

Analisis Pemeliharaan Fasilitas Komputer di Laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) dengan Pendekatan Pemeliharaan *Logic Tree Analysis* pada SMK Sangkuriang 1 Cimahi

Ajeng Siti Nurzanah

Program Studi Manajemen, Universitas Jenderal Achmad Yani, 40531, Indonesia
ajengnurzanah4@gmail.com

Yun Yun

Program Studi Manajemen, Universitas Jenderal Achmad Yani, 40531, Indonesia
yunyun@lecture.unjani.ac.id

Abstract

This investigate points to analyze the support of computer offices within the Computer program Building research facility at SMK Sangkuriang 1 Cimahi. Another point of this inquire about was to decide the degree to which preventive support and remedial upkeep of computer facilities carried out within the Computer program Building Research facility of SMK Sangkuriang 1 Cimahi was running successfully and proficiently. The inquire about strategy utilized in this inquire about is graphic with a subjective approach, this inquire about employments a purposive examining strategy. The information collection methods utilized were interviews, perception and documentation. In testing the legitimacy and validity tests, specifically by utilizing source triangulation, specialized triangulation, and time triangulation. The comes about of this inquire about demonstrate that the preventive upkeep carried out is appropriate, but there are a few things that ought to be improved. Meanwhile, remedial support appears that the comes about of the accessibility or accessibility esteem are above 90%, which suggests it can be categorized as great indeed in spite of the fact that there are a few usage that have to be be moved forward within the remedial upkeep of computer offices within the Program Building Research facility at SMK Sangkuriang 1 Cimahi.

Keywords: *Preventive Maintenance, Corrective Maintenance, Reliability Centered Maintenance*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemeliharaan fasilitas komputer di laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) SMK Sangkuriang 1 Cimahi. Adapun tujuan lain dilakukan penelitian ini untuk mengetahui sejauh mana pemeliharaan preventif dan pemeliharaan korektif fasilitas komputer yang dilaksanakan di laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) SMK Sangkuriang 1 Cimahi sudah berjalan dengan efektif dan efisien. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ialah deskriptif dengan pendekatan kualitatif, penelitian ini menggunakan teknik purposive sampling. Teknik pengumpulan data yang digunakan ialah dengan melakukan wawancara, observasi dan dokumentasi. Dalam pengujian uji validitas dan kredibilitas yaitu dengan menggunakan triangulasi sumber, triangulasi teknik, dan triangulasi waktu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemeliharaan preventif yang dilakukan telah sesuai, namun terdapat beberapa hal yang perlu diperbaiki.

Sedangkan dalam pemeliharaan korektif menunjukkan hasil dari availability atau ketersediaan nilai rata-rata di atas 90% yang artinya dapat dikategorikan baik meskipun terdapat beberapa pelaksanaan yang perlu diperbaiki dalam pemeliharaan korektif fasilitas komputer di laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) SMK Sangkuriang 1 Cimahi.

Kata Kunci: Pemeliharaan Preventif, Pemeliharaan Korektif, *Reliability Centered Maintenance*

I. PENDAHULUAN

Laboratorium merupakan salah satu tempat praktik bagi siswa dalam proses belajar sesuai dengan aturan yang termuat di dalam Adendum Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 34 Tahun 2018 (Putra & Andreas, 2022). SMK Sangkuriang 1 Cimahi khususnya laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) memiliki 36 komputer dengan jumlah siswa yang belajar praktik di laboratorium sebanyak 36 orang. Komputer beroperasi secara terus-menerus selama 8 jam sehari mulai pukul 07.00–15.00 WIB. Hal ini dapat menyebabkan kerusakan pada komponen komputer. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kerusakan tersebut apabila tidak segera diperbaiki dan tidak dilakukan pemeliharaan, maka akan menghambat proses pengolahan data *input* atau *output*.

Pemeliharaan preventif adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas mengalami kerusakan. Sedangkan pemeliharaan korektif adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik. Kegiatan pemeliharaan korektif yang dilakukan sering disebut dengan kegiatan perbaikan atau reparasi (Sartika et al., 2020). Menurut (Siregar et al., 2022) “Seperti halnya manusia, mesin juga membutuhkan sebuah perawatan. Tujuan dilakukannya pemeliharaan adalah untuk meminimalisir pemakaian dan menghindari kecelakaan kerja yang membahayakan keselamatan kerja”.

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat diketahui bahwa isu sentral dalam penelitian ini adalah kurangnya pengetahuan siswa mengenai pemeliharaan komputer. Sehingga diperlukan analisis pemeliharaan fasilitas komputer di laboratorium agar meminimalisir terjadinya kerusakan komponen yang dapat menghambat proses standar kinerja komputer. Maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Analisis Pemeliharaan Fasilitas Komputer di Laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) SMK Sangkuriang 1 Cimahi”.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Manajemen operasi adalah kegiatan yang dilakukan suatu organisasi untuk mencapai tujuan. Serta memiliki fungsi bisnis yang bertanggung jawab untuk merencanakan, mengkoordinasikan, dan mengendalikan sumber daya. Fungsi manajemen operasi menurut Kumar (2022) "*Operations management refers to activities, decisions, and responsibilities of managing the resources which are dedicated to the production and delivery of products and services.*"

Menurut Maulana & Kurniawan (2022), tujuan manajemen operasi adalah:

1. Efisiensi, secara khusus manajemen operasi berfungsi untuk meningkatkan efisiensi atas apa yang dilakukan atau dihasilkan.
2. Produktivitas yaitu suatu usaha yang termasuk dalam kategori kegiatan produktif yang dilakukan oleh manusia dan menghasilkan produk berupa barang atau jasa yang memenuhi kebutuhan konsumen.
3. Ekonomis, artinya pengelolaan operasional dilakukan dengan benar dan bermanfaat dalam menekan biaya.

Pemeliharaan merupakan kegiatan yang berperan penting dalam suatu organisasi. Pemeliharaan dilakukan guna untuk menjaga kondisi peralatan/mesin agar dalam kondisi baik pada saat digunakan. Menurut Syaputra (2020), "Pemeliharaan adalah perbaikan rutin, dengan pemeliharaan sistem komputer atau jaringan komputer dapat terhindar dari kerusakan yang sangat serius. Kegiatan pemeliharaan dan perbaikan diperlukan pada perangkat atau sistem tertentu." Tujuan pemeliharaan menurut Febriyan (2023), "Memperpanjang usia pakai dan mencegah terjadinya kerusakan dalam waktu cepat pada peralatan dan mesin."

Menurut Zhao et al., (2022), "*Based on the opportunity maintenance activities, maintenance strategies can be divided into corrective maintenance, preventive maintenance and predictive maintenance.*" Berikut ini jenis-jenis pemeliharaan menurut Zhao et al., (2022), terdiri dari:

1. *Corrective Maintenance Strategies*, yaitu pemeliharaan pasca kegagalan. Strategi ini terjadi setelah kegagalan komponen kegiatan perbaikan diatur.
2. *Preventive Maintenance Strategies*, yaitu pemeliharaan sesuai dengan hubungan antara tingkat kegagalan dan distribusi waktu kegagalan.
3. *Predictive Maintenance Strategies*, yaitu proses penurunan kinerja komponen dengan menggunakan teknologi pemantauan kondisi dan memprediksi statusnya di masa mendatang.

