

ARJKA

Media Ilmuan dan Praktisi Teknik Industri

Vol. 16, Nomor 2

Agustus 2022

DESAIN PROTOTYPE SYSTEM KONTROL POMPA AIR ARDUINO SEBAGAI MODUL PRAKTIKUM MAHASISWA PADA LABORATORIUM MEKANIKA FLUIDA DAN MESIN FLUIDA

Franky Tanahitumessing

ANALISIS SERVICE QUALITY INDUSTRI JASA OTOMOTIF PADA MASA PANDEMI COVID – 19

*Muhammad Farid
Wabdillah
Jumadin*

PENERAPAN LEAN AND GREEN VALUE STREAM MAPPING UNTUK MENGIDENTIFIKASI WASTE DAN DAMPAK LINGKUNGAN PADA INDUSTRI MANUFAKTUR

*Andi Nurwahidah
Mulyadi
Nilda*

PENGEMBANGAN STRATEGI MITIGASI RISIKO RANTAI PASOK PRODUK AVTUR (STUDI KASUS: PT MIGAS XYZ)

*Fandy Achmad Sitaba
Anggriani Profita
H. Dharma Widada*

ANALISIS PENGARUH BEBAN KERJA FISIK DAN MENTAL TERHADAP PRODUKTIVITAS KARYAWAN PT. SLJ GLOBAL TBK SAMARINDA

*Oey Cynthia Tri Hartati
Lina D. Fathimahhayati
Suwardi Gunawan*

ANALISIS PENGARUH KUALITAS SISTEM ONLINE SINGLE SUBMISSION (OSS) DAN KEPUASAN KERJA TERHADAP KINERJA PEGAWAI

*Kasriah
Anggriani Profita
Dharma Widada*

ANALISIS PEMILIHAN SUPPLIER IKAN ASAP MENGGUNAKAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS

*Dian Pratiwi Sahar
Ariviana L. Kakerissa
Siti Aminah A. Huat*

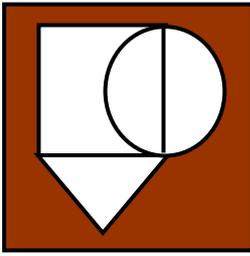
ANALISIS PENYEBAB KERUSAKAN TRANSFORMATOR MENGGUNAKAN METODE RCA (FISHBONE DIAGRAM AND 5-WHY ANALYSIS) DI PT. PLN (PERSERO) KANTOR PELAYANAN KIANDARAT

Richard A. de Fretes

J
U
R
N
A
L

T
E
K
N
I
K

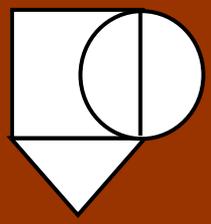
I
N
D
U
S
T
R
I



ARJKA

Media Ilmuan dan Praktisi Teknik Industri

- Penanggung Jawab : Dr. Ir. W. R. Hetharia, M.App.Sc.
(Dekan Fakultas Teknik Universitas Pattimura)
- Ketua Dewan Penyunting : Alfredo Tutuhatunewa, ST., MT., IPM.
Scopus ID: [57211693005](#), SINTA ID: [6166538](#)
- Anggota Dewan Penyunting : Nil Edwin Maitimu, ST., MT., IPM.
SINTA ID: [6760169](#)
Aminah Soleman, ST., MT., IPM.
SINTA ID: [6198344](#)
Daniel Bunga Paillin, ST., MT., IPM.
SINTA ID: [6019888](#)
Wilma Latuny, ST., M.Phil., PhD.
Scopus ID: [57189327163](#); SINTA ID: [6008751](#)
Hanok Mandaku, ST., MT., IPM.
SINTA ID: [6740411](#)
- Staf IT dan Administrasi : Richard A. de Fretes, ST., MT., IPM.
SINTA ID: [6712067](#)
M. Thezar Afifudin, ST., MT.
SINTA ID: [6678497](#)
- Alamat Redaksi : Ruang Program Studi Teknik Industri
Lantai 1, Gedung A Fakultas Teknik Universitas Pattimura
Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka - Ambon, 97233.
- Diterbitkan oleh : Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas
Pattimura



ARJKA

Media Ilmuan dan Praktisi Teknik Industri

J
U
R
N
A
L

T
E
K
N
I
K

I
N
D
U
S
T
R
I

Vol. 16, Nomor 2

Agustus 2022

DESAIN PROTOTYPE SYSTEM KONTROL POMPA AIR ARDUINO SEBAGAI MODUL PRAKTIKUM MAHASISWA PADA LABORATORIUM MEKANIKA FLUIDA DAN MESIN FLUIDA

Franky Tanahitumessing

ANALISIS SERVICE QUALITY INDUSTRI JASA OTOMOTIF PADA MASA PANDEMI COVID – 19

*Muhammad Farid
Wabdillah
Jumadin*

PENERAPAN LEAN AND GREEN VALUE STREAM MAPPING UNTUK MENGIDENTIFIKASI WASTE DAN DAMPAK LINGKUNGAN PADA INDUSTRI MANUFAKTUR

*Andi Nurwahidah
Mulyadi
Nilda*

PENGEMBANGAN STRATEGI MITIGASI RISIKO RANTAI PASOK PRODUK AVTUR (STUDI KASUS: PT MIGAS XYZ)

*Fandy Achmad Sitaba
Anggriani Profita
H. Dharma Widada*

ANALISIS PENGARUH BEBAN KERJA FISIK DAN MENTAL TERHADAP PRODUKTIVITAS KARYAWAN PT. SLJ GLOBAL TBK SAMARINDA

*Oey Cynthia Tri Hartati
Lina D. Fathimahhayati
Suwardi Gunawan*

ANALISIS PENGARUH KUALITAS SISTEM ONLINE SINGLE SUBMISSION (OSS) DAN KEPUASAN KERJA TERHADAP KINERJA PEGAWAI

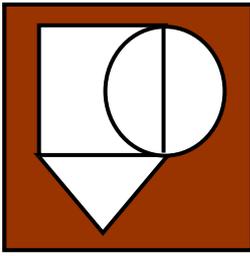
*Kasriah
Anggriani Profita
Dharma Widada*

ANALISIS PEMILIHAN SUPPLIER IKAN ASAP MENGGUNAKAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS

*Dian Pratiwi Sahar
Ariviana L. Kakerissa
Siti Aminah A. Huat*

ANALISIS PENYEBAB KERUSAKAN TRANSFORMATOR MENGGUNAKAN METODE RCA (FISHBONE DIAGRAM AND 5-WHY ANALYSIS) DI PT. PLN (PERSERO) KANTOR PELAYANAN KIANDARAT

Richard A. de Fretes



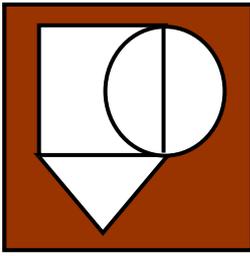
ARJKA

Media Ilmuan dan Praktisi Teknik Industri

Vol. 16, Nomor 2

Agustus 2022

- DESAIN PROTOTYPE SYSTEM KONTROL POMPA AIR ARDUINO SEBAGAI MODUL PRAKTIKUM MAHASISWA PADA LABORATORIUM MEKANIKA FLUIDA DAN MESIN FLUIDA** 45-52
Franky Tanahitumessing
- ANALISIS SERVICE QUALITY INDUSTRI JASA OTOMOTIF PADA MASA PANDEMI COVID – 19** 53-63
*Muhammad Farid
Wabdillah
Jumadin*
- PENERAPAN LEAN AND GREEN VALUE STREAM MAPPING UNTUK MENGIDENTIFIKASI WASTE DAN DAMPAK LINGKUNGAN PADA INDUSTRI MANUFAKTUR** 64-71
*Andi Nurwahidah
Mulyadi
Nilda*
- PENGEMBANGAN STRATEGI MITIGASI RISIKO RANTAI PASOK PRODUK AVTUR (STUDI KASUS: PT MIGAS XYZ)** 72-82
*Fandy Achmad Sitaba
Anggriani Profita
H. Dharma Widada*
- ANALISIS PENGARUH BEBAN KERJA FISIK DAN MENTAL TERHADAP PRODUKTIVITAS KARYAWAN PT. SLJ GLOBAL TBK SAMARINDA** 83-96
*Oey Cynthia Tri Hartati
Lina D. Fathimahhayati
Suwardi Gunawan*
- ANALISIS PENGARUH KUALITAS SISTEM ONLINE SINGLE SUBMISSION (OSS) DAN KEPUASAN KERJA TERHADAP KINERJA PEGAWAI** 97-110
*Kasriah
Anggriani Profita
Dharma Widada*
- ANALISIS PEMILIHAN SUPPLIER IKAN ASAP MENGGUNAKAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS** 111-116
*Dian Pratiwi Sahar
Ariviana L. Kakerissa
Siti Aminah A. Huat*
- ANALISIS PENYEBAB KERUSAKAN TRANSFORMATOR MENGGUNAKAN METODE RCA (FISHBONE DIAGRAM AND 5-WHY ANALYSIS) DI PT. PLN (PERSERO) KANTOR PELAYANAN KIANDARAT** 117-124
Richard A. de Fretes



