02<sup>nd</sup>, 2023

Accepted  
June 19<sup>th</sup>, 2023

---

### ABSTRAK

PAC merupakan sebuah model pengembangan teori yang bermanfaat dalam menekan cost suatu perusahaan dan juga memberikan opsi tool yang mudah digunakan oleh setiap perusahaan dalam memberikan data analisa penunjang bagi engineer di suatu perusahaan yang ingin melakukan coolant analysis. Program Analisa Coolant didalamnya memuat berbagai jenis analisa dimana analisa prediktif dari nilai perubahan pH dari coolant juga memberikan analisa tentang perubahan nilai TDS didalam system serta memuat potential failure yang memberikan data penunjang berupa darimana asal muasal keabnormalan perubahan nilai TDS dan pH pada coolant. Penelitian ini memiliki jenis kualitatif dengan ragam pengumpulan data berupa observasi, studi pustaka, dan eksperimental. Sedangkan untuk analisis data mengadaptasi analisis deskriptif dan teori komplementer didalamnya. Hasil penelitian ini menunjukkan perubahan nilai pH 1 skala maka akan terjadi pengenceran sebanyak lebih dari 10% dan juga perubahan nilai TDS menjelaskan perubahan kondisi suatu partikel apakah dia berupa ion ataupun berupa material. Sedangkan untuk tabel potensial failure menghasilkan 9 kombinasi kejadian berdasarkan perubahan setiap nilai tool yang digunakan didalamnya. Dalam menggunakan potential failure user harus melakukan monitoring sebelumnya karena data trend baru akan muncul setelah dilakukan monitoring didalamnya.

**Kata kunci:** pH, TDS, pengenceran, perubahan, coolant, konsentrasi

### ABSTRACT

*PAC is a theoretical development model that is useful in reducing costs for a company and also provides tool options that are easy for each company to use in providing supporting analysis data for engineers in a company who want to carry out coolant analysis. The Coolant Analysis Program contains various types of analysis where predictive analysis of the pH change value of the coolant also provides analysis of changes in TDS values in the system and contains potential failure which provides supporting data in the form of the origin of abnormal changes in TDS and pH values in the coolant. This research has a qualitative type with a variety of data collection in the form of observation, literature study and experimental. Meanwhile, for data analysis, it adapts descriptive analysis and complementary theory. The results of this research show that a change in the pH value of 1 scale will result in a dilution of more than 10% and also a change in the TDS value explains the change in the condition of a particle, whether it is an ion or a material. Meanwhile, the potential failure table produces 9 combinations of events based on changes in each tool value used in it. When using potential failure, users must carry out monitoring beforehand because new trend data will appear after monitoring is carried out therein.*

**Keywords:** pH, TDS, dilution, change, coolant, concentration

Copyright © 2023 Jurnal Teknologi MEDIA PERSPEKTIF  
All rights reserved

---

### Corresponding Author:

**Rabiatul Adawiyah**

Department of Mechanical Engineering

Politeknik Negeri Banjarmasin,

Jl. Brig Jend. Hasan Basri, Banjarmasin, Kalimantan Selatan 70124, Indonesia

Email: [rabiatul\\_adawiyah@poliban.ac.id](mailto:rabiatul_adawiyah@poliban.ac.id)

---

## 1. PENDAHULUAN

Proactive maintenance merupakan jenis perawatan yang berupa output gabungan dari predictive maintenance [1] dan hasil analisa menggunakan root cause analysis [2][3]. Predictive maintenance memiliki 2 sub bagian yang menjadi perhatian yaitu analytical technic atau yang disebut teknik analisa dan juga condition based monitoring [4]

Condition Based Monitoring dilakukan selain melakukan monitoring juga mempermudah troubleshooter mengetahui penyebab issue dari suatu unit. Menurut FUCHS Lubricants Canada, salah satu metode yang dipakai dalam mengendalikan issue pada coolant adalah dengan cara melakukan monitoring pada coolant. Tapi yang menjadi masalah adalah tidak adanya dasar yang mendukung untuk melakukan monitoring terhadap kondisi coolant karena pada beberapa perusahaan yang kekurangan dari segi sumber daya laboratorium monitoring terhadap kualitas coolant hanya sampai pada tahap monitoring berdasarkan Hours Meter (HM). Pada dasarnya beberapa perusahaan penyedia jasa alat berat memiliki alat untuk mengambil coolant lalu menganalisanya namun hal tersebut menjadi kelemahan tersendiri dimana akan menyebabkan kerugian waktu dan biaya. Keterbatasan inilah yang membuat banyak perusahaan terutama perusahaan pada sector pertambangan menjadi mengabaikan bahwa coolant dapat menjadi tolak ukur bagaimana keadaan dalam cooling system.

Penelitian terdahulu terkait dengan penelitian ini pernah diterbitkan oleh salah satu perusahaan besar yang terkenal dengan merk alat beratnya yaitu Komatsu Ltd dengan jurnal penelitiannya yaitu *development of non-amine coolant* [5]. Penelitian ini berdasarkan observasi yang dilakukan pada coolant yang mengandung nitrat dan gugus amina sehingga didapatkan kesimpulan berupa pembuatan coolant yang tidak terkandung gugus non amina didalamnya namun memiliki kualitas yang lebih bagus dimana gugus amina sering digunakan untuk menghancurkan gelembung didalam fluida namun memiliki efek toxicity yang tinggi juga. Begitupula penelitian yang dilakukan [6] evaluasi *corrosivity of Antifreeze* untuk mobil yang mengandung inhibitor korosi tipe non amina untuk tembaga.