Pemeliharaan preventif menurut Zein et al., (2019), "Pemeliharaan preventif merupakan perawatan yang direncanakan dan dilakukan sebelum terjadinya kerusakan pada suatu bagian mesin atau peralatan." Tujuan pemeliharaan preventif menurut Putra F et al., (2021) terdiri dari:

- a. Menjamin peralatan bekerja sesuai rencananya dan fungsinya.
- b. Memaksimalkan efektivitas peralatan.
- c. Memastikan bahwa peralatan tidak rusak selama jadwal belajar.
- d. Memperpanjang umur ekonomis komputer

Pemeliharaan korektif menurut Paundra et al., (2023), “Pemeliharaan korektif adalah pemeliharaan memperbaiki mesin yang rusak. Dengan melakukan pemeliharaan setelah terjadinya kerusakan pada fasilitas atau peralatan.” Tujuan pemeliharaan korektif adalah memperbaiki komponen yang rusak dikembalikan ke keadaannya semula sebelum kegagalan.

Menurut Nurdin (2023), “*Availability* adalah ketersediaan mesin beroperasi dengan perbandingan antara *operation time* dan *loading time*. Rasio yang menunjukkan berapa banyak waktu yang digunakan untuk tugas-tugas operasi mesin. Waktu produksi dan waktu henti yang efektif terkait erat dengan tingkat ketersediaan.”

Alat bantu dalam pemeliharaan menurut Utama (2022) *Reliability Centered Maintenance (RCM)* meliputi langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pemilihan sistem dan pengumpulan informasi, yaitu pemilihan sistem dilakukan berdasarkan pengaruh sistem terhadap sistem lain yang lebih kompleks.
2. Definisi batas sistem, yaitu definisi dilakukan sedemikian rupa sehingga diketahui ruang lingkup sistem yang diteliti.
3. Deskripsi sistem dan diagram fungsional (Blok diagram fungsi), khususnya blok fungsi untuk menggambarkan sistem operasi dan komponen yang umum rusak.
4. Identifikasi fungsi dan kesalahan fungsional, yaitu mendeskripsikan fungsionalitas sistem untuk memastikan pengoperasian input dan output yang benar.
5. *Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)*, khususnya metode untuk mengidentifikasi dan mencegah mode kegagalan. Dalam FMEA, *Risk Priority Number (RPN)* dihitung untuk menentukan prioritas kegagalan. Berdasarkan nilai tingkat keparahan, kejadian (frekuensi kejadian) dan deteksi (deteksi kesalahan), menunjukkan tingkat risiko yang menghasilkan tindakan perbaikan. Nilai RPN dihitung dengan persamaan: $RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$
6. *Logic Tree Analysis (LTA)*, bertujuan untuk mengklasifikasikan mode kegagalan. Kegagalan komponen dibagi menjadi empat jenis: Insiden keselamatan Kelas A, Peristiwa kegagalan sistem Kelas B (kegagalan listrik), Kegagalan kecil Kelas C dan dapat diabaikan karena tidak mengganggu sistem (masalah ekonomi) dan pemadaman listrik tipe D yang tidak ditentukan (masalah ekonomi).). masalah). kegagalan tersembunyi).
7. Pemilihan tugas (Pemilihan kebijakan pemeliharaan), khususnya menentukan tindakan yang akan diterapkan pada mode kegagalan. Pemilihan tindakan yang akan diambil dibagi menjadi tiga bagian: berorientasi kondisi (CD), berorientasi waktu (TD) dan pencarian kesalahan (FF).

III. METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Operasionalisasi variabel dalam penelitian ini untuk mempermudah dalam mengukur variabel yang bersifat abstrak. Tujuannya ialah untuk menentukan data yang

akan dibutuhkan. Menurut Purwanto (2019), “Variabel merupakan objek pengamatan penelitian beserta faktor-faktor yang akan diteliti.” Sedangkan menurut Misbahuddin et al., (2021), “Operasional variabel adalah menjelaskan variabel penelitian dan skala pengukuran variabel.” Variabel tersebut dikembangkan menjadi sub-variabel dan dikembangkan ke dalam indikator yang akan dijadikan sebagai dasar dalam butir-butir pernyataan atau pertanyaan peneliti dalam melakukan wawancara kepada informan.

Populasi dan Sampel

Menurut Anwar (2022), “*Population is the overall group of individuals who can give information related to research.*” Dalam penelitian ini menggunakan metode kualitatif sehingga tidak memerlukan populasi. Namun dikenal adanya istilah *social situation* yang terdiri atas tiga elemen yaitu tempat (*place*), pelaku (*actors*), dan aktivitas (*activity*). Tempat (*place*) yaitu SMK Sangkuriang 1 Cimahi, pelaku (*actors*) yaitu Bapak Dian Hardiana, Bapak Fahri Firmansyah dan Bapak Rizky Fauzy Achman, serta aktivitas (*activity*) yaitu pemeliharaan fasilitas laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL). Menurut Stratton (2021), “*Non probability sampling methods is a type of sampling in which the researcher uses sampling that does not provide for each member of a target population to participate in a study.*” Selanjutnya menurut Kandi (2022), “*Purposive sampling method is the researcher selects the sample based on his/her judgment.*” Pada penelitian ini teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *non probability sampling* dengan metode *purposive sampling*.

Instrumen Pengambilan data

Menurut Kassaw & Pandey (2022), “*Data Collection Instruments is All questionnaires were translated into Amharic and then to English.*” Instrumen pengambilan data adalah alat untuk mengukur variabel yang akan diteliti. Sehingga dalam penelitian ini yang menjadi instrumen penelitian adalah peneliti sendiri. Data yang valid guna mendukung hasil penelitian dengan teknik pengumpulan data berupa observasi, wawancara, dan dokumentasi.

Teknik Pengumpulan Data

Menurut Takdir et al., (2022), teknik yang digunakan dalam pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Wawancara

Tujuan peneliti melakukan wawancara semi struktur adalah untuk menemukan permasalahan yang lebih mendalam mengenai pemeliharaan fasilitas komputer di laboratorium RPL yang dilakukan kepada pegawai teknisi dan laboran.

2. Observasi

Observasi adalah teknik pengumpulan data dan informasi dengan mengamati secara langsung objek penelitian. Peneliti melakukan observasi guna memperoleh informasi lengkap.

3. Dokumentasi

Terdiri dari data spesifikasi komputer, daftar pemeriksaan preventif komputer, data komponen sistem komputer, data penyebab kerusakan komputer, dan daftar penjelasan kerusakan komponen komputer.

Teknik Analisis Data

Menurut Miles dan Huberman dalam Harahap (2021), "Kegiatan analisis terdiri dari tiga alur kegiatan yang terjadi secara bersamaan yaitu reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan/verifikasi." Pada penelitian ini langkah-langkah dalam melaksanakan analisis data sebagai berikut:

1. *Data Reduction*

Reduksi data ialah merangkum data penting, dalam penelitian ini dilakukan reduksi data yang diperoleh dari hasil wawancara, observasi dan dokumentasi mengenai pemeliharaan fasilitas komputer di laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) SMK Sangkuriang 1 Cimahi.

2. *Data Display*

Penyajian data ialah memberikan pemahaman seperti uraian singkat, bagan, atau *flowchart*. Selanjutnya merencanakan tahap kerja berdasarkan apa yang telah dipahami. Penyajian data dalam penelitian ini disajikan dalam bentuk uraian.