ARJKA

Media Ilmuan dan Praktisi Teknik Industri

Vol. 16, Nomor 2

Agustus 2022

REVIEWER

Wulfilla M. Rumaherang, ST., MSc., Ph.D. (Universitas Pattimura, Ambon)

Prof. Ir. Moses L. Singgih, MSc., Ph.D. (ITS, Surabaya)

Dr. Sapta Asmal, ST., MT. (Universitas Hasanuddin, Makasar)

Mohammad Adam Jerusalem, Ph.D. (Universitas Negeri Yogyakarta)

Sugiono, ST., MT., Ph.D. (Universitas Brawijaya, Malang)

Victor Lawalata, ST., MT. (Universitas Pattimura, Ambon)

Meidy Kempa, ST., MT. (Universitas Pattimura, Ambon)

Billy J. Camerling, ST., MT. (Universitas Pattimura, Ambon)

DESAIN PROTOTYPE SYSTEM KONTROL POMPA AIR ARDUINO SEBAGAI MODUL PRAKTIKUM MAHASISWA PADA LABORATORIUM MEKANIKA FLUIDA DAN MESIN FLUIDA

Franky Tanahitumessing

Lab. Mekanika Fluida dan Mesin Fluida Fakultas Teknik Universitas Pattimura, Ambon, Maluku

E-mail : aldi01dell@gmail.com

ABSTRAK

Praktikum sebagai bentuk pembelajaran secara langsung merupakan hal mutlak bagi mahasiswa Fakultas Teknik. Melalui praktikum, mahasiswa dapat mengenal lebih dekat dan mengaplikasikan teori yang telah diperoleh. Prototype sistem kontrol pompa air sebagai modul praktikum sangat diperlukan untuk memperkenalkan secara langsung bagaimana sistem kontrol pompa air kepada mahasiswa. Sistem kontrol menggunakan Arduino Uno belum banyak dijumpai di masyarakat. Sistem kontrol ini juga menggunakan sistem sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketinggian air dalam tangki penampung. Melalui desain prototype ini diharapkan mahasiswa dapat lebih memahami dan mampu mengaplikasikannya di tengah masyarakat.

Kata kunci : *prototype, sistem kontrol pompa air, Arduino Uno, sensor Ultrasonik.*

ABSTRACT

Practicum as a form of direct learning is an absolute must for students of the Faculty of Engineering. Through practicum, students can get to know more closely and apply the theory that has been obtained. Prototype water pump control system as a practicum module is very necessary to introduce directly how the water pump control system to students. Control systems using Arduino Uno have not been found in many communities. This control system also uses an ultrasonic sensor system to detect the water level in the holding tank. Through this prototype design, it is hoped that students can better understand and be able to apply it in the community.

Keywords: *prototype, water pump control system, Arduino Uno, ultrasonic sensor.*

1. PENDAHULUAN

Dalam proses pembelajaran, komponen yang sangat penting adalah media pembelajaran. Penggunaan media dalam proses pembelajaran dapat membantu peserta didik dalam memahami suatu materi yang bersifat abstrak menjadi lebih konkrit. Sehingga media sangat penting dan perlu suatu usaha pengembangan media. Pengembangan dimaksud dapat berupa foto, trainer, modul, benda sesungguhnya dan video. (Anshori Lutfi, 2015)

Pembelajaran mata kuliah Mesin Fluida pada Fakultas Teknik terdiri dari pemaparan teori yang diterima dalam ruang kelas, dan praktikum yang dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Fluida Dan Mesin Fluida. Salah satu jenis praktikum pada Laboratorium Mekanika Fluida Dan Mesin Fluida adalah instalasi pompa air. Dalam melaksanakan praktikum, mahasiswa diberi penjelasan tentang bagaimana merakit sebuah instalasi pompa air lengkap dengan instalasi pipa menuju ke tangki penampung.

Namun praktikum dimaksud hanyalah merakit instalasi pompa sederhana tanpa ada suatu sistem kontrol yang baik, untuk mengontrol kerja pompa air. Sistem kontrol dimaksud adalah suatu sistem yang mampu mengontrol kerja pompa air sehingga dapat beroperasi tanpa ada pengawasan dari seorang petugas atau operator.

Sistem yang telah familiar adalah menggunakan pelampung yang menggunakan sebuah sistem mekanis sederhana dengan sebuah saklar (*limit switch*) dengan tali untuk mengikat pelampung. Sistem pelampung ini mempunyai keuntungan yakni sederhana dan mudah dalam pemasangan serta pengoperasiannya. Namun ada pula kerugiannya yakni saklar lebih cepat rusak karena ditempatkan pada bagian atas penutup tangki, dan juga tali yang digunakan akan lapuk karena terendam air. (Mustofa, 2013)

Sistem kendali otomatis mempunyai peranan yang sangat penting dalam perkembangan teknologi khususnya pada dunia industri modern. Dengan menggunakan sistem kendali otomatis akan memberikan kemudahan dalam mendapatkan kualitas, menurunkan biaya produksi, meningkatkan laju produksi serta menggantikan pekerjaan yang biasa harus dilakukan oleh manusia yang bersifat rutindan membosankan. (Pratiwy, 2021)

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dibuat prototype sistem control pompa air otomatis dengan menggunakan Arduino Board dan Sensor Ultrasonik untuk mendeteksi level permukaan air dalam tangki sebagai modul praktikum mahasiswa.

Prototype sebagai media pembelajaran yang digunakan dalam praktikum berfungsi untuk lebih memperkenalkan peralatan yang akan dipelajari sehingga lebih dipahami oleh mahasiswa. (Rumanta et al., 2016). Tujuan pembuatan prototype ini adalah untuk memberikan tambahan pengetahuan dan menjelaskan kepada mahasiswa tentang sistem kontrol pompa air. Namun yang lebih utama adalah untuk menunjukkan bahwa dengan menggunakan sebuah sistem kontrol dapat meningkatkan kinerja pompa menjadi lebih efisien dan efektif.

2. BAHAN DAN METODE

Dalam mendesain prototype sistem kontrol ini diperlukan beberapa komponen yang secara singkat dapat diuraikan secara teoritis sebagai pengenalan tentang apa dan bagaimana komponen tersebut.

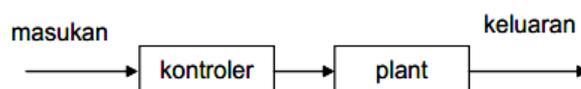
a. Sistem Kontrol

Rekayasa kontrol motor listrik sangatlah luas, mencakup hampir semua cabang ilmu pengetahuan dan memanfaatkan berbagai sumber energi seperti mekanis, elektrik/elektronik, hidrolis dan pneumatik. Sistem kontrol juga telah dibuat untuk berbagai aplikasi seperti tegangan, daya, temperatur, tingkatan, aliran, tekanan, kecepatan dan sebagainya. Namun, pada dasarnya prinsip sistem kontrol adalah sama tanpa tergantung dari energi yang dipakai maupun objek yang dikontrol.

Sistem kontrol dapat dikelompokkan menjadi dua yakni sistem kontrol loop terbuka, dan loop tertutup. (Pratama, 2020)

➤ Sistem Kontrol Loop Terbuka

Sistem kontrol loop terbuka merupakan sistem kontrol paling sederhana, murah dan sesuai untuk berbagai pemakaian. Pada sistem ini, keluaran atau output tidak dapat digunakan sebagai umpan balik untuk perbandingan dengan masukan atau input. Sistem kontrol loop terbuka, dapat dilihat pada gambar diagram blok di bawah ini.

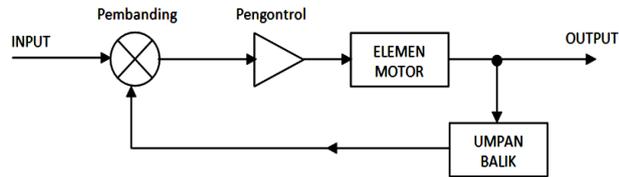


Gambar 1. Sistem kontrol loop terbuka.