Berdasar uraian penulis diatas penulis berinisiatif mengadakan sebuah penelitian/ research berupa observasi untuk mendapatkan dasar atau fundamental theory bahwa coolant dapat dimonitoring menggunakan nilai pH dan nilai total dissolve solid untuk mendapatkan data lanjutan berupa apa yang terjadi didalam cooling system dan efeknya yang akan terjadi pada masa depan. Fundamental theory ini akan penulis namakan dengan nama PAC atau Program Analisa Coolant

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil dari analisa hubungan antara nilai pH terhadap fluid coolant concentration, mengetahui hasil hubungan antara TDS dan fluid coolant concentration dan mixing miscible metal working fluids serta mengetahui bagaimana cara kerja dari Program Analisa Coolant dalam memberikan data penunjang untuk dianalisa lebih jauh oleh engineer

## TINJAUAN TEORI

### Degradasi Coolant

Degradasi menurut kamus besar bahasa Indonesia atau KBBI bermakna kemunduran, kemerosotan, penurunan. Sedangkan menurut [7] degradasi pada coolant dapat berarti penurunan kualitas pada coolant yang menyebabkan penurunan performa dari coolant terhadap penyerapan panas pada unit. Dampak lainnya yang akan terjadi selain menurunnya performa penyerapan panas adalah menurunnya titik didih dari coolant tersebut dimana coolant yang seharusnya bisa bertahan pada suhu sangat ekstrim menjadi memiliki titik didih setara dengan air mendidih ditambah pressure dari radiator cap. Hal ini disebabkan oleh menguapnya beberapa komponen antifreeze pada coolant sehingga berdampak juga dengan titik didih dari coolant.

Menurut [5] degradasi pada coolant bisa disebabkan banyak factor diantaranya adalah kesalahan penyimpanan coolant. Coolant yang disimpan pada tempat yang humiditinya tinggi tentu berbeda dengan coolant yang disimpan pada lingkungan yang humiditinya rendah. Penyimpanan coolant yang salah dapat menyebabkan masuknya air kedalam coolant sehingga terjadi pengenceran didalamnya. Selain karena factor humidity degradasi pada coolant sering disebabkan oleh panas.

### Pengenceran dan Molaritas Larutan

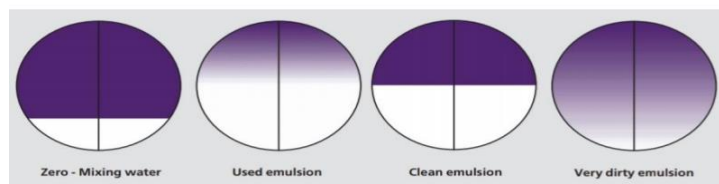
Pengenceran merupakan suatu istilah dalam bidang keilmuan kimia yang digunakan untuk mendapatkan larutan yang lebih encer atau menurunkan kepekatan cairan dari suatu larutan. Menurut [9] pengenceran adalah prosedur pembuatan larutan melalui penambahan sejumlah pelarut pada larutan dengan volume dan konsentrasi tertentu.

Dalam dunia alat berat tentu saja coolant juga bisa terkena pengenceran sehingga menyebabkan konsentrasi larutan didalamnya menjadi turun. Coolant yang mengalami pengenceran berdasar kutipan diatas tentu disebabkan oleh penambahan volume pelarut didalamnya. Dalam case ini air yang menjadi pelarut sehingga sering pada cuaca yang dingin dan penyimpanan yang kurang tepat dapat menyebabkan beberapa air masuk kedalam system. Keadaan ini disebut Condensation. Walau volume yang masuk hanya sedikit namun apabila dibiarkan dalam waktu yang lama maka volume yang ada akan banyak.

### Coolant Fluid Management

Coolant Fluid Management atau yang disebut CFM merupakan salah satu cara untuk memonitorisasi kondisi coolant termasuk diantaranya tingkat konsentrasinya dan juga indicator lainnya. Menurut FUCHS Industrial Lubricants [10] dalam Technical Guidenya yang berjudul Coolant Management Guide menjelaskan pentingnya melakukan monitoring dan melakukan analisa terhadap coolant diantaranya adalah meningkatkan safety, meningkatkan manufacturing, dan memaksimalkan profit yang didapat. Diantara banyak jenis fluida meliputi oli, coolant dan sejenisnya. Coolant memerlukan management yang lebih ekstra dan perhatian yang lebih karena kontaminan dan kotoran yang terkadang masuk kedalam coolant akan mengembangbiakkan bakteri sehingga akan mempengaruhi kinerja coolant dan akan membahayakan orang lain.

Menurut FUCHS Industrial Lubricants [10] juga menjelaskan beberapa hal yang dapat dimonitoring dari coolant diantaranya adalah Monitoring Coolant Concentration, Mixing of Water Miscible, Refractometer. Apabila 3 kondisi ini sudah terpenuhi maka dapat dipastikan bahwa management dari coolant sudah berjalan dengan baik.