3. *Conclusion Drawing/ Verification*

Penarikan kesimpulan atau verifikasi ialah langkah terakhir dalam analisis data kualitatif. Pada penelitian ini peneliti menarik kesimpulan berdasarkan identifikasi masalah. Kemudian pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)*.

Uji Validitas Dan Reliabilitas

Pada penelitian ini peneliti menggunakan metode triangulasi data dalam proses uji validitas dan reliabilitas data sebagai teknik pengukuran keabsahan data. Menurut Hasibuan et al., (2022), terdapat tiga macam triangulasi yaitu sebagai berikut:

1. Triangulasi Sumber

Dalam penelitian ini triangulasi sumber dilakukan dimulai dari sumber data yang didapat berbeda-beda seperti dari wawancara, observasi dan dokumentasi. Untuk menguji kredibilitas dari data yang sudah diperoleh maka selanjutnya melakukan wawancara dilakukan kepada sekretaris laboratorium, pegawai teknisi dan laboran.

2. Triangulasi Teknik

Dalam penelitian ini data yang diperoleh berdasarkan hasil wawancara dari sekretaris laboratorium, pegawai teknisi dan laboran. Selanjutnya dilakukan pengecekan informasi yang telah didapatkan melalui observasi ataupun dokumentasi maupun sebaliknya ketika data diperoleh dari hasil observasi maka dilakukan pengecekan melalui wawancara ataupun dokumentasi.

3. Triangulasi Waktu

Proses pengujian kredibilitas data dilakukan dengan cara mengecek data mengenai pemeliharaan preventif dan pemeliharaan korektif yang telah diperoleh dari hasil wawancara dan observasi pada waktu dan situasi yang berbeda yaitu pada tanggal 3 November 2022, 6 November 2022 dan 12 Desember 2022. Dari hasil wawancara dan observasi tersebut didapatkan informasi yang sama mengenai perencanaan, pelaksanaan pemeliharaan preventif dan pemeliharaan korektif fasilitas komputer di laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) SMK Sangkuriang 1 Cimahi. Dalam penelitian ini dilakukan pengecekan data dan informasi dengan sumber data, teknik dan waktu yang berbeda-beda.

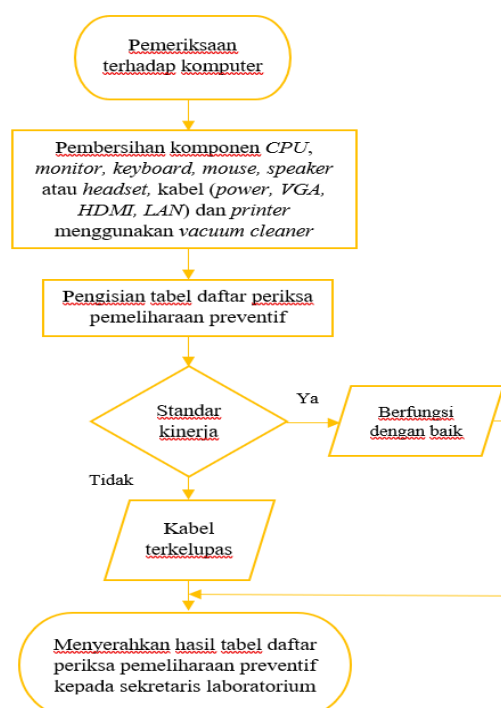
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Perencanaan Pemeliharaan Preventif

Tujuan Pemeliharaan Preventif Fasilitas Komputer di Laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) terdiri dari menjamin peralatan bekerja sesuai rencananya dan fungsinya, memaksimalkan efektivitas peralatan, memastikan bahwa peralatan tidak rusak selama jadwal belajar, memperpanjang umur ekonomis komputer, menetapkan pemeliharaan secara rutin terhadap komponen komputer.

Prosedur Pemeliharaan Preventif Fasilitas Komputer di Laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL)

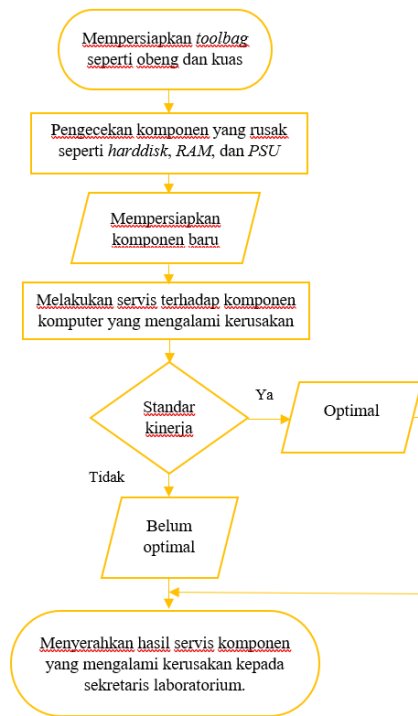
a. *Inspection* (Pemeriksaan)



Gambar 1. Flowchart Prosedur *Inspection* (Pemeriksaan)

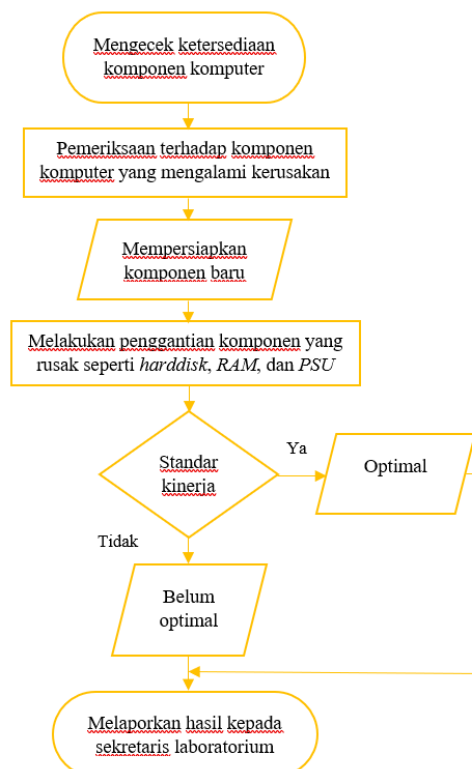
Sumber: SMK Sangkuriang 1 Cimahi, 2023

b. *Service* (Servis)



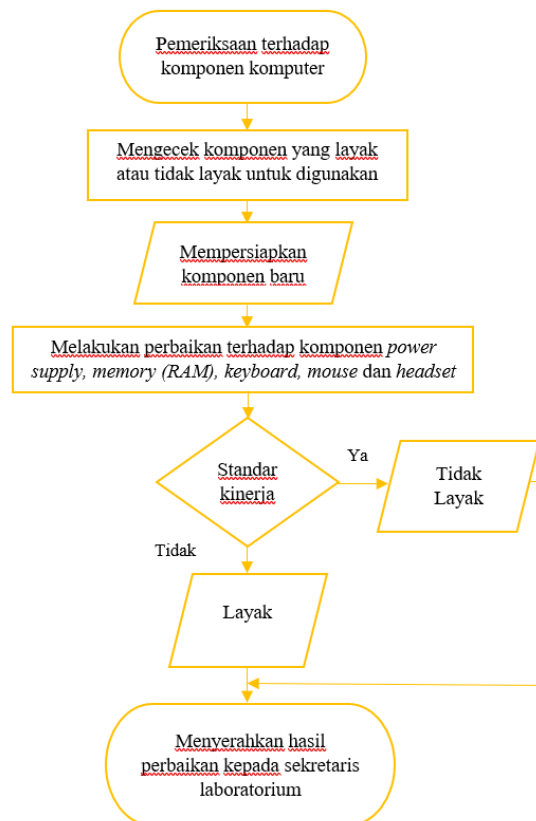
Gambar 2. Flowchart Prosedur Service (Servis)
Sumber: SMK Sangkuriang 1 Cimahi, diolah kembali 2023

c. *Replacement* (Penggantian komponen)