➤ Sistem Kontrol Loop Tertutup

Sistem ini sering disebut sebagai sistem kontrol umpan balik. Pada sistem ini sinyal output

dapat dijadikan umpan balik sebagai pembanding input sehingga hasil akhir akan menjadi semakin baik. Dengan sistem kontrol loop tertutup, maka tugas operator yang berfungsi sebagai umpan balik dapat digantikan dengan peralatan umpan balik seperti sensor.



Gambar 2. Sistem kontrol loop terbuka.

b. Arduino

Arduino merupakan rangkaian elektronik yang bersifat *open source*, dan memiliki perangkat keras dan lunak yang mudah untuk digunakan. Arduino mempunyai banyak jenis, diantaranya Arduino Uno, Arduino Mega 2560 dan lainnya. (Khair S, 2020)

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega 328, memiliki 14 pin digital (input/output pin), dimana 6 pin dapat digunakan sebagai pin *PMW* dan 6 pin analog. (Keifer, 1967)



Gambar 3. Arduino Uno

Tabel 1. Spesifikasi Arduino Uno (Keifer, 1967)

Mikrokontroler	ATMega 328
Tegangan Pengoperasian	5 V
Tegangan Input yg disarankan	7 – 12 V
Batas Tegangan Input	6 – 20 V
Jumlah pin I/O digital	14 pin digital (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah pin input analog	6 pin
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3,3 V	50 mA
Memori Flash	32 kb (ATMega 328) sekitar 0,5 kb digunakan oleh bootloader
SRAM	2 kb (ATMega 328)
EPROM	1 kb (ATMega 328)
Clock Speed	16 MHz

c. Sensor Level Air (Water Level Sensor)

Sensor level air adalah alat yang berfungsi untuk mendeteksi tingginya air didalam tangki. Sensor ultrasonik tipe HC-SR04 merupakan salah satu sensor yang dapat digunakan untuk mendeteksi level air dalam tangki. Sensor ini adalah sensor ultrasonik siap pakai, dan berfungsi sebagai pengirim, penerima dan pengontrol gelombang ultrasonik. Rentang jarak yang dapat diukur adalah 2 cm – 400 cm. (Amin, 2018)



Gambar 4. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Secara singkat, cara kerja sensor ultrasonik ini adalah sebagai berikut :(Amin, 2018)

- 1) Sensor ultrasonik mendeteksi jarak objek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40 kHz) selama t (200 μ s) kemudian mendeteksi pantulannya.
- 2) Kemudian sensor akan memancarkan gelombang ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroler pengendali (pulsa trigger dengan t out burst minimal 2 μ s). Gelombang ultrasonik merambat melalui udara dengan kecepatan 344 m/s, mengenai objek dan memantul kembali ke sensor.
- 3) Gelombang pantulan dari target akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor menghitung selisih waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima.

d. LCD (Liquid Cristal Display)

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah komponen yang dapat menampilkan tulisan. Salahsatu jenisnya memiliki dua baris dengan setiap baristerdiri atas enam belas karakter, atau biasa disebut LCD 2 x 16.(Lubis et al., 2019)



Gambar 5. LCD 2x16

Fungsi LCD adalah menampilkan nilai atau value yang berasal dari Arduino sesuai hasil deteksi dari sensor.

e. Relay

Relay adalah peralatan listrik yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan aliran listrik dari sumber listrik ke beban. Relay bekerja dengan menggunakan arus listrik yang terhubung ke kumparannya, yang kemudian menimbulkan gaya magnet untuk menarik saklar internal yang ada pada relay tersebut. Saklar internal inilah yang disebut sebagai kontak NO (Normally Open, yaitubila coil relay dalam keadaan tak terhubung arus listrik, kontak internalnya dalam kondisi terbuka atau tak terhubung) dan kontak NC (Normally Close adalah kondisi terbalik dari Normally Open).(Suprianto, 2015)



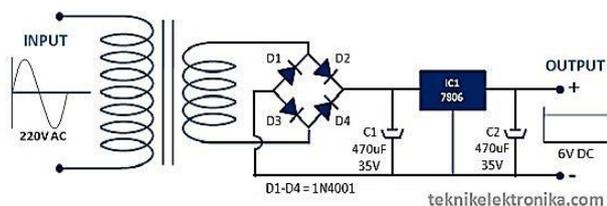
Gambar 6. Modul Relay

Untuk melayani kontrol dengan sistem Arduino ini, menggunakan modul relay yang menggunakan tegangan rendah 5 VDC. Modul relay ini memiliki pin input digital sehingga dapat dihubungkan langsung ke Arduino.(Amin, 2018)

f. Rangkaian Penyearah (Adaptor)

Perangkat Arduino bekerja dengan tegangan DC, maka diperlukan sebuah rangkaian penyearah atau adaptor. Rangkaian penyearah adalah suatu rangkaian yang mengubah tegangan bolak-balik (ac) menjadi tegangan searah (dc). (Purnama, 2012)

Berikut salah satu contoh rangkaian penyearah (adaptor) yang dilengkapi dengan IC Regulator untuk mengatur besar tegangan output. (Kho, 2014)



Gambar 7. Contoh Rangkaian Penyearah

g. Pompa Air

Motor kapasitor merupakan motor induksi yang menggunakan kapasitor pada sistem dan konstruksinya. Motor ini banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti industri, transportasi, manufaktur, hingga di lingkungan rumahtangga. Salah satu contoh motor kapasitor yang digunakan di lingkungan rumahtangga adalah pompa air. (Defarian et al., 2017)



Gambar 8. Contoh Mesin Pompa Air

h. Bahan Yang Digunakan

Untuk membuat prototype sistem kontrol ini diperlukan bahan-bahan antara lain :

- 1 buah Adaptor 220 VAC – 5 VDC
- 1 buah Perangkat Arduino Uno R3
- 1 buah Sensor HC SR04
- 1 buah LCD 2 x 16
- 1 buah Modul Relay 5 VDC
- 3 buah lampu indikator (LED merah, kuning dan hijau)
- 2 buah lampu pijar (merah dan hijau) 5 watt 220 volt AC
- 1 buah buzzer 5 VDC
- 1 lembar Tripleks dengan ukuran 1,2 x 50 x 50 cm
- 2 potong kayu 5 x 5 x 50 cm
- 2 potong kayu 5 x 5 x 75 cm
- 2 potong kayu 5 x 5 x 25 cm

i. Metode

System kontrol pompa air dibuat dalam bentuk prototype sehingga hanya berfungsi sebagai simulator untuk menunjukkan kepada mahasiswa bagaimana system kontrol pompa air menggunakan perangkat arduino. Dengan demikian modul praktikum ini menggunakan lampu pijar merah dan hijau sebagai simbol saat pompa bekerja dan mati, juga dilengkapi dengan lampu indikator untuk menunjukkan jarak level air.

Untuk itu, desain prototype ini menggunakan metode literatur untuk mengetahui fungsi dan prinsip kerja masing-masing komponen, dan eksperimen untuk membuat dan menguji rangkaian prototype sesuai gambar yang dibuat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pembuatan Prototype

Untuk membuat prototype, ada beberapa langkah yang harus dilakukan, antara lain :