Gambar 1. Hasil Pengukuran Refractometer

Sumber : FUHCS Technical Guide

Perlu menjadi sorotan untuk Management Fluid Concentration dan Mixing of Miscible Water dapat dianalisa memakai Monitoring pH dari coolant itu sendiri. Berdasar pada Technical guide yang dikeluarkan oleh FUHCS pengukuran nilai pH seharusnya dicek setiap minggu karena akan menghasilkan hasil yang lebih baik dan data yang lebih akurat karena penting dalam pengukuran nilai pH dimana perubahannya mengindikasikan berbagai kemungkinan didalamnya baik nilai pH menjadi alkalinitas ataupun nilai pH menjadi Acidity. Cara pengambilan datanya dapat dengan mudah dilakukan diantaranya bisa dengan mencelupkan strip pH, atau memakai pH meter apabila data pH sudah diambil maka cukup dituliskan dan dimasukkan dalam record untuk dilakukan analisa.

### Coolant Metal Management

Coolant Metal Management adalah salah satu cara memonitoring kualitas coolant. Menurut FUHCS Coolant Management : coolant metal management lebih dikenal dengan sebutan Miscible Coolant Metal Working Management atau dikenal MiCMWM. MiCMW dalam dunia laboratorium memiliki kepanjangan Miscible Coolant Metal Working atau bisa diartikan banyak metal yang terlarut didalam coolant. Menurut FUHCS Fluid Management : jumlah aman maksimal zat terlarut didalam coolant adalah 5% dari volume total. Apabila jumlah terlarut melebihi batasan yang ditetapkan akan menimbulkan banyak permasalahan lainnya seperti terbentuk two-body contact yang dapat bergesekan dengan permukaan kapan saja sehingga menyebabkan terjadinya erosi, abrasive wear dan permasalahan lainnya seperti menyumbat radiator. Menurut AFNAC Technical Guide (200): Pemeriksaan MiCMWM lebih dikenal dengan water hardness level dimana zat terlarut yang diukur adalah Magnesium, Kalsium. Pemeriksaan ini dapat dilakukan menggunakan Water hardness checker. Bentuknya mirip dengan pH strips



Gambar 2. WaterHardness Checker

Sumber : [www.google.com/water-hardness-checker/](http://www.google.com/water-hardness-checker/)

### Monitoring Water Hardness Checker

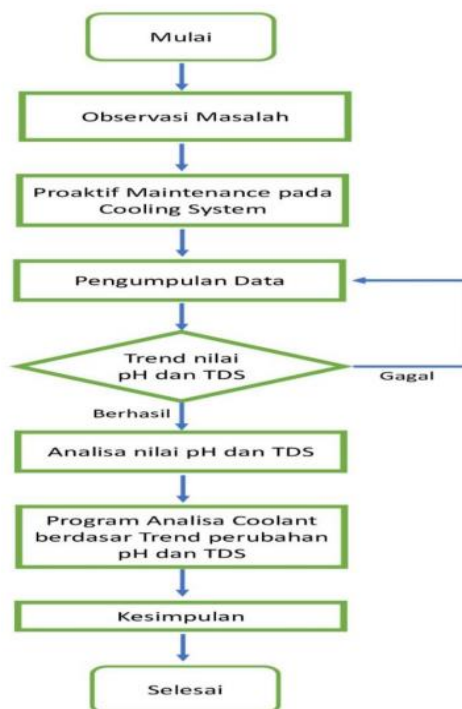
Monitoring Water Hardness menurut [6] digunakan untuk melakukan pengawasan terkait dengan banyaknya jumlah Magnesium dan Kalsium dan yang terdapat didalam coolant. Hal ini dapat dilakukan menggunakan Checker berbentuk seperti strip pH. Adapun Langkahnya menurut Uchino adalah Masukan sekitar 100cc specimen didalam tabung. Tutup tabung agar tidak ada mineral dan kontaminasi lainnya yang masuk Masukan Waterhardness checker kedalam tabung. Jangan lupa untuk mendinginkan waterhardness checker selama 1 menit dan biarkan waterhardness checker tercelup dalam air sepenuhnya. Liat perubahan warna yang terjadi pada strip waterhardness checker. Cocokkan dengan kadar yang telah disediakan. Apabila warna didalam waterhardness checker semakin gelap maka semakin banyak kandungan magnesium,kalsium,dll

### Coolant Concentration

Coolant concentration atau konsentrasi coolant merupakan salah satu hal yang harus dimonitoring. Karena menurut [5] konsentrasi coolant merupakan salah satu faktor yang menentukan agar kemampuan coolant berjalan dengan baik diantaranya penyerapan panas, protect structure ability, defoamer ability dan maximum temperature. Konsentrasi larutan dapat diukur menggunakan refraktor. Dengan cara meneteskan nya pada bagian ujung refraktor dan dapat dilihat bahwa semakin tinggi gradasi warna yang terjadi maka konsentrasi coolant akan semakin kurang. Selain perbedaan gradasi warna titik manakan garis antara larutan berasal maka itulah Measurement line yang timbul pada perbatasan warna. Hal ini menurut Iijima merupakan proses wajar pada coolant terutama apabila coolant sudah memiliki waktu yang sangat lama tentu lifetime dari coolant akan terus berkurang

## 2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam pembuatan



**Gambar 3.** Diagram Alir Penelitian

Sumber : Modifikasi dari Diagram Alir (<https://www.researchgate.net/figure/Gambar-3-Diagram-Alir-PenelitianEksperimen-Pengukur-Jalan/>)

### Metode Pelaksanaan

Jenis penelitian yang dilakukan oleh observer adalah gabungan dari jenis penelitian kualitatif dan experimental. Dimana jenis penelitian yang observer lakukan akan sangat mempertimbangkan deskripsi dari kualitas produk ketimbang perubahan nilai dari suatu data. Kualitas data ini dapat diolah dengan menggunakan rumus dan logika matematika untuk mendapatkan suatu penjelasan. Data yang diolah dari perubahan nilai suatu

variabel ini didasarkan oleh experiment yang telah dilakukan observer dan penelitian yang telah dilakukan oleh orang-orang terdahulu.