Gambar 3. Flowchart Prosedur Replacement (Penggantian komponen)
Sumber: SMK Sangkuriang 1 Cimahi, diolah kembali 2023

d. *Repairment* (Perbaikan)



Gambar 4. Flowchart Prosedur *Repairment* (Perbaikan)
Sumber: SMK Sangkuriang 1 Cimahi, diolah kembali 2023

Perencanaan Pemeliharaan Korektif

Tujuan Pemeliharaan Korektif Fasilitas Komputer Di Laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL)

- Meningkatkan *availability* (ketersediaan) fasilitas komputer di laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL). Menurut Muhammad et al., (2023) Efektivitas peralatan secara keseluruhan (OEE) merupakan suatu alat penting untuk mengukur produktivitas yang terdiri dari tiga faktor, yaitu tingkat ketersediaan (*availability rate*), tingkat kinerja (*performance rate*) dan tingkat kualitas (*quality rate*).
- Memperbaiki kerusakan-kerusakan yang terjadi pada fasilitas komputer di laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL). Seperti *power supply*, *memory (RAM)*, *keyboard*, *mouse*, dan *headset*.
- Sebagai tugas dan tanggung jawab dari laboran SMK Sangkuriang 1 Cimahi. Tugas utama laboran ialah memastikan agar komputer dapat beroperasi dengan baik tanpa adanya kerusakan.

Persiapan Kebutuhan Yang Diperlukan Untuk Pemeliharaan Korektif

Mempersiapkan peralatan yang diperlukan dalam melakukan pemeliharaan korektif. Dengan menyediakan *toolbag* untuk mendukung peralatan yang diperlukan dalam mengatasi komponen komputer yang mengalami kerusakan di laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL).

Faktor-Faktor Terjadinya Kerusakan Komponen Komputer

- a. Faktor-faktor kerusakan komponen komputer pada faktor manusia. Siswa mampu memahami dan mematuhi tata tertib Standar Operasional Prosedur (SOP) laboratorium. Hal ini dikarenakan kurangnya pengetahuan dalam mengoperasikan komputer.
- b. Faktor-faktor kerusakan komponen komputer pada faktor komputer. Memeriksa komputer mulai dari komponen *CPU* sampai *monitor*. Dikarenakan komponen komputer yang sering mengalami kerusakan disebabkan oleh debu, listrik tidak stabil, dan komponen komputer yang tidak berfungsi.

Pelaksanaan Pemeliharaan Fasilitas Komputer di Laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL)

Pelaksanaan Pemeliharaan Preventif

Pelaksanaan Tujuan Pemeliharaan Preventif Fasilitas Komputer di Laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL)

- a. Menjamin peralatan bekerja sesuai rencananya dan fungsinya. Dengan melakukan tindakan pencegahan seperti pemeliharaan harian sebelum komputer beroperasi. Pemeliharaan harian dilakukan dengan cara membersihkan komponen komputer dari debu, selanjutnya melakukan pemeriksaan secara visual terhadap komponen komputer.
- b. Memaksimalkan efektivitas peralatan. Dengan melakukan pemeliharaan preventif seperti memeriksa daftar komponen penyebab kerusakan komponen komputer agar terhindar dari *downtime* dan *breakdown*.
- c. Memastikan bahwa peralatan tidak rusak selama jadwal belajar. Dengan melakukan pemeliharaan terjadwal seperti daftar periksa pemeliharaan preventif komputer di laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL).
- d. Memperpanjang umur ekonomis komputer. Dengan melakukan pemeliharaan preventif terhadap kerusakan *hardware* seperti *memory (RAM)* tidak berfungsi dan *CPU* penuh debu.

Prosedur Pemeliharaan Preventif Fasilitas Komputer Di Laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL)

- a. *Inspection* (Pemeriksaan), melakukan pemeriksaan terhadap komponen *CPU* (*motherboard, processor, RAM, HDD/SSD, power supply, case, VGA, FAN*),

monitor, keyboard, mouse, speaker atau *headset*, kabel (*power, VGA, HDMI, LAN*) dan *printer*.

- b. *Service* (Servis), laboran melakukan servis terhadap komponen komputer yang mengalami kerusakan.
- c. *Replacement* (Penggantian komponen), dilaksanakan pada saat pemeriksaan ditemukan adanya kerusakan pada komputer.
- d. *Repairment* (Perbaikan), dilaksanakan terhadap komponen yang mengalami listrik tidak stabil seperti komponen *power supply*.

Pelaksanaan Pemeliharaan Korektif

Pelaksanaan Tujuan Pemeliharaan Korektif Fasilitas Komputer di Laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL)

- a. Meningkatkan *availability* (ketersediaan) fasilitas komputer di laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL). Berikut merupakan rumus untuk mencari *availability* sebagai berikut:

$$Availability = (Operation Time - Downtime) / (Loading Time) \times 100\%$$

Untuk menghitung persentase *availability*, peneliti memaparkan dalam perhitungan persentase *availability* ke dalam bentuk satu bulan kerja. Yaitu ketersediaan komputer dalam melakukan proses input atau output data, dengan perumusan sebagai berikut:

1 hari = 8 jam

1 minggu = 5 hari

1 bulan = 160 jam atau 9.600 menit komputer dioperasikan oleh siswa.

Berikut merupakan perhitungan *availability* dari fasilitas komputer di laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL):

Tabel 1. Daftar Kerusakan Fasilitas Komputer di Laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) SMK Sangkuriang 1 Cimahi

No	Bulan	Komponen Kerusakan	Operation Time (Menit)	Downtime (Menit)	Loading Time (Menit)	Availability
1	Juni	Power Supply, Memory (RAM), Keyboard	405	15	420	96,42%
2	Juli	Memory (RAM), Keyboard, Mouse	405	15	420	96,42%
3	Agustus	Keyboard, Mouse, Headset	415	5	420	98,80%
4	September	Keyboard, Mouse, Headset	415	5	420	98,80%

Analisis Pemeliharaan Fasilitas Komputer di Laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) SMK Sangkuriang 1 Cimahi

No	Bulan	Komponen Kerusakan	Operation Time (Menit)	Downtime (Menit)	Loading Time (Menit)	Availability
5	Oktober	Power Supply, Memory (RAM), Headset	405	15	420	96,42%
6	November	Power Supply, Keyboard, Mouse	410	10	420	97,61%

Sumber: SMK Sangkuriang 1 Cimahi, 2023

Berdasarkan data di atas, bahwa tingkat *availability* (ketersediaan) memiliki rata-rata nilai persentase di atas 90%. Artinya ketersediaan komponen komputer dalam melakukan proses input atau output data telah memenuhi standar global sebesar 90% untuk nilai *availability rate*.