- 1) Langkah awal yang perlu dilakukan adalah membuat program pada software Arduino sehingga perangkat Arduino dapat bekerja sesuai dengan system yang telah diprogramkan (gambar 9).

```

    proyek_kontrol_pompa_ar_arkai | Arduino 1.8.13
    File Edit Sketch Tools Help

    proyek_kontrol_pompa_ar_arkai

    int jarak, timer;
    int Relay1=8;
    int BUZ=9;

    #define TRIGPIN 12
    #define ECHOPIN 11
    #include <LiquidCrystal_I2C.h>
    #include <LiquidCrystal.h>
    LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

    void setup() {
        lcd.init();
        lcd.backlight();
        lcd.clear();

        lcd.print(" 00");
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print(" INYATAM ");
        delay(2000);
        lcd.clear();
        lcd.print(" ");

        pinMode(ECHOPIN, INPUT);
        pinMode(TRIGPIN, OUTPUT);
        pinMode(2, OUTPUT);
        pinMode(3, OUTPUT);
        pinMode(4, OUTPUT);
        pinMode(5, OUTPUT);
        pinMode(Relay1, OUTPUT);
    }

    void loop() {
        digitalWrite(TRIGPIN, LOW);
        delayMicroseconds(2);
        digitalWrite(TRIGPIN, HIGH);
        delayMicroseconds(10);
        digitalWrite(TRIGPIN, LOW);
        timer = pulseIn(ECHOPIN, HIGH);
        jarak= timer/58;

        if (jarak<30) {
            lcd.setCursor(0, 1);
            lcd.print(" AIR HABIS");
            digitalWrite(2, 1);
            digitalWrite(3, 0);
            digitalWrite(4, 0);
            digitalWrite(5, 0);
            digitalWrite(Relay1, 1);
            digitalWrite(BUZ, 0);
            delay(100);

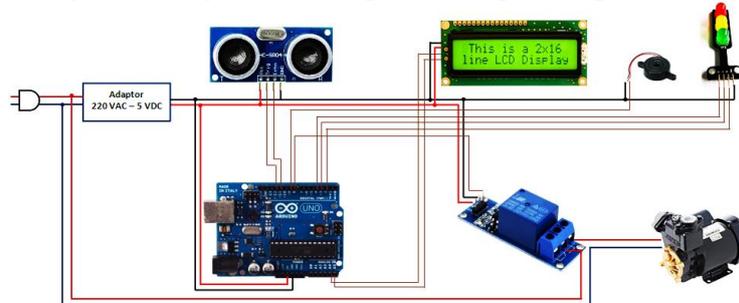
        }
        else if (jarak<20) {
            lcd.setCursor(0, 1);
            lcd.print(" LEVEL TENGAH");
            digitalWrite(2, 0);
            delay(200);
            digitalWrite(3, 1);

        }
        else {
            lcd.setCursor(0, 1);
            lcd.print(" ");
            digitalWrite(2, 0);
            delay(200);
            digitalWrite(3, 0);
            delay(200);
            digitalWrite(4, 0);
            delay(200);
            digitalWrite(5, 1);
            delay(200);
            digitalWrite (BUZ, 1);
            delay(100);

        }
    }
    }
    
```

Gambar 9. Urutan Pemrograman Arduino

- 2) Ukur dan potong papan sesuai kebutuhan sebagai tempat untuk penempatan komponen kontrol.
- 3) Tempatkan semua komponen pada posisi yang telah ditentukan, mulai dari catudaya (adaptor), Arduino board, LCD, sensor ultrasonik, relay dan lampu tanda serta buzzer.
- 4) Hubungkan komponen-komponen sesuai gambar rangkaian (gambar 10).



Gambar 10. Diagram Rangkaian Kontrol Pompa Air Arduino

- 5) Lakukan uji coba sistem sehingga dapat diketahui apakah sistem telah bekerja dengan baik dan sesuai yang diinginkan ataukah belum.

- 6) Jika terdapat masalah pada sistem, langsung diperbaiki. Dan jika sistem telah bekerja dengan baik dan sesuai dengan apa yang diinginkan, maka rangkaian kontrol siap untuk digunakan sebagai modul praktikum.

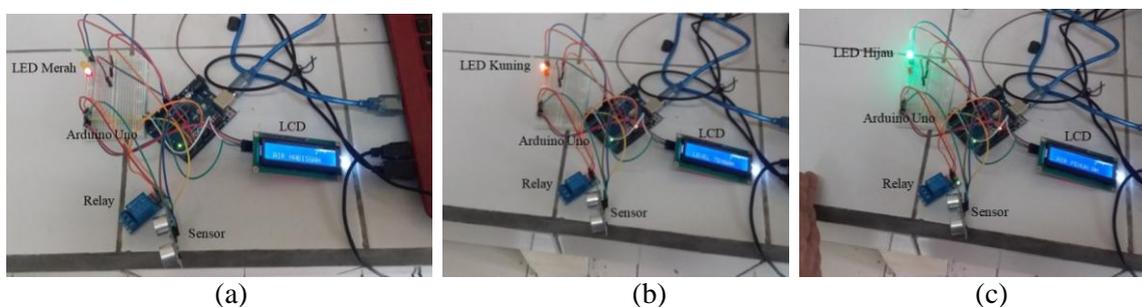
b. Cara Kerja Rangkaian Kontrol

Cara kerja rangkaian kontrol pompa air dengan perangkat arduino, sesuai gambar 10 adalah sebagai berikut:

- 1) Adaptor menerima sumber listrik AC dan mengubahnya menjadi DC kemudian mengalirkannya ke perangkat Arduino Uno, sensor, LCD dan relay. Namun perangkat-perangkat tersebut masih dalam kondisi belum bekerja.
- 2) Perangkat Arduino akan bekerja setelah menerima sinyal dari sensor dan mengirim sinyal ke buzzer dan lampu-lampu indikator serta Relay. Sementara itu, LCD akan menampilkan value dan kondisi kerja Arduino sesuai sinyal yang diterima.
- 3) Setelah menerima sinyal dari perangkat Arduino, maka lampu-lampu indikator akan menyala sesuai jarak yang telah diatur yakni lampu merah saat air berada pada level terendah, lampu kuning saat air pada level tengah dan hijau saat air pada level atas (tangki penuh); begitu juga dengan buzzer akan bunyi sesuai nyala lampu tanda.
- 4) Bersamaan dengan itu, Relay akan bekerja untuk menjalankan pompa saat lampu indikator merah menyala. Selanjutnya pompa bekerja dan memompa air ke tangki.
- 5) Sensor bekerja sesuai jarak permukaan air dan menerima sinyal dari ketinggian level air dalam tangki dan mengirim sinyal tersebut ke perangkat Arduino yang kemudian bekerja untuk menghubungkan atau memutuskan sinyal ke Relay.
- 6) Sensor akan mengirim sinyal ke perangkat Arduino yang selanjutnya mengirim sinyal ke relay untuk menjalankan pompa, saat air dalam tangki berkurang (jarak air dan sensor jauh).
- 7) Saat air dalam tangki penuh atau mencapai batas maksimum (jarak air dan sensor dekat), maka sensor akan mengirim sinyal ke perangkat Arduino yang kemudian mengirim sinyal ke relay untuk menghentikan pompa.
- 8) Kondisi kerja ini akan berlangsung secara kontinyu selama system masih terhubung dengan sumber aliran listrik.

c. Hasil Pengujian Prototype

Pada desain prototype ini, fungsi pompa digantikan dengan lampu pijar warna merah dan hijau, sedangkan level air dapat digunakan tangan atau benda lain yang bergerak ke arah sensor. Sebelum melakukan pengujian, terlebih dahulu Arduino board dihubungkan ke laptop untuk diprogramkan. Setelah Arduino selesai diprogramkan, maka seluruh komponen rangkaian ini dihubungkan sesuai gambar diagram rangkaian di atas. Kemudian pengujian dilakukan seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 11. Pengujian Rangkaian. (a) Jarak > 30 cm, (b) Jarak > 20 cm, (c) Jarak > 10 cm

Hasil pengujian yang dilakukan sesuai gambar 11 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil Pengujian Rangkaian

No.	Jarak Tangan terhadap sensor	Kondisi LED	Tampilan LCD	Kondisi Relay	Keterangan
1.	> 30 cm	Lampu LED merah menyala	LCD menampilkan peringatan dengan munculnya tulisan AIR HABIS	Relay bekerja dan kontak NO terhubung, serta kontak NC terputus. Hal ini ditandai dengan lampu LED merah pada relay menyala.	Gambar 11.a. Kondisi ini menandakan bahwa air pada tangki telah habis dan pompa bekerja.
2.	> 20 cm	Lampu LED kuning menyala	LCD menampilkan tulisan LEVEL TENGAH	Relay masih tetap bekerja.	Gambar 11.b. Kondisi ini menandakan bahwa level air sudah mencapai $\frac{1}{2}$ tangki.
3.	> 30 cm	Lampu LED hijau menyala	LCD menampilkan peringatan dengan munculnya tulisan AIR PENUH	Relay berhenti bekerja dan kontak NO terputus serta kontak NC terhubung. Hal ini ditandai dengan lampu LED hijau pada relay menyala.	Gambar 11.c. Kondisi ini menandakan bahwa air telah penuh dan pompa berhenti.

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel di atas, dapat dijelaskan bahwa kondisi kerja relay ditentukan oleh jarak tangan (diasumsikan sebagai level air) terhadap sensor. Semakin jauh jaraknya sebagai tanda air telah habis, maka relay akan bekerja. Begitu sebaliknya, semakin dekat jaraknya sebagai tanda air telah penuh, maka relay akan berhenti.