### **Teknik Pengumpulan Data**

Observer mengumpulkan data dengan cara mengkolleksi berbagai nilai dari suatu observasi dan dengan menggunakan studi pustaka. Data didapatkan oleh hasil observasi yang telah dilakukan dan data tersebut disamakan dengan penelitian orang-orang terdahulu dengan menggunakan studi pustaka untuk menghubungkan celah-celah yang ada pada penelitian ini.

### **Teknik Pengumpulan Data secara Experimental**

Menurut Wiersma penelitian eksperimental merupakan teknik pengumpulan data penelitian yang menggunakan uji coba pada suatu obyek untuk mendapatkan hubungan antara sebab dan akibat. Wiersma menegaskan bahwa konsep dasar dari suatu eksperimen adalah sesuatu yang mendapat uji coba dengan berbagai perlakuan. Yakni satu atau lebih variabel bebas yang diatur dan dikontrol untuk menentukan efeknya. Lebih lanjut Wiersma juga mendefinisikan teknik eksperimental sebagai berikut

Keuntungan dari metode eksperimen adalah penelitian eksperimen dapat dideskripsikan dengan jelas dapat diperbaiki pada penelitian berikutnya dan dapat diulang oleh orang lain sehingga penelitian dapat divalidasi dan dikondisikan secara berkala. Keuntungan lainnya data eksperimen jauh lebih fokus dibandingkan data rekaman dari ucapan yang spontan dengan cara wawancara. Sehingga menjadi mudah dalam memaknai, memproses, dan mengevaluasi.

### **Teknik Analisis Data**

Observer mengadopsi teknik analisa data gabungan seperti teknik analisa yang dilakukan pada karya tulis pada umumnya dimana memiliki diagram alir penambahan hipotesis pada penelitian. Dan menganalisa data data didalamnya dengan menggunakan teori-teori kimia fisika serta menggunakan teori komplemen. Dimana teori komplemen ini mengadaptasi logika matematika didalamnya seperti pernyataan berikut: "Hukum dua termodinamika menyatakan Tidak mungkin ada di dunia ini sebuah mesin yang memiliki efisiensi sampai 100%".

Teori komplemen pada pernyataan diatas adalah observer akan menghayalkan bahwa ada mesin yang memiliki efisiensi 100% dan dianalisa ternyata analisa tersebut tidak benar. Maka benar bahwa hukum kedua termodinamika menyatakan bahwa tidak ada mesin yang memiliki efisiensi 100%. Selain mengadaptasi teori komplemen observer juga mengadaptasi beberapa kaidah logika matematika seperti modus ponens, modus ponens, dan teori penarikan kesimpulan dalam mendapatkan hasil kesimpulan yang diperlukan dalam penelitian ini. Teknik analisa data selain menggunakan teori komplementer. Observer juga menggunakan teknik analisis deskriptif yaitu dengan mempertimbangkan rekam jejak suatu data selama ini untuk mendapatkan suatu kesimpulan. Selain teknik analisa diatas ada juga penjelasan proses dalam menganalisa hubungan nilai pH, TDS terhadap Monitoring Coolant Concentration.

### **Teknis Pelaksanaan**

#### ***Fluid Coolant Concentration***

Dalam kimia konsentrasi lebih dikenal sebagai molaritas dimana satuan dari molaritas memiliki hubungan dengan nilai pH suatu larutan. Besaran dari Coolant Concentration dapat ditentukan berdasarkan kaidah kimia SMA kelas 11[4] yaitu: 1. Tentukan Jenis Larutan Coolant (Acidity-Alkalinity) 2. Cek Derajat Disosiasi 3. Encerkan Larutan 4. Cek pH Akhir 5. Hasil Akhir Observasi Tingkat Pengenceran.

#### ***Miscible Coolant Metal Working***

Pemeriksaan MiCMW selanjutnya dapat dilakukan dengan menganalogikan sebuah coolant yang ditambahkan zat terlarut didalamnya apakah terjadi kenaikan atau penurunan nilai TDS. Salah satu zat yang dapat dipakai untuk melakukan ini adalah SiO<sub>2</sub> atau Silika Oksida. Menurut [7] bahan ini merupakan salah satu jenis defoamer yang dipakai selama bertahun-tahun belakangan untuk pembuatan detergen. SiO<sub>2</sub> memiliki kelarutan yang bagus didalam air sehingga dapat menaikkan nilai TDS sekaligus apabila telah ditambahkan panas dan energi sebesar 911 kJ SiO<sub>2</sub> akan memecah ikatannya berdasarkan teori termokimia sehingga menghasilkan padatan-padatan silicon atau yang muncul seperti buih yang mengapung dipermukaan sehingga zat silicon tidak dapat terlarut sehingga 25 menurunkan nilai TDS. Berikut adalah Langkah eksperimen untuk menguji coba perubahan



nilai TDS : 1. Cek nilai TDS sebelum eksperimen dimulai 2. Larutkan SiO<sub>2</sub> dalam Air Suling 3. Cek Perubahan Nilai TDS 4. Panaskan larutan hingga membentuk endapan atau residu 5. Cek penurunan nilai TDS.