- b. Memperbaiki kerusakan-kerusakan yang terjadi pada fasilitas komputer di laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL). Seperti *power supply*, *memory (RAM)*, *keyboard*, *mouse*, dan *headset*.
- c. Sebagai tugas dan tanggung jawab dari laboran SMK Sangkuriang 1 Cimahi. Melakukan perbaikan seperti mati listrik, komputer *restart* sendiri, *monitor black screen*, *power supply* kurang daya dan *memory (RAM)*.

Persiapan Kebutuhan Yang Diperlukan Untuk Pemeliharaan Korektif

Mempersiapkan peralatan yang diperlukan dalam melakukan pemeliharaan korektif.

Tabel 2. Daftar Deskripsi Peralatan laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) SMK Sangkuriang 1 Cimahi

No.	Peralatan	Kegunaan
1	Obeng Plus	Melepas atau mengencangkan sekrup dengan kepala berbentuk kembang atau plus.
2	Obeng Minus	Melepas atau mengencangkan sekrup dengan kepala berbentuk minus dan mencungkil sesuatu yang sulit dibuka, karena bentuk obengnya pipih.
3	Kuas	Membersihkan debu atau kotoran yang tertinggal dalam periferal. Periferal dapat meliputi <i>keyboard</i> , <i>mouse</i> , <i>monitor</i> , dan <i>printer</i> .
4	Baut	Menahan agar <i>motherboard</i> tidak lepas atau bergeser pada <i>casing</i> .
5	Gunting	Memotong bahan yang tipis, seperti kertas, kertas karton, kertas logam, tekstil, tali, dan kabel.

Sumber: SMK Sangkuriang 1 Cimahi, 2023

Faktor-Faktor Terjadinya Kerusakan Komponen Komputer

- a. Faktor-faktor kerusakan komponen komputer pada faktor manusia.
Siswa memperhatikan komponen hardware komputer. Untuk menghindari komputer restart sendiri yang disebabkan hardware panas atau *overheat*.
- b. Faktor-faktor kerusakan komponen komputer pada faktor komputer.
Seperti hardisk, RAM, PSU, dan monitor. Jika ada kerusakan dan tidak dilakukan penggantian komponen, maka dapat mengakibatkan kerusakan pada komputer.

Evaluasi Pemeliharaan Fasilitas Komputer di Laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) SMK Sangkuriang 1 Cimahi

Menurut Yektina & Nursikin (2023) Evaluasi merupakan suatu proses yang sistematis dan berkelanjutan untuk mengetahui kualitas tentang sesuatu baik dari nilai maupun arti, berdasarkan pertimbangan dan kriteria tertentu dalam rangka mengambil suatu keputusan.

Tabel 3. Perbandingan Analisis Pemeliharaan Preventif Dengan Pemeliharaan Korektif

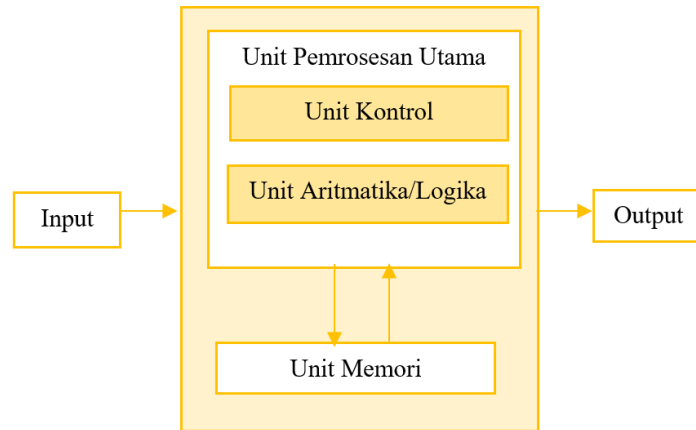
No.	Pemeliharaan Preventif	Pemeliharaan Korektif
1	Pemeliharaan preventif dilaksanakan secara terjadwal berupa pemeliharaan harian terhadap komputer, dilakukan sebelum dan sesudah pemakaian komputer.	Pemeliharaan korektif dilaksanakan secara tidak terjadwal, karena pemeliharaan ini dilakukan pada saat komputer mengalami kerusakan atau <i>downtime</i> .
2	Pemeliharaan preventif bertujuan untuk menghindari terjadinya kerusakan pada komputer yang dapat menghambat proses <i>input</i> atau <i>output</i> data.	Pemeliharaan korektif bertujuan untuk memperbaiki komputer dan mengembalikan fungsi komputer sesuai dengan kondisi awal.

Sumber: SMK Sangkuriang 1 Cimahi, 2023

Upaya Perbaikan Pemeliharaan Fasilitas Komputer di Laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL)

1. Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi
 - a. Pemilihan sistem terdiri dari sistem keselamatan pengguna komputer, sistem biaya pemeliharaan preventif, sistem biaya pemeliharaan korektif, sistem hardware dan software.
 - b. Pengumpulan informasi terdiri dari komponen komputer dan komponen perangkat lunak komputer, prosedur pemeliharaan preventif dan pemeliharaan korektif, lembar kerja daftar pemeriksaan preventif kerusakan komponen komputer, lembar kerja daftar kerusakan pemeliharaan korektif, dan data penyebab kerusakan komputer.
2. Definisi Batas Sistem

Jumlah komputer SMK Sangkuriang 1 Cimahi khususnya laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) memiliki 36 komputer dengan jumlah siswa yang belajar praktik di laboratorium sebanyak 36 orang. Jumlah kelas yang memakai laboratorium terdiri dari 4 kelas Mulai dari kelas 10 RPL 1-4 dan kelas 11 RPL 1-3. Belajar dimulai pada pukul 07.00-15.00 WIB.
3. Deskripsi Sistem dan Diagram Blok Fungsional (Functional Diagram Block)
 - a. Deskripsi sistem terdiri dari *input*, *Central Processing Unit (CPU)*, *Control Unit (CU)*, *Arithmetic Logical Unit (ALU)*, *Memory Unit*, dan *output*.
 - b. Diagram blok fungsional



Gambar 5. Diagram Blok Fungsional

Sumber: Konsep dasar teknologi informasi dan komunikasi, 2022

4. Penentuan Fungsi dan Kegagalan Fungsional

Seperti mati listrik, komputer *restart*, *monitor black screen*, *power supply* kurang daya: *memory (RAM)*.

5. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

FMEA dikenal dengan *Risk Priority Number (RPN)*. *RPN* merupakan hasil perhitungan dari keseriusan efek (*severity*), kemungkinan terjadinya kegagalan (*occurrence*), dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi (*detection*). Berikut merupakan rumus untuk mencari *Risk Priority Number (RPN)* sebagai berikut: $RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$

Berdasarkan penjelasan di atas, maka dapat disimpulkan *failure mode and effect analysis (FMEA)* terhadap laboratorium RPL diantaranya sebagai berikut:

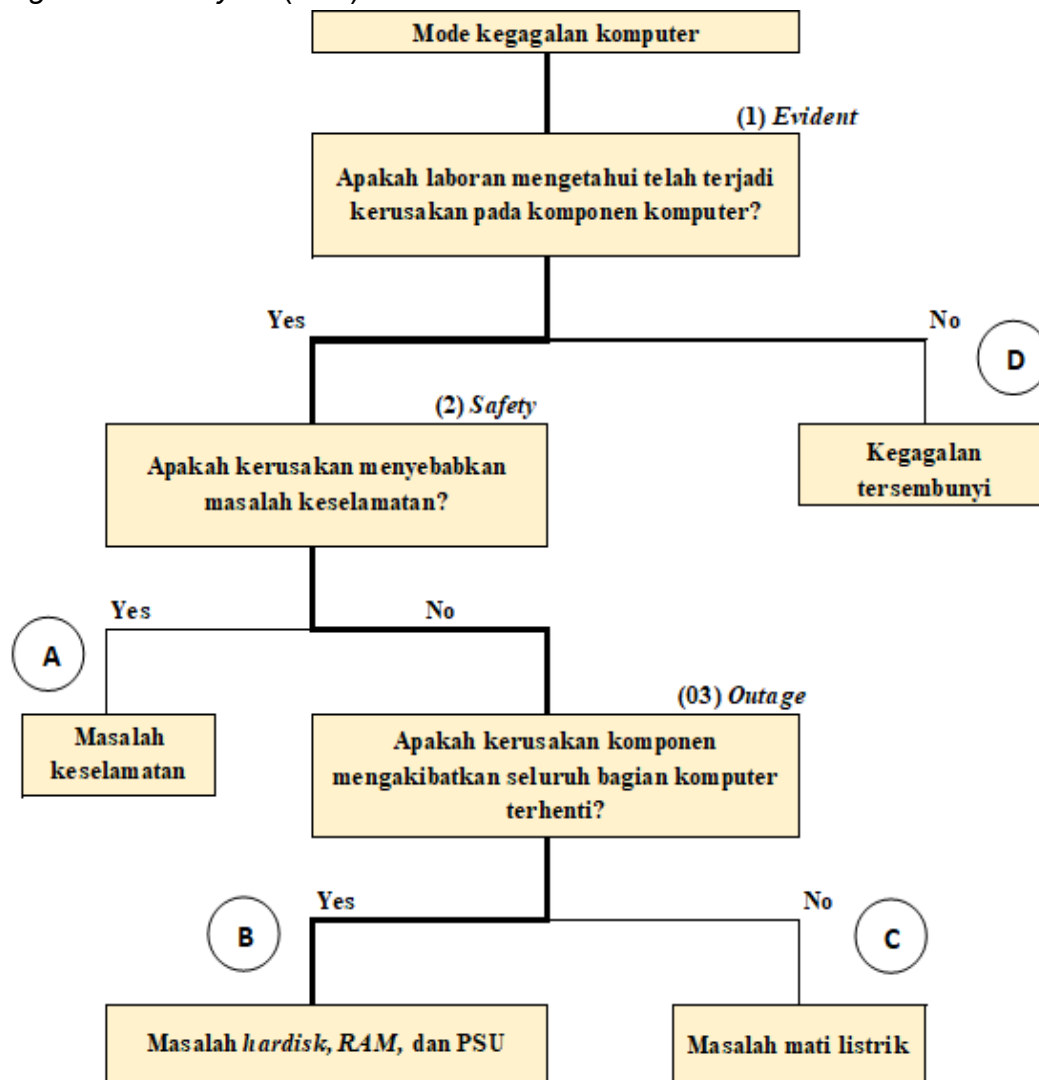
Tabel 4. Perhitungan Risk Priority Number (RPN)

No	Komponen	Failure Mode	Severity	Occurrence	Detection	Risk Priority Number
1	Mati listrik	Komputer tidak akan menyala apabila listrik mati.	5	4	1	20
2	Komputer <i>restart</i> sendiri	Disebabkan karena <i>hardware</i> panas atau <i>overheat</i> .	5	5	1	25
3	<i>Monitor black screen</i>	Karena masalah perangkat keras yang terhubung dengan layar.	6	5	2	60
4	<i>Power Supply</i> kurang daya	Komputer tiba-tiba mati sehingga tidak memberikan arus atau tegangan listrik.	5	5	2	50
5	<i>Memory (RAM)</i>	<i>RAM</i> tidak berfungsi dengan baik.	5	5	3	75

Sumber: SMK Sangkuriang 1 Cimahi, 2023

Berdasarkan data di atas, bahwa tingkat RPN pada komputer laboratorium RPL memiliki nilai RPN tertinggi sebesar 75 dengan komponen penyebab kegagalan memory (RAM). Dan memiliki nilai RPN terendah sebesar 20 dengan komponen penyebab kegagalan mati listrik.

6. Logic Tree Analysis (LTA)

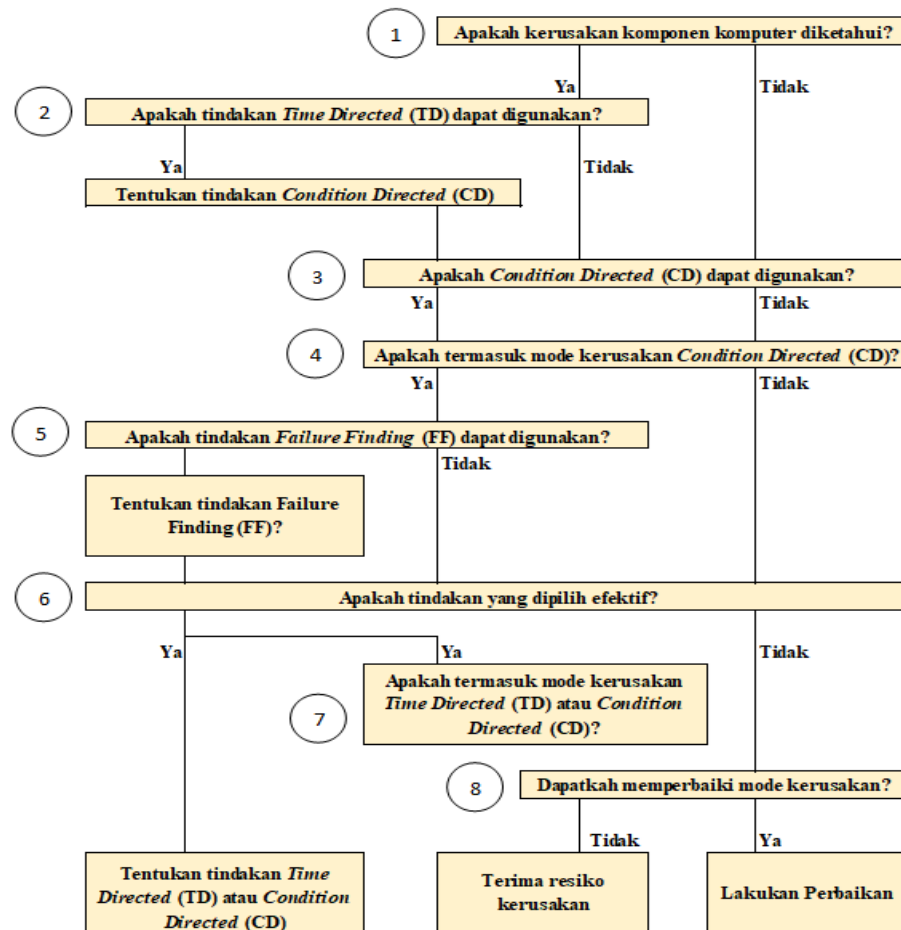


Gambar 6. Struktur Logic Tree Analysis komputer laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL)

Sumber: Konsep dasar teknologi informasi dan komunikasi, 2022

Berdasarkan data tersebut, bahwa Logic Tree Analysis (LTA) pada komputer di laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) termasuk ke dalam kategori kerusakan komponen jenis B atau outage problem.