Hasil pengujian ini dapat pula dijelaskancara rinci sebagai berikut :

- 1) Rangkaian mendapat suplay tegangan 5 VDC melalui Arduino board yang terhubung ke laptop. Jika dikehendaki, dapat pula menggunakan charger HP sebagai sumber tegangan input pada rangkaian.
- 2) Setelah rangkaian dalam kondisi aktif (ON) yang ditandai dengan lampu LED pada Arduino board yang menyala, maka proses pengujian dapat dilakukan.
- 3) Posisi sensor dapat diatur sedemikian rupa sehingga dapat menangkap sinyal dari tangan yang bergerak ke arah sensor dengan jarak sesuai hasil pemrograman Arduino.
- 4) Posisi tangan dengan jarak > 30 cm, maka sensor akan mengirim sinyal ke Arduino sehingga Arduino mengirim sinyal kepada LCD untuk menampilkan peringatan dengan tulisan AIR HABIS, serentak dengan itu sinyal diterima juga oleh relay yang menyebabkan relay bekerja sehingga kontak NO-nya terhubung dan NC terputus. Hal ini ditandai dengan menyalnya LED merah sebagai lampu tanda dan juga LED merah pada relay (gambar 11.a.).
- 5) Posisi tangan dengan jarak > 20 cm, maka sensor mengirim sinyal ke Arduino, selanjutnya Arduino mengirim sinyal ke LCD untuk menampilkan tulisan LEVEL TENGAH. Sementara itu, relay masih tetap bekerja. Hal ini ditandai dengan menyalnya LED kuning sebagai tanda (gambar 11.b.).
- 6) Posisi tangan dengan jarak > 10 cm, maka sensor mengirim sinyal ke Arduino, kemudian Arduino mengirim sinyal ke LCD untuk menampilkan peringatan dengan tulisan AIR PENUH, dan serentak dengan itu sinyal diterima oleh relay yang menyebabkan relay bekerja sehingga kontak NC kembali terhubung dan NO terputus.

Hal ini ditandai dengan LED hijau yang menyala sebagai tanda, begitu pula LED hijau pada relay (gambar 11.c.).

- 7) Proses pengujian dengan jarak-jarak ini diulangi dengan urutan yang berlawanan, untuk membuktikan bahwa system kerja dari rangkaian ini bekerja dengan baik.
- 8) Setelah selesai pengujian, rangkaian dapat dinon-aktifkan (OFF) dengan melepaskan kabel USB dari Arduino ke laptop. Hal ini ditandai dengan padamnya semua lampu LED yang ada, baik pada Arduino, lampu tanda maupun LED pada relay, bahkan LCD pun padam.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka tergambar dengan jelas bahwa kerja relay sangat tergantung pada jauh dekatnya jarak tangan (level air) dengan sensor. Dan semuanya berpusat pada Arduino board sebagai pusat komando.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas, dapat disimpulkan bahwa prototype sistem kontrol pompa air dapat dibuat atau dirangkai dengan baik setelah mempelajari fungsi dan prinsip kerja masing-masing komponen, terlebih khusus perangkat Arduino yang merupakan perangkat mikrokontroler.

Dengan demikian prototipesistem kontrol pompa air dengan menggunakan perangkat Arduino ini, dapat lebih meningkatkan pengetahuan mahasiswa bukan saja tentang sistem kontrol otomatis pompa air namun menambah pengetahuan tentang cara kerja sistem kontrol menggunakan perangkat mikrokontrolerArduino. Bahkan dengan perangkat Arduino dapat dikembangkan menjadi sistem kontrol yang lain sesuai dengan hasil pemrograman dari software Arduino tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, A. (2018). Monitoring Water Level Control Berbasis Arduino Uno Menggunakan Lcd Lm016L. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 1(2), 41–52.
- Anshori Lutfi, M. (2015). *PENGEMBANGAN PROTOTYPE WATER LEVEL CONTROL*.
- Defarian, A., Sutikno, S., & Rinaldi, R. (2017). Pemodelan Dan Simulasi Motor Kapasitor Pada Kondisi Variable Speed. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*, 4(2), 1–15.
- Keifer, G. F. (1967). Variabel Perancu. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 3–11.
- Khair S, U. (2020). Alat Pendeteksi Ketinggian Air Dan Keran Otomatis Menggunakan Water Level Sensor Berbasis Arduino Uno. *Wahana Inovasi : Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat UISU*, 9(1), 9–15. <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/wahana/article/view/2632>
- Kho, D. (2014). *Prinsip Kerja DC Power Suplay*. <https://teknikelektronika.com/prinsip-kerja-dc-power-supply-adaptor/>
- Lubis, Z., Lungguk, A., Saputra, N., Winata, S., Annisa, A., Muhazzir, B., Satria, M., & Sri, W. (2019). Kontrol Mesin Air Otomatis Berbasis Arduino Dengan Smartphone. *Buletin Utama Teknik*, 14(3), 156–159.
- Mustofa, M. (2013). *SISTEM KENDALI “ WATER LEVEL CONTROL ” UNIVERSITAS NEGERI MALANG ANGKATAN 2013*.
- Pratama, A. I. G. (2020). Perancangan Dan Implementasi Sistem Kendali Kestabilan Keadaan Mengambang Pada Pesawat Tanpa Awak Jenis Tailsitter Menggunakan Metode Kontrol PID. *Universitas Komputer Indonesia*, 7–20. <https://elibrary.unikom.ac.id/id/eprint/3182/>
- Pratiwy, A. M. (2021). *SISTEM KENDALI POMPA AIR OTOMATIS PADA PENYIRAMAN TANAMAN DENGAN SOLAR CELL BERBASIS MIKROKONTROLLER WEMOS ESP 8266*.
- Purnama, A. (2012). *Konsep Dasar Penyearah Gelombang (Rectifier)*. <http://elektronika-dasar.web.id/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/>

Rumanta, M., Iryani, K., & Ratnaningsih, A. (2016). *DEVELOPMENT OF PRINTED TEACHING MATERIALS PROTOTYPE MODULE OF ENVIRONMENTAL EDUCATION COURSE IN OPEN AND DISTANCE EDUCATION: A CASE STUDY IN OPEN UNIVERSITY. 1*, 141–156.

Suprianto. (2015). *Prinsip Kerja Elektro Mekanis Magnetik (Dasar NO & NC)*. UNNES. <http://blog.unnes.ac.id/antosupri/prinsip-kerja-elektro-mekanis-magnetik-dasar-no-nc/>

ANALISIS *SERVICE QUALITY* INDUSTRI JASA OTOMOTIF PADA MASA PANDEMI COVID – 19

Muhammad Farid*

Mesin Otomotif, Universitas Negeri Makassar, Makassar, Indonesia

Wabdillah

Pendidikan Teknik Otomotif, Universitas Negeri Makassar, Makassar, Indonesia

Jumadin

Pendidikan Teknik Otomotif, Universitas Negeri Makassar, Makassar, Indonesia

*E-mail korespondensi: muhammadfarid@unn.ac.id

ABSTRAK

Penelitian Analisis Service Quality Industri Jasa Otomotif bertujuan mengidentifikasi service quality industri jasa otomotif dan menganalisis pengaruh kualitas jasa terhadap kepuasan konsumen pada industri jasa otomotif di masa pandemi covid-19. Penelitian ini menggunakan lima variabel manifes yaitu accesibility, tangibility, responsiveness, competence dan reliability. Berdasarkan analisis deskriptif diperoleh bahwa implementasi lima variabel ini pada industri jasa otomotif dimasa pandemi covid-19 telah terlaksana dengan baik. Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa (1) Terdapat pengaruh yang signifikan antara accesibility terhadap service quality dengan nilai r_{hitung} 0,691, dan nilai sig 0,000, (2) Terdapat pengaruh yang signifikan antara tangibility terhadap service quality dengan nilai r_{hitung} 0,778 dan nilai sig 0,000, (3) Terdapat pengaruh yang signifikan antara responsiveness terhadap service quality dengan nilai r_{hitung} 0,894 dan nilai sig 0,000, (4) Terdapat pengaruh yang signifikan antara competence terhadap service quality dengan nilai r_{hitung} 0,854 dan nilai sig 0,000, (5) Terdapat pengaruh yang signifikan antara reliability terhadap service quality dengan nilai r_{hitung} 0,747 dan nilai sig 0,000. Hasil uji regresi terkait analisis hubungan variabel service quality dengan variabel customer satisfaction maka dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara service quality terhadap customer satisfaction dengan nilai r_{hitung} 0,747 dan nilai sig 0,000

Kata Kunci: *Service Quality, Industri Jasa Otomotif, Covid-19.*

ABSTRACT

Research in Service Quality Analysis for the Automotive Service Industry aims to identify the service quality of the automotive service industry and to analyze the effect of service quality on consumer satisfaction in the automotive service industry during the COVID-19 pandemic. This study uses five manifest variables, namely accessibility, tangibility, responsiveness, competence and reliability. Based on the descriptive analysis, it was found that the implementation of these five variables in the automotive service industry during the COVID-19 pandemic had been carried out well. The results of the regression analysis show that (1) there is a significant influence between accessibility to service quality with a r_{count} value of 0.691, and a sig value of 0.000, (2) there is a significant effect between tangibility on service quality with a r_{count} value of 0.778 and a sig value of 0.000, (3) there is a significant effect between responsiveness to service quality with a r_{count} value of 0.894 and a sig value of 0.000, (4) there is a significant influence between competence on service quality with a r_{count} of 0.854 and a sig value of 0.000,

and (5) there is a significant influence between reliability on service quality with a r_{count} of 0.747 and a sig value of 0.000. The results of the regression test related to the analysis of the relationship between service quality variables and customer satisfaction variables can be concluded that there is a significant effect between service quality on customer satisfaction with a r_{count} of 0.747 and a sig value of 0.000.