Percobaan ini didasarkan oleh metode eksperimen karya [8] dimana metode eksperimental dilakukan dengan memanipulasi kondisi sehingga hasil yang diharapkan dapat terjadi. Sebagai tambahan pada eksperimen ini memakai air suling dibanding coolant dimana untuk mengetahui apakah benar bahwa silica menjadi residu akan menurunkan nilai TDS sedangkan jika memakai coolant ditakutkan hasil eksperimen yang mengendap adalah additive lainnya bukan silica yang menjadi obyek eksperimen.

#### **Program Analisa Coolant**

Program Analisa Coolant menurut Biosan Sanicheck Technical Guide adalah suatu kegiatan yang memberikan resiko potensial pada setiap kemungkinan. Program Analisa Coolant juga memberikan data lebih banyak kepada engineer sehingga setiap perubahan yang terjadi dapat menjadi indikasi dari Potensial Cause. Berikut ini teknis pelaksanaan dalam melakukan PAC 26 1. Observasi hubungan tool dan coolant 2. Tentukan jenis trend yang terjadi apakah up-trend atau down-trend pada tool yang kita miliki. 3. Data yang didapat hasil trend sebelumnya digunakan untuk mendapatkan corrective maintenance terhadap prediction issue sehingga tidak menimbulkan

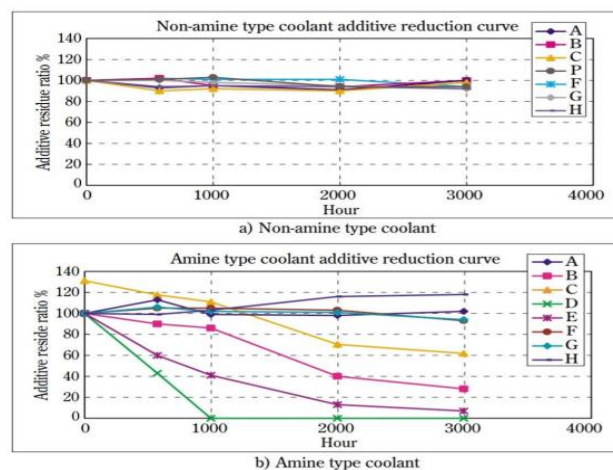
Percobaan ini dilakukan berdasarkan [10] dan diperkuat dengan sumber dari Biosan Fluid Management dimana track record dari perubahan dapat memberikan data tambahan berupa potential cause sehingga dapat dieliminasi secepatnya. an terjadinya BUS atau Breakdown UnSchedule.

### **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **Analisa Kualitatif**

##### **Hubungan antara Nilai pH dan Fluid Coolant Concentration**

Fluid Coolant Concentration merupakan salah satu indicator yang harus diukur karena berdasarkan pada AFNAC Technical Guide Coolant Concentration cenderung mengalami trend penurunan pada saat pemakaian. Penurunan nilai dari konsentrasi tentu akan menyebabkan menurunnya efikasi dari coolant itu sendiri.



**Gambar 4.** Coolant Additive Reduction Curve  
Sumber : AFNAC Technical Guide

Pemeriksaan MiCMW pada pembahasan sebelumnya dapat dilakukan menggunakan TDS meter memiliki kelemahan dimana kurang memberikan variasi data karena seperti percobaan sebelumnya perubahan TDS hanya memberitahukan 2 potensi dimana hanya zat terlarut ataupun mengendap sehingga variasi data kurang. Sehingga memerlukan tambahan tool yaitu pH meter untuk dapat mendapatkan hasil yang lebih baik. Trend perubahan yang terjadi juga memberikan 9 variasi potensial yang telah terjadi. Selain nilai TDS terdapat perangkat penelitian lainnya yaitu pH meter. Menurut FUHCS Coolant Management (2002:4) perubahan nilai pH mengindikasikan kejadian didalam coolant diantaranya apabila nilai pH menuju basa atau alkali maka mengindikasikan ada material lainnya yang mengion didalam coolant. Sedangkan apabila nilai pH menjadi asam atau acidity mengindikasikan bahwa terdapat aktifitas bakteri didalamnya yang mana ini kemungkinan berasal dari lingkungan. Hal ini diperkuat dengan pernyataan dari Petroliance Coolant Maintenance (2009:5): Berdasarkan common test yang terjadi menghasilkan data bahwa mengidentifikasi konsentrasi yang lemah, stabilitas emulsi yang rendah dan kondisi lingkungan yang menyebabkan terjadi kontaminasi atau terjadinya transpor hidrogen didalamnya.

Berikut ini adalah hasil observasi yang digunakan dengan mengondisikan keadaan dan memanipulasi variabel untuk mendapatkan hasil. Observasi berikut Bernama PAC atau Program Analisa Coolant. Hasil observasi inilah yang nanti dapat memberikan data tambahan kepada engineer berupa potensial cause dan langkah corrective dari potensial cause yang terjadi.

**Potensial Failure Table**

Identifikasi problem dapat dilakukan pada unit dengan menggunakan metode dari potensial failure. Namun dalam melakukan identifikasi problem diperlukan record data dari suatu unit dan Condition Based Monitoring dari suatu unit yang sama. Observer menyarankan untuk melakukan monitoring dalam seminggu sekali hal ini juga diperkuat dengan pernyataan FUHCS Coolant Management (2001:5) untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Berikut ini adalah diagram potentially failure dari kondisi suatu unit.