7. Task Selection (Pemilihan kebijakan perawatan)



Gambar 7. Alur Task Selection (Pemilihan kebijakan perawatan)
Sumber: Konsep dasar teknologi informasi dan komunikasi, 2022

Berdasarkan gambar diatas, maka tindakan dalam pemeliharaan fasilitas di laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) adalah *Time Directed (TD)* dan *Condition Directed (CD)*.

V. SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian mengenai analisis pemeliharaan fasilitas komputer di laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) SMK Sangkuriang 1 Cimahi, maka peneliti menarik kesimpulan bahwa perencanaan pemeliharaan preventif memiliki tujuan pemeliharaan yaitu menetapkan tindakan pencegahan yang bertujuan untuk mengurangi atau menghindari kerusakan dengan memeriksa keadaan komputer, mengukur produktivitas komponen komputer penyebab kerusakan seperti (*power supply, memory (RAM), keyboard, mouse, dan headset*), pemeriksaan terhadap komponen (*CPU, monitor, keyboard, mouse speaker/headset, kabel (power, VGA, HDMI, LAN) dan printer*), dan menetapkan pemeliharaan secara rutin terhadap komponen komputer.

Selanjutnya perencanaan pemeliharaan preventif memiliki prosedur pemeliharaan yaitu pemeriksaan dan pembersihan komponen komputer untuk mengetahui kondisi komputer yang mengalami kerusakan, servis terhadap kondisi komputer untuk menjaga komponen komputer dalam keadaan baik dan bersih dari debu, penggantian komponen terhadap komputer yang mengalami kerusakan, dengan mengganti komponen yang baru, dan perbaikan terhadap komponen komputer dan mengecek komponen tersebut layak atau tidak layak digunakan.

Sedangkan perencanaan pemeliharaan korektif memiliki tujuan pemeliharaan yang pertama yaitu meningkatkan *availability* (ketersediaan) serta menetapkan waktu operasi, waktu henti, dan waktu pemuatan. Dengan menentukan akar permasalahan yang mengakibatkan terjadinya kerusakan pada komponen komputer. Diawali dengan mengetahui komponen komputer yang mengalami kerusakan. Seperti *power supply*, *memory (RAM)*, *keyboard*, *mouse*, dan *headset*. Memeriksa komputer agar beroperasi dengan baik pada saat komputer digunakan. Kedua, persiapan kebutuhan yang diperlukan untuk pemeliharaan korektif ialah menyediakan *toolbag* untuk mendukung peralatan yang diperlukan dalam mengatasi komponen komputer yang mengalami kerusakan. Ketiga, faktor-faktor terjadinya kerusakan komponen komputer pada faktor manusia yaitu siswa mampu memahami dan mematuhi tata tertib Standar Operasional Prosedur (SOP) laboratorium dan pada faktor komputer yaitu memeriksa komputer mulai dari komponen *CPU* sampai monitor.

Pada penelitian ini evaluasi pemeliharaan fasilitas komputer di laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) terdiri dari faktor manusia (siswa) dan faktor komputer (mesin). Faktor manusia (siswa) dengan dilakukan tindakan koreksi memberikan nomor absen siswa pada setiap komputer. Agar komputer dapat digunakan dengan orang yang sama. Selanjutnya faktor mesin (komputer) dengan tindakan koreksi melakukan perbaikan pemeliharaan preventif dan korektif terhadap *hardisk*, *RAM*, *PSU*, dan *monitor*. Sehingga hasil perbandingan analisis pemeliharaan preventif dan analisis pemeliharaan korektif di laboratorium RPL menunjukkan apabila pemeliharaan preventif tidak dilaksanakan sesuai jadwal, maka kerusakan yang terjadi dalam pemeliharaan korektif tidak dapat dideteksi.

Upaya perbaikan pemeliharaan fasilitas komputer di laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) yang pertama yaitu pemilihan sistem dan pengumpulan informasi terdiri dari sistem keselamatan pengguna komputer, biaya pemeliharaan preventif dan korektif, jaringan *hardware* dan *software*, komponen komputer dan komponen perangkat lunak komputer, serta prosedur pemeliharaan preventif dan pemeliharaan korektif. Kedua, definisi batas sistem terdiri dari jumlah komputer 36 PC dan jumlah 36 orang. Jumlah kelas yang memakai laboratorium 4 kelas dan dimulai pukul 07.00-15.00 WIB. Ketiga, deskripsi sistem dan diagram blok fungsional membuat diagram blok komputer, untuk menginformasikan alur proses kerja komputer. Serta mengenal komponen-komponen pada CPU. Serta membuat diagram blok fungsional terdiri dari *input*, *Central*

Processing Unit, Control Unit (CU), Arithmetic Logical Unit (ALU), Memory Unit, dan Output. Keempat, penentuan fungsi dan kegagalan fungsional dengan menentukan beberapa penyebab kegagalan (*Failure Mode*) seperti mati listrik, komputer *restart* sendiri, *monitor black screen*, *power supply* kurang daya, *memory (RAM)* tidak berfungsi. Kelima, *failure mode and effect analysis (fmea)* memiliki tingkat RPN tertinggi sebesar 75 dengan komponen penyebab kegagalan yaitu *memory (RAM)*. Dan memiliki nilai terendah sebesar 20 dengan komponen penyebab kegagalan yaitu mati listrik. Keenam, *Logic Tree Analysis (LTA)* dengan menggunakan tiga pertanyaan seperti *evident, safety* dan *outage*. Dan ketentuan kategori A, B, C, dan D. Menunjukkan hasil bahwa komputer di laboratorium RPL termasuk ke dalam kategori kerusakan komponen jenis B atau *outage problem*. Ketujuh, *task selection* (pemilihan kebijakan perawatan) terdiri dari *Time Directed (TD)* ialah tindakan yang bertujuan melakukan pencegahan langsung terhadap sumber kerusakan komponen. Sedangkan *Condition Directed (CD)* adalah tindakan yang bertujuan untuk mendeteksi kerusakan komponen komputer.

Saran

Adapun saran yang diberikan peneliti terhadap pelaksanaan pemeliharaan fasilitas komputer di laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) ialah sebagai berikut:

1. Sebaiknya siswa pada saat memasuki ruang laboratorium diberikan nomor absen disetiap komputer. Sehingga komputer dapat digunakan dengan orang yang sama.
2. Bagi seluruh siswa sebaiknya mematuhi semua tata tertib yang telah ada. Hal ini bertujuan untuk menjaga keselamatan dan keamanan belajar praktik di laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL).
3. Kepada laboran diharapkan tetap melakukan pemeliharaan preventif dan korektif terhadap komponen *hardisk, RAM, PSU, dan monitor*.
4. Laboran diharapkan pada saat melakukan prosedur pemeliharaan preventif seperti servis dan penggantian komponen, alat pembersih *CPU* yaitu vakum atau kuas dalam keadaan bersih dan tidak rusak.
5. Pihak sekolah seperti pengadaan sarana dan prasarana dapat menyediakan kebutuhan komponen komputer untuk keberlangsungan tugas pegawai teknisi laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL).
6. Diharapkan kepada laboran atau pegawai teknisi laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) dapat mengoptimalkan kegiatan pencatatan terhadap komponen komputer yang mengalami kerusakan.
7. Sebaiknya pada saat proses belajar di laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) sedang berlangsung, laboran maupun pegawai teknisi dapat memperhatikan kondisi listrik.
8. Pihak sekolah dapat menyediakan genset untuk keberlangsungan belajar praktik siswa, apabila terdapat pemadaman listrik di area sekolah.