Keywords: Service Quality, Automotive Service Industry, Covid-19.

1. PENDAHULUAN

Industri jasa otomotif merupakan salah satu industri yang termasuk kategori dalam kuadran *service shop* (Schmenner, 2004). Industri jasa otomotif memberikan dukungan terhadap industri manufaktur otomotif yang terus mengalami perkembangan yang pesat ditandai dengan tingkat penjualan kendaraan roda empat (Wang, et al, 2019). Berdasarkan data penjualan mobil dalam negeri periode tahun 2016–2018 (Triatmono, 2021) menunjukkan kenaikan, hal ini dapat terlihat pada tahun 2016 dengan tingkat penjualan, kemudian 1,061,859 ribu unit (2016), 1,079,886 ribu unit (2017) 1,151,413 ribu unit (2018), namun pada tahun 2019 terjadi penurunan penjualan sebesar 1,030,126 ribu unit dan kemudian 578,327 unit (2020). Di awal tahun 2020 terjadi pandemi virus covid-19 yang melanda dunia yang berdampak pula bagi industri manufaktur otomotif. Hal tersebut mempengaruhi penjualan mobil di tahun 2020 yang mengalami penurunan dibandingkan tahun sebelumnya. Fluktuasi penjualan kendaraan diharapkan tidak mempengaruhi aktifitas industri jasa dalam memberikan layanan purna jual (*after sale services*) yang prima untuk menjamin *performances* kendaraan saat digunakan.

Martin (1994) mengungkapkan bahwa layanan purna jual berperan secara signifikan untuk memberikan dukungan bagi produk yang berteknologi tinggi, dengan standar kualitas dan kehandalan. Layanan purna jual meliputi perlengkapan sebelum dan sesudah pelayanan yang bertujuan untuk mendidik dan memberikan informasi kepada distributor penjualan dan konsumen pengguna tentang produk dan jenis layanan yang dibeikan. Interaksi antara *service provider* dan konsumen akan memberikan ruang komunikasi untuk mendapatkan informasi dua arah mencakup perspektif kedua pihak.

Convederation of India Industry (2008) menjelaskan industri jasa otomotif sebagai industri yang memberikan layanan purna jual dengan kemampuan memberikan jaminan keselamatan dan kenyamanan penggunaan kendaraan bermotor. Layanan yang diberikan berupa pemeliharaan berkala dan atau perbaikan pada komponen sistem kendaraan, serta penjualan *spare parts* (suku cadang). Menjamurnya industri jasa otomotif merupakan respon dari meningkatnya produksi dan pengguna kendaraan.

Industri jasa otomotif di Indonesia dikenal dengan istilah bengkel dengan berbagai support layanan yang diberikan antara lain: 1) jaminan kualitas hasil kerja yang didukung oleh: *stall* dan *lift* perbaikan yang memadai, *special service tools*, peralatan *high-tech* dan mekanik yang profesional, 2) fasilitas ruang tunggu yang nyaman. Selain itu beberapa support layanan tambahan telah disediakan berupa layanan: *express maintenance*, *booking services*, *contract services*, *one stop services*, *service plus* dan layanan lainnya sesuai inovasi masing-masing bengkel (Auto 2000, 17 April 2021).

Studi tentang kualitas jasa Industri Otomotif masih sangat minim, dari hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sakina (2003) yang menggunakan QFD (*quality fuunction development*) untuk mengukur kualitas jasa pada dua bengkel resmi di kota Jakarta Pusat. Miguel et al. (2005) meneliti kualitas jasa bengkel di brazil, pengukuran menggunakan 10 dimensi yang dikembangkan awal oleh Parasuraman et al (1985) yang menganalisis persepsi konsumen dan pimpinan perusahaan. Pada penelitian ini, penulis ingin memanfaatkan hasil penelitian dan jurnal yang telah ada untuk mengetahui konstruk kualitas jasa sesuai karakteristik industri jasa otomotif menggunakan Model *Service Quality* Industri yang dikembangkan oleh Farid(2010) dan Farid dan Wiratmadja (2011) yang telah mengintegrasikan model SERVQUAL (Parasuraman et al., 1985) dan model *Antecedents and Mediator* (Dabholkar et al, 2000). Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi *Service Quality* Industri Jasa Otomotif Pada Masa

Pandemi Covid-19 dan menganalisis pengaruh kualitas jasa terhadap kepuasan konsumen pada industri jasa otomotif di masa pandemi covid-19

a. *Service Quality (Kualitas Jasa)*

Gronroos (2000) mengungkapkan bahwa definisi kualitas jasa merupakan suatu penilaian yang dirasakan, sebagai hasil proses evaluasi di mana konsumen membandingkan harapan mereka dengan layanan yang diterima. Kualitas jasa dapat dibagi menjadi dua ilmu yaitu mutu teknis (apa yang diselesaikan) dan mutu fungsional (bagaimana cara penyelesaian).

Pendapat lain yang diungkapkan oleh Bolton dan Drew (1991) bahwa kualitas jasa sebagai suatu wujud dari sikap, yang terkait, tetapi bukan setara dengan kepuasan yang diakibatkan oleh perbandingan harapan-harapan dengan kinerja. Kualitas jasa setiap perusahaan tentunya berbeda satu dengan yang lainnya berdasarkan intensitas interaksi dengan konsumen dan variasi jasa yang ditawarkan.

b. *Kepuasan Konsumen (Customer satisfaction)*

Menurut Zeithaml et al. (2000) kepuasan konsumen merupakan evaluasi konsumen terhadap suatu jasa yang diterima apakah telah sesuai antara kebutuhan dan harapan mereka. Definisi yang lain oleh Lamb et al. (2001) mengungkapkan bahwa kepuasan konsumen adalah proses keputusan seorang konsumen untuk membeli, menggunakan jasa serta faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan pembelian dan penggunaan jasa tersebut.

Secara umum kepuasan konsumen ialah tingkat kesenangan dari pengalaman konsumen terhadap hasil jasa melalui interaksi dan hubungan dengan karyawan di dalam perusahaan (Desatnick, 1992 dalam Darastemi dan Jahromi, 2009), sehingga dapat disimpulkan bahwa kepuasan konsumen merupakan fungsi dari kualitas pelayanan dikurangi harapan pelanggan atau dapat dirumuskan sebagai berikut

$$Satisfaction = f(Service\ quality - Expectation) \quad (1)$$

$$Service\ quality < expectation \quad (2)$$

Kondisi ini terjadi bila pelayanan yang diberikan perusahaan menurut konsumen buruk. Selain tidak memuaskan, juga tidak sesuai dengan harapan konsumen

$$Service\ quality = expectation \quad (3)$$

Keadaan ini terjadi bila pelayanan yang diberikan dinilai konsumen adalah biasa-biasa saja. Menurut Persepsi konsumen terhadap kinerja perusahaan dalam memberikan pelayanan tidak ada yang istimewa dan dianggap sudah seharusnya demikian atau ideal

$$Service\ quality > expectation \quad (4)$$

Kondisi ini terjadi bila konsumen merasakan pelayanan yang diberikan tidak hanya sesuai dengan harapan dan kebutuhan konsumen, tetapi sekaligus memuaskan dan menyenangkan konsumen. Pelayanan tersebut biasanya disebut *excellent service* yang selalu diharapkan semua konsumen.

c. *Kepuasan Konsumen (Customer satisfaction)*

Terkait pemberian dukungan industri manufaktur otomotif yang telah memproduksi kendaraan bermotor, maka dibutuhkan sebuah layanan kepada konsumen. Industri jasa otomotif merupakan industri yang memberikan layanan purna jual dengan kemampuan memberikan jaminan keselamatan dan kenyamanan pengguna kendaraan bermotor (Wang et al, 2019). Layanan yang diberikan berupa pemeliharaan berkala atau perbaikan pada komponen sistem kendaraan (*Convederation on India Industry, 2008*), beberapa istilah yang saering digunakan antara lain: *automotive repair industry*, *automotive after-market business* dan *automotive service industry*. Namun dari beberapa istilah tersebut, di Indonesia lebih lazim dengan istilah bengkel.