Tabel 1. Potentially Failure

Potentially Failure	TDS (Normal)	TDS Bertambah	TDS Berkurang
pH (N)	Normal Condition	Zat terlarut bertambah(Kemungkinan berasal dari luar karena tidak mempengaruhi perubahan pH)	Coolant Tereduksi
pH Basa	Mineral Larut(Kemungkinan kontaminasi dari luar karena zat tidak terlarut namun membuat perubahan pada nilai pH)	Metal pembentuk Basa kuat larut didalam larutan(Fe, Zn, Sn)	pH Buffer tereduksi
pH Asam	Pemakaian air sebagai base coolant terlalu asam	Coolant berada pada lingkungan Asam	pH Buffer Tereduksi

Tabel Potentially Failure diatas digunakan untuk menjawab apa yang menyebabkan perubahan pada nilai pH dan TDS tentu saja tabel diatas akan semakin efektif jika diiringi dengan condition based monitoring secara berkala. Berikut ini adalah penjelasan masing masing kemungkinan seperti yang tertulis pada tabel diatas

**Normal Condition**

Kondisi pertama adalah kondisi normal. Kondisi normal terjadi apabila nilai pH dan TDS berada pada level aman. Perubahan mungkin saja terjadi namun perubahan tersebut memang terjadi karena lifetime dari coolant itu sendiri. Namun perubahan didalam coolant adalah perubahan kecil dimana berada pada batas aman. Pada kondisi ini 4 variabel pengukuran pada analisa masalah sebelumnya memiliki efikasi yang bagus terhadap kondisi unit. Hal ini diperkuat dengan tes dari AFNAC Technical Guide (2002:5) berupa metal corrosion tes sebagai percobaan tes dimana menghasilkan bahwa pada kondisi prima coolant metal yang terbalut oleh coolant memiliki efikasi yang tinggi walaupun berada pada suasana asam sekalipun sebagaimana pada gambar berikut.



Gambar 5 Metal Corrosion Tes  
Sumber : AFNAC Technical Guide

***Pembahasan Program Analisa Coolant( Coolant System Management)  
Abnormalities Possible Cause***

Tabel 2. Hasil pengecekan unit

No	Hours Meter	pH	TDS
1	800 H	7,8	102
2	880 H	7,6	104
3	960 H	7,6	105
4	1040 H	7,4	108
5	1120 H	7,3	111
6	1200 H	7,4	113
7	1280 H	7,3	116
8	1360 H	7,1	119
9	1440 H	7,0	121
10	1520 H	6,9	122
11	1600 H	7,0	124
12	1680 H	6,8	125
13	1760 H	6,8	127
14	1840 H	6,7	127
15	1920 H	6,6	128

Pengecekan nilai pH dan TDS diatas dilakukan observer selama 2 bulan dengan rentang pengecekan selama 4 hari maka akan dilakukan pengecekan. Hours meter didapatkan dari HM melakukan pengecekan pertama dikurangi dengan HM penggantian coolant terakhir kali. Unit ini adalah wheel loader dari perusahaan X yang beroperasi 20 jam sehari dengan kondisi medan medium sebagaimana pedoman perusahaan tentang Medan Operasi Unit. Pengecekan nilai pH dan TDS dilakukan pada saat unit baru running dengan pertimbangan suhu coolant yaitu 40oC. Karena pada temperature 40oC coolant berada pada kondisi hangat sehingga molekul molekul air dan conditioner dapat terpisah dan kondisi coolant tidak menghasilkan molekul O<sub>2</sub> didalamnya.

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa masing masing trend terjadi pada coolant dimana trend pH pada coolant cenderung turun hingga melewati batas standard pH coolant dimana sesuai spesifikasi AFNAC Technical Guide yaitu 7,9 hingga 6,7 atau turun 1,3 dari pH awal. Hal ini terjadi apabila melewati batas bawah dari nilai pH akan menyebabkan munculnya emulsi didalam coolant. Munculnya emulsi yang muncul didalam cooling system akan membahayakan radiator karena berpotensi menghalangi radiator didepannya Berbeda dengan trend pH, trend pada nilai TDS menunjukkan trend naik pada coolant namun kenaikan ini masih berada pada rentang yang dibolehkan dimana dibawah 135.

***Predictive Coolant pH***

Predictive Coolant pH merupakan salah satu input data yang dapat digunakan untuk melihat kondisi coolant dikemudian hari. Termasuk perubahan nilai yang terjadi didalam coolant. Berdasarkan informasi hasil pengecekan unit terakhir kali adalah 6.6; pH konsentrat berdasarkan Total Oil Machinery adalah 9.3; Premix untuk dilute coolant berdasarkan EO lubricant adalah 3% dari volume total, sehingga volume yang disarankan adalah 1.35 l; Volume coolant gabungan radiator dan engine adalah sekitar 45.2 liter.