9. Perlu meningkatkan pengawasan seperti memasang CCTV untuk memantau aktivitas siswa belajar praktik di laboratorium serta memantau keamanan fasilitas di laboratorium RPL.
10. Diharapkan pihak sekolah atau pegawai teknisi laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) dapat menerapkan diagram fishbone agar memudahkan dalam mengidentifikasi penyebab kerusakan komponen komputer. Berikut ini merupakan contoh diagram fishbone yang dibuat oleh peneliti, dalam menganalisis pemeliharaan fasilitas komputer di laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak (RPL).

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, M. F. A. (2022). The Influence of Inter-Organizational System Use and Supply Chain Capabilities on Supply Chain Performance. *South Asian Journal of Operations and Logistics*, June, 20–38.
<https://doi.org/10.57044/sajol.2022.1.1.2203>
- Febriyan, R. (2023). Pemeliharaan Pada Mesin Moulding Unimat 22 A Di PT . Sejin Lestari Furniture. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika (JTMEI)* 2(1).
- Hasibuan, L., Elindra, R., & Harahap, S. D. (2022). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Di Tinjau Dari Minat Belajar Matematika Siswa Selama Pandemi. *JURNAL MathEdu (Mathematic Education Journal)* 5(1), 48–52.
<http://journal.ipts.ac.id/index.php/MathEdu/article/view/2737>
- Kandi, V. (2022). Research process, study variable , statistical validations, and sampling methods in public health related research : An update. *American Journal of Biomedical Research*, 10(1), 1–8.
<https://doi.org/10.12691/ajbr-10-1-1>
- Kassaw, C., & Pandey, D. (2022). COVID-19 Pandemic Related to Anxiety Disorder Among Communities Using Public Transport at Addis Ababa, Ethiopia, March 2020: Cross-sectional Study Design. *Journal Human Arenas*, 5(2), 312–321.
<https://doi.org/10.1007/s42087-020-00166-y>
- Misbahuddin, M., Heikal, M., & Bachri, N. (2021). Pengaruh Kepuasan Kerja Dan Kompensasi Terhadap Organizational Citizenship Behavior Dengan Komitmen Organisasi Sebagai Variabel Intervening Pada Kantor Kecamatan Di Wilayah Barat Kabupaten Aceh Utara. *J-MIND (Jurnal Manajemen Indonesia)*, 6(2), 1.
<https://doi.org/10.29103/j-mind.v6i2.5136>
- Muhammad, K., Fatah, A., Yunus, M., Prasetyo, I (2023). Analisis Kerusakan Mesin Molen Genteng Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Damage Analysis of a Tile Molen Machine Using the Overall Equipment Effectiveness (OEE) Method Availability Rate merupakan gambaran dari suatu rasio peman. *JUSTIMES (Jurnal Rekayasa Teknik Mesin Saburai)*. 01(01), 1–11.
- Nurdin, F. F. (2023). Call for papers dan Seminar Nasional Sains dan Teknologi Ke-2 2023 Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa. *Journal Prosiding SAINTEK: Sains dan Teknologi*. 2(1), 388.
- Paundra, F., Bahtiar, Y., & Elmiawan, P. (2023). Metode Perawatan Dan Perbaikan Mesin Creeper Di Pabrik Pengolah Karet PT. Perkebunan Nusantara VII Unit Rejosari. *Perwira Journal of Sains & Engineering (PJSE)*. 3(1), 11–14.

- Pratama Putra, G. M., & Irawan, A. (2020). Analisis Pemeliharaan Preventif Ac Package Pada Gerbong Kereta Penumpang K1 Di Depo 2 Gerbong Kereta Bandung. *GEMA: Jurnal Gentiaras Manajemen Dan Akuntansi*, 12(1), 48–59. <https://doi.org/10.47768/gema.v12i1.204>
- Purwanto, N. (2019). Variabel Dalam Penelitian Pendidikan. *Jurnal Teknodik*, 6115, 196–215. <https://doi.org/10.32550/teknodik.v0i0.554>
- Putra, B., & Andreas, L. O. (2022). Evaluasi Sarana Dan Prasarana Ruang Praktik Program Keahlian Dpib Di Smk Negeri 5 Padang. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development* 409–424. <https://jurnal.ranahresearch.com/index.php/R2J/article/download/622/574>
- Putra F, Maniyani A, & Iklimaturriza M. (2021). Jurnal Teknik Industri. *Jurnal Teknik Industri*, 2(1), 51–57.
- Sartika, D., Asngadi, A., & Syamsuddin, S. (2020). Analisis Pemeliharaan Mesin Cco (Crude Coconut Oil) Studi Kasus Pada Pt. Spo Agro Resources. *Jurnal Ilmu Manajemen Universitas Tadulako (JIMUT)*, 6(1), 10–19. <https://doi.org/10.22487/jimut.v6i1.167>
- Siregar, C., Kindangen, P., & Palandeng, I. D. (2022). Evaluasi Pemeliharaan Mesin Dan Peralatan Produksi Pt . Multi Nabati Sulawesi (Mns) Kota Bitung Evaluation Of Maintenance On Production Machinery And Equipment At Pt . Multi Nabati Sulawesi Bitung City. *Jurnal Emba Vol . 10 No . 3 Juli 2022 , Hal . 428 -. 10(3)*, 428–435.
- Stratton, S. J. (2021). Population Research: Convenience Sampling Strategies. *Journal Prehospital and Disaster Medicine*, 36(4), 373–374. <https://doi.org/10.1017/S1049023X21000649>
- Syaputra, A. (2020). Pelatihan Maintenance Komputer Pada Himpunan Mahasiswa Teknik Informatika Kota Pagar Alam. *Jurnal Ngabdimas*, 3(2), 75–81. <https://doi.org/10.36050/ngabdimas.v3i2.274>
- Takdir, I., Ismail, A., Fitrianingi, J., & Suhardianto. (2022). Dampak Media Online Dalam Meningkatkan Pembelajaran Pendidikan Jasmani Pada Masa Pandemi Covid-19 MTS Muhammadiyah Takwa. *Jurnal Edulec : Education, Language and Culture Journal*, 2(1), 39–54. <https://jurnal-eureka.com/index.php/edulecj/article/view/29>
- Utama, D. W. (2022). Perancangan Preventive Maintenance Mesin Screw Press dengan Metode Reliability Centered Maintenance. *Industrial Engineering System and Management Journal*, 3(1), 92–101. <https://www.doi.org/10.22303/iesm.3.1.2022.92-101>
- Zein, I., Mulyati, D., & Saputra, I. (2019). Perencanaan Perawatan Mesin Kompresor Pada PT . Es Muda Perkasa Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM). *Journal Serambi Engineering*. IV(1), 383–391.
- Zhao, J., Gao, C., & Tang, T. (2022). A Review of Sustainable Maintenance Strategies for Single Component and Multicomponent Equipment. *Sustainability (Switzerland)*, 14(5), 1–22. <https://doi.org/10.3390/su14052992>