Semua segmen dari industri jasa otomotif senantiasa melakukan pembenahan untuk lebih meningkatkan kualitas layanan kepada konsumen. Kompetisi dalam memberikan layanan menjadi tantangan pemilik perusahaan membangun model bisnis yang update untuk melakukan perubahan menjadi lebih *open-minded* dalam menciptakan layanan (Connor, 2006).

Kemampuan sumber daya manusia khususnya mekanik/teknisi dalam mendiagnosa dan memperbaiki semua sistem meliputi mekanis, elektrik dan komputerisasi pada kendaraan.

Desain dan mekanisme pemeliharaan mobil diharapkan mendukung program ramah lingkungan untuk mengurangi efek *global warming* (Castel, 2001). Salah satu implementasi program tersebut yang disosialisasikan pemerintah, pengguna kendaraan (konsumen), dan pengusaha industri jasa khususnya otomotif dengan mengontrol emisi gas buang kendaraan agar tetap pada ambang batas yang diizinkan. Secara umum proses pelayanan pada bengkel mobil mengikuti prosedur mulai tahap penerimaan hingga tahap penyerahan kembali kendaraan kepada konsumen yang dilakukan oleh *service advisor*

2. BAHAN DAN METODE

a. Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Data Primer dan Data Sekunder. Data Primer mengacu pada informasi yang diperoleh langsung (tangan pertama) oleh peneliti yang berkaitan dengan variabel kualitas jasa industri otomotif. Sumber data primer dalam penelitian ini yaitu wawancara dan kuisioner. Pengambilan data Industri Jasa Otomotif di kota Makassar meliputi perusahaan otomotif *brand* Suzuki, Daihatsu, dan Toyota. Data sekunder mengacu pada informasi yang dikumpulkan dari sumber yang telah ada dan bukan peneliti yang melaksanakan studi mutakhir. Contoh sumber data sekunder dokumentasi perusahaan, publikasi pemerintah, analisis industri oleh media, internet dan lainnya.

b. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah semua konsumen pada 3 bengkel resmi di kota Makassar yaitu Toyota, Daihatsu dan Suzuki. Pengambilan sampel penelitian menggunakan teknik *non-random sampling*. Proses dimulai dengan cara terlebih dahulu menentukan populasi pada 3 bengkel resmi yaitu Toyota, Daihatsu dan Suzuki. Langkah selanjutnya melakukan pemilihan responden secara kebetulan, ini dilakukan dengan membagikan kuisioner langsung kepada konsumen bengkel resmi yang ditemui secara random sampai mencapai jumlah responden yang ditargetkan. Sampel penelitian ini berasal dari konsumen berbagai jenis layanan pada bengkel antara lain pemeliharaan (*maintenance*) berkala, perbaikan (*repair*), *body repair* dan pengecatan. Roscoe (1982, dalam sugiyono, 2008) mengungkapkan antara lain: 1) ukuran yang layak dalam penelitian adalah antara 30 – 500 sampel; 2) Bila sampel dibagi dalam kategori maka jumlah anggota sampel setiap kategori minimal 30. Sehingga dari kedua kriteria tersebut maka jumlah sampel yang diambil dalam penelitian ini yaitu setiap bengkel minimal berjumlah 30 responden. Sehingga total sampel berjumlah 90 responden, jumlah tersebut memenuhi syarat.

c. Instrumen Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan kuisioner yang merupakan suatu daftar pertanyaan atau pernyataan tertulis yang disusun menurut variabel yang akan diteliti (Sekaran, 2003), dimana skala pengukurannya menggunakan skala likert. Angka 1 mewakili sangat tidak setuju dan angka 6 mewakili sangat setuju. Pengujian instrumen terdiri dari uji validitas dan reliabilitas. Uji validitas menunjukkan sejauh mana alat ukur yang dikembangkan mampu mengukur suatu instrumen tertentu yang akan diukur. Uji reliabilitas adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji stabilitas dan konsistensi alat ukur dalam mengukur konsep apabila pengukuran dilakukan berulang kali (Sekaran, 2003).

d. Variabel Laten (Dimensi Service Quality)

Penelitian ini mengidentifikasi lima dimensi kualitas jasa menggunakan Model Service Quality Industri Otomotif oleh Farid (2010) dan Farid & Wiratmadja (2011).

Tabel 1. Variabel Model *Service Quality* Industri Otomotif

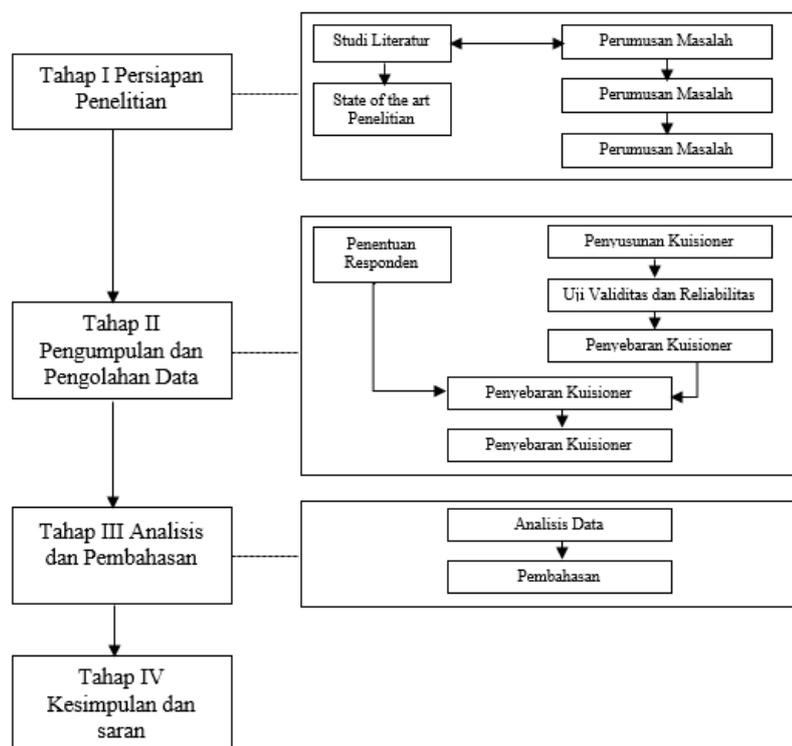
No	Dimensi	Definisi
1	<i>Accessibility</i>	Kemudahan konsumen untuk mengakses informasi tentang bengkel dan layanan yang diberikan selama pandemi covid-19
2	<i>Tangibility</i>	Kemampuan perusahaan dalam menunjukkan eksistensinya kepada konsumen meskipun pandemi covid-19, meliputi fasilitas fisik, perlengkapan dan peralatan (teknologi) yang digunakan, serta penampilan karyawan
3	<i>Responsiveness</i>	Kemauan untuk membantu dan memberikan pelayanan yang cepat (responsive) dan tepat kepada konsumen
4	<i>Competence</i>	Pengetahuan, keahlian, dan sikap karyawan yang mempengaruhi bagian utama pekerjaan (peran atau tanggungjawab yang berkorelasi dengan kinerja dalam pekerjaan
5	<i>Reliability</i>	Keandalan perusahaan dalam memberikan pelayanan yang akurat sesuai dengan permintaan konsumen dan waktu yang telah dijanjikan

e. Perumusan Hipotesis

- 1) Hubungan antara *accessibility* dengan *service quality*
 Hipotesis 1
 H_0 : Tidak terdapat pengaruh *accessibility* terhadap *service quality*
 H_1 : Terdapat pengaruh *accessibility* terhadap *service quality*
- 2) Hubungan antara *tangibility* dengan *service quality*
 Hipotesis 2
 H_0 : Tidak terdapat pengaruh *tangibility* terhadap *service quality*
 H_2 : Terdapat pengaruh *tangibility* terhadap *service quality*
- 3) Hubungan antara *responsiveness* dengan *service quality*
 Hipotesis 3
 H_0 : Tidak terdapat pengaruh *responsiveness* terhadap *service quality*
 H_3 : Terdapat pengaruh *responsiveness* terhadap *service quality*
- 4) Hubungan antara *competence* dengan *service quality*
 Hipotesis 4
 H_0 : Tidak terdapat pengaruh *responsiveness* terhadap *service quality*
 H_4 : Terdapat pengaruh *responsiveness* terhadap *service quality*
- 5) Hubungan antara *reliability* dengan *service quality*
 Hipotesis 5
 H_0 : Tidak terdapat pengaruh *reliability* terhadap *service quality*
 H_5 : Terdapat pengaruh *reliability* terhadap *service quality*
- 6) Hubungan variabel *service quality* dengan variabel *customer satisfaction* Hipotesis 6
 H_0 : Tidak terdapat pengaruh *service quality* terhadap *customer satisfaction*
 H_6 : Terdapat pengaruh *service quality* terhadap *customer satisfaction*

f. Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini secara garis besar terdapat 4 tahap penelitian yaitu tahap persiapan, tahap pengumpulan data dan pengolahan data, tahap analisis dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran. Tahapan pada penelitian ini secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengujian Instrumen