Selanjutnya dalam langkah memprediksi kenaikan nilai pH pada coolant adalah dengan menghitung berdasarkan rumus pH campuran adalah :

Cari Nilai Power of Hidroksida Kedua Larutan : pH Coolant sebelum dicampur : 6.6 maka nilai pOH larutan adalah 7.4; pH Konsentrat adalah : 9.3 maka nilai pOH larutan adalah 4.7. Cari Nilai Konsentrasi Hidroksida Larutan Nilai konsentrasi hidroksida larutan dapat dicari menggunakan nilai power of hidroksida; Cari Nilai Campuran pH. Setelah melalui perhitungan diatas ditemukan bahwa nilai konsentrasi hidroksida setelah ditambahkan konsentrat adalah  $6.2 \times 10^{-7}$ . Setelah di dapat kan nilai konsentrasi hidroksida langkah selanjutnya adalah mencari nilai power of hidroksida atau pOH dengan nilai 6,2. Setelah mendapatkan nilai dari power of hidroksida langkah selanjutnya adalah mengkonversi nilai power of hidroksida menjadi nilai pH adalah 7,8. Setelah melakukan konversi nilai pOH menjadi pH maka didapatkan kesimpulan pertama dimana penambahan konsentrat dengan volume 3% dari volume total didapatkan nilai pH yaitu 7,8.

Selain memprediksikan kenaikan nilai pH dalam coolant berdasarkan Tabel 3. Penting untuk kita untuk memprediksikan nilai penurunan pada fase pertama ini. Berdasarkan literature dari TOTAL Fluid Lubricant untuk memprediksikan penurunan nilai dari pH coolant dapat menggunakan dengan perhitungan yang bernama down ratio. Perhitungan down ratio ini cukup dilakukan dengan pengurangan nilai awal dan akhir dari data lalu dibagi dengan data awal. Sedangkan dari data monitoring sebelumnya didapatkan nilai awal pH adalah 7,8 dan nilai akhir

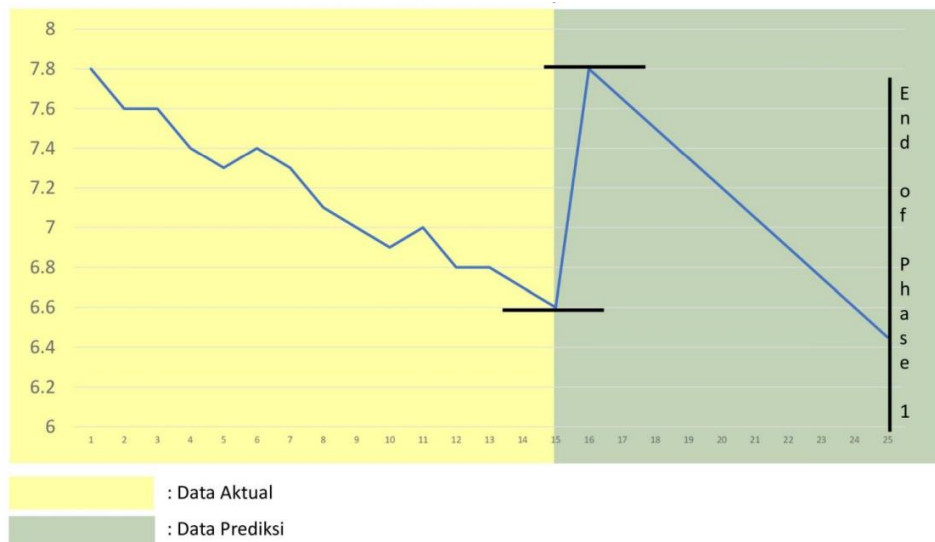


actual pengumpulan data adalah 6,6 sehingga didapatkan nilai down ratio adalah 0,15 atau dalam 2x pemeriksaan kedepan nilai pH akan berkurang sebanyak 0,3.

Setelah mendapatkan downratio maka lengkap komponen pengukuran untuk fase 1 dimana data yang diperlukan adalah sebagai berikut

1. Maksimum pH reduction = 1,3
2. Kenaikan pH coolant setelah ditambah konsentrat = 7,8
3. Down ratio = 0,15
4. Bottom Limit pH = 7,8 – 1,3

Untuk hasil perediksi perubahan pH coolant dapat di lihat grafik pada gambar 6 dibawah ini :



Gambar 6. Grafik perediksi perubahan pH coolant

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Penurunan pH dengan angka 1 maka larutan tersebut mengalami pengenceran lebih dari 10x atau lebih dari 10% volume air didalam coolant bertambah. Bertambahnya volume air ini menandakan keabnormalan didalam coolant diantaranya conditioner dan antifreeze yang terekstraksi. Apabila nilai pH turun dengan drastis menandakan konsentrasi dari coolant yang menurun hingga menyebabkan penyerapan panas menjadi kurang mumpuni, kemampuan defoamer berkurang serta menipiskan film tipis pelindung komponen dari ledakan cavitasi erosi.
2. TDS meter dapat melihat suatu larutan namun TDS meter tidak dapat melihat apabila suatu zat termasuk dalam suspensi. Sehingga TDS digunakan untuk memprediksi apakah didalam coolant tersebut terjadi residu tau kontaminasi lainnya dengan cara melihat history record TDS dari suatu coolant. Kenaikan nilai TDS didalam coolant menandakan bahwa zat terlarut didalam coolant semakin banyak. Sebaliknya apabila nilai TDS mengalami penurunan maka ada indikasi bahwa coolant tereduksi sehingga menghasilkan endapan.
3. Abnormalities possible cause merupakan contoh aplikasi dari penggunaan tabel potential failure didalamnya. Abnormalities possible cause dilakukan dengan syarat dilakukan monitoring sebelum menggunakan tabel potential failure. Penggunaan abnormalities possible cause didapatkan keterangan umum darimanakah asal perubahan nilai dari pH atau TDS coolant. Sedangkan apabila ingin mendapatkan keterangan khusus jenis kontaminasi yang menjadi permasalahan utama diperlukan observasi lebih mendalam. Abnormalities possible cause merupakan data penunjang dan bukanlah data 68 utama karena sebagai penunjang measurement pada coolant selain Hours Meter measurement
4. Prediksi dari perubahan nilai pH dapat dilakukan dengan menggunakan formula utama yaitu nilai pH campuran dua buah larutan serta menggunakan down ratio atau growth ratio. Data hasil prediksi ini dapat dibuat dengan syarat telah ada data actual sebelumnya. Dengan adanya data actual ini maka data prediksi dapat dilakukan dengan menggunakan formula diatas.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zonta, T., Da Costa, C. A., da Rosa Righi, R., de Lima, M. J., da Trindade, E. S., & Li, G. P., “*Predictive maintenance in the Industry 4.0: A systematic literature review*”, *Computers & Industrial Engineering*, 150, 106889, 2020
- [2] Paolanti, M., Romeo, L., Felicetti, A., Mancini, A., Frontoni, E., & Loncarski, J., “*Machine learning approach for predictive maintenance in industry 4.0*”, In *2018 14th IEEE/ASME International Conference on Mechatronic and Embedded Systems and Applications (MESA)*, pp. 1-6. IEEE, 2018
- [3] Xia, L., Zheng, P., Li, X., Gao, R. X., & Wang, L., “*Toward cognitive predictive maintenance: A survey of graph-based approaches*”, *Journal of Manufacturing Systems*, vol.64, pp. 107-120, 2020.
- [4] Zhou, Y., Zhi, G., Chen, W., Qian, Q., He, D., Sun, B., & Sun, W., “*A New Tool Wear Condition Monitoring Method Based On Deep Learning Under Small Samples*”, *Measurement*, 189, 110622, 2020
- [5] Iijima, K., & Iwakata, S. O. K., “*Development of Non-Amine Type Engine Coolant*”, *Komat’s Technical Report*, 48, 149, 2002
- [6] Soh, S. Y., Chun, Y. J., Park, I. H., Han, S. M., & Jang, H. J., “*Evaluation of Corrosivity of Antifreeze for Automobiles Containing Non-amine Type Corrosion Inhibitors for Copper*”, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol.21, no. 2, pp. 619-626, 2020
- [7] Ikuo Uchino et al., “*Analysis and Measurement Group, Komatsu Technical Report*”, Internal Technical Document. Jepang, 2002
- [8] The Lubricant Store Petroliance., “*Machine Shop Coolant Maintenance. Australia*”, The Lubricant Store Technical Document, 2009
- [9] Q8 Oils., “*Metal Working Fluids Equipment Solutions*”, www.Q8Oils.com. Q8 Oils Technical Documents I.T.L., 2009
- [10] Intan Pariwara., “*Kimia untuk Kelas 11 “pH Buffer”*”. Intan Pariwara, 2017
- [11] Evita, Maria. Mikharajudin, Abdullah. Hermawan Mahfudz. Khairurrijal. 2009. Peningkatan Efektivitas Defoamer Silica Oksida dengan Coating pada HDPE. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- [12] Wiersma., *Research Methods in Education : An Introduction*. Boston: Allyn and Bacon. 1991
- [13] Hikmayanti, M., & Utami, L., “*Analisis Kemampuan Multiple Representasi Siswa Kelas XI MAN 1 Pekanbaru Pada Materi Titrasi Asam Basa*”, *Jurnal Riset Pendidikan Kimia (JRPK)*, vol. 9, no. 1, pp. 52-57, 2019
- [14] FUHCS,2004. “*Lubricant Technology: Coolant Management Guide*”. Australia : FUHCS Internal Document High-Performance Long-life Coolant Genuine Komatsu Coolant Technical Guide
- [15] Satoshi Ohkawa, “*New Coolant for Heavy Duty Diesel Engine*”, *Komatsu Technical Report*, Vol. 32, no 115, Internal Technical Document. Jepang, 2003
- [16] Ikuo Uchino et al(2002): *Analysis and Measurement Group, Komatsu Technical Report*. Internal Technical Document. Jepang.
- [17] Kouji Iijima et al(2002): *Low Toxic Engine Coolant Application For Heavy Duty Equipment*. The 6th Annual Fuels & Lubes Asia Conference.
- [18] Agung Winasis(2018) : *Analisa Troubleshooting Engine Overheating pada Unit Excavator Doosan DX 500 LCA*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [19] Indonesia Daewoo Heavy Industries and Machinery Ltd. 2012. “*Preventif Maintenance*”. Jakarta : PT Kobexindo
- [20] Zhang, Q. G., Liu, Q. Ren, L., 2009. *Pervaporation Performance of Quaternized Polyvinyl Alcohol and Its Crosslinked Membrances For The Dehydration of Ethanol*. China. J. Membranes Publishing
- [21] Dewa, Aloisius Wisnu Lalita. Sasmoko, Priyo. 2015. *Alat Ukur TDS Air Garam Dengan Resistif Sebagai Indikator*. Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
- [21] Utomo, D. 2012. *Alat Pengukur Resistansi Konduktivitas dan Total Dissolved Solid Ai dengan Teknik Dorong-Tarik*. Universitas Kristen Satya Wacana. Salatiga.
- [23] Monroe Fluid Technology., “*Coolant Management and Troubleshooting*”. New York. Monroe Technical Document, 2011