Pengujian validitas tiap butir digunakan analisis item, yaitu mengkorelasikan skor tiap butir dengan skor total yang merupakan jumlah tiap skor butir dengan menggunakan korelasi metode *scale reliability*. Uji validitas dilakukan dengan bantuan *software* SPSS 25. Hasil uji validitas instrumen menunjukkan bahwa terdapat 4 butir pertanyaan yang tidak valid yaitu nilai r -hitung butir 04 ($< 0,468$), butir 10 ($< 0,468$), butir 16 ($< 0,468$) dan butir 20 ($< 0,468$).

Uji reliabilitas alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini dengan menghitung nilai α cronbach alat ukur yang digunakan. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.2, nilai α cronbach alat ukur adalah 0,967, sehingga alat ukur dapat dinyatakan reliabel atau sangat andal.

Berdasarkan hasil uji normalitas Kolmogorov-smirnov, didapatkan nilai sig 0,162, yang berarti nilai sig $> 0,05$ sehingga data *service quality* berdistribusi normal

b. Analisis Pengukuran Variabel Accesibility

Accesibility dalam penelitian ini merupakan kemudahan konsumen untuk mengakses informasi tentang bengkel dan layanan yang diberikan. Terdapat 4 variabel manifes yang digunakan untuk mengukur aksesibilitas bengkel dalam memberikan layanannya yaitu

- 1) Lokasi bengkel mudah dijangkau dari tempat tinggal/kantor anda. (A1)
- 2) Karyawan memberikan informasi dengan baik tentang jenis layanan atau keluhan anda saat dihubungi via telpon/WA. (A2)
- 3) Bengkel menawarkan layanan *home service* atau servis panggilan. (A3)
- 4) Saya pernah menggunakan layanan *home service* selama masa pandemik Covid-19. (A4)

Hasil pengolahan data menunjukkan responden rata-rata memilih jawaban “setuju” (5) sehingga dapat disimpulkan bahwa konsumen mudah mengakses lokasi bengkel, menerima informasi dari karyawan via telepon, dan menggunakan layanan *home service* selama Pandemi Covid-19. Kemudian bila membandingkan nilai rata-rata variabel A1, A2, A3 dan A4, maka variabel A3 merupakan variabel dengan nilai rendah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa

perusahaan diharapkan dapat lebih meningkatkan komunikasi dalam menawarkan pelayanan dalam bentuk *home service*

c. Analisis Pengukuran Variabel Tangibility

Tangibility dalam penelitian ini merupakan kemampuan perusahaan dalam menunjukkan eksistensinya kepada konsumen, meliputi fasilitas fisik, perlengkapan dan peralatan (teknologi) yang digunakan, serta penampilan karyawan. Terdapat lima variabel manifes yang digunakan untuk mengukur bukti fisik bengkel, yaitu:

- 1) Tempat parkir cukup luas untuk menampung kendaraan sebelum dan sesudah perawatan/perbaikan. (T1)
- 2) Ruang tunggu yang nyaman, dilengkapi fasilitas *Air conditioner* (AC), televisi, bahan bacaan (majalah, koran), dan air minum. (T2)
- 3) Lantai ruangan bengkel senantiasa bersih. (T3)
- 4) Peralatan yang digunakan untuk mendiagnosa, merawat/memperbaiki kendaraan anda senantiasa mengikuti perkembangan teknologi. (T4)
- 5) Penampilan karyawan senantiasa rapi (khusus mekanik/teknisi, pakaian kerja senantiasa bersih). (T5)

Berdasarkan hasil pengolahan data menunjukkan responden rata-rata memilih jawaban “setuju” (5) sehingga dapat disimpulkan bahwa bukti fisik bengkel telah sesuai dengan harapan konsumen selama Pandemi Covid-19. Kemudian bila membandingkan nilai rata-rata variabel T1, T2, T3, T4 dan T5, maka variabel T4 merupakan variabel dengan nilai rendah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa konsumen di masa pandemi covid-19 ingin perusahaan lebih meningkatkan peralatan yang digunakan untuk mendiagnosa, merawat/memperbaiki kendaraan yang senantiasa mengikuti perkembangan teknologi

d. Analisis Pengukuran Variabel Responsiveness

Responsiveness dalam penelitian ini merupakan kemauan untuk membantu dan memberikan pelayanan yang cepat (*responsif*) dan tepat kepada konsumen. Terdapat tujuh variabel manifes yang digunakan untuk mengukur responsif karyawan kepada konsumen dimasa pandemi, yaitu:

- 1) Karyawan menerapkan protokol kesehatan selama beraktivitas di bengkel. (R1)
- 2) Bengkel menyediakan tempat cuci tangan/hand sanitizer sebelum memasuki ruangan (R2)
- 3) Karyawan melakukan pemeriksaan sebelum memasuki ruangan bengkel. (R3)
- 4) Karyawan menyapa anda dengan sikap yang sopan, bersahabat, dan antusias. (R4)
- 5) Karyawan dengan cepat meminta maaf bila terjadi kesalahan dalam pelayanan. (R5)
- 6) Karyawan memberikan jaminan setelah memperbaiki layanan yang tidak akurat. (R6)
- 7) Karyawan menghubungi anda untuk mengetahui kondisi kendaraan anda setelah dirawat/diperbaiki di bengkel. (R7)

Berdasarkan hasil pengolahan data menunjukkan responden rata-rata memilih jawaban “setuju” (5) sehingga dapat disimpulkan bahwa ketanggapan karyawan dalam memberikan pelayanan telah sesuai dengan harapan konsumen. Pandemi Covid-19. Kemudian bila membandingkan nilai rata-rata variabel R1, R2, R3, R4, R5, R6 dan R7 maka variabel R6 merupakan variabel dengan nilai rendah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perusahaan perlu mengefektifkan karyawan dalam memberikan jaminan setelah memperbaiki layanan yang akurat di masa pandemi covid-19

e. Analisis Pengukuran Variabel Competence

Competence dalam penelitian ini merupakan pengetahuan, keahlian dan sikap karyawan yang mempengaruhi bagian utama pekerjaan (peran atau tanggungjawab) yang berkorelasi dengan kinerja dalam pekerjaan. Terdapat lima variabel manifes yang digunakan untuk mengukur kompetensi karyawan, yaitu:

- 1) Karyawan memberikan penjelasan tentang prosedur perawatan/perbaikan kendaraan anda. (C1)

- 2) Karyawan mampu menjelaskan tentang penyebab kerusakan kendaran anda dengan baik. (C2)
- 3) Karyawan menjelaskan estimasi (perkiraan) biaya dan lamanya waktu perawatan/perbaikan kendaraan. (C3)
- 4) Karyawan memberikan konfirmasi terlebih dahulu apabila ada perbaikan tambahan. (C4)
- 5) Karyawan menjalankan prosedur *final inspection* (pemeriksaan akhir) setelah pekerjaan selesai. (C5)

Berdasarkan hasil pengolahan data menunjukkan responden rata-rata memilih jawaban “setuju” (5) sehingga dapat disimpulkan bahwa karyawan memiliki kompetensi yang baik dalam pelayanan di masapandemi Covid-19. Kemudian bila membandingkan nilai rata-rata variabel C1, C2, C3, C4, dan C5 maka variabel C5 merupakan variabel dengan nilai rendah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perusahaan meningkatkan kompetensi karyawan dalam menjalankan prosedur *final inspeciton* (pemeriksaan akhir) setelah pekerjaan selesai di masa pandemi covid-19

f. Analisis Pengukuran Variabel Reliability

Reliability dalam penelitian ini merupakan keandalan perusahaan dalam memberikan pelayanan yang akurat sesuai dengan permintaan konsumen dan waktu yang telah dijanjikan. Terdapat dua variabel manifes yang digunakan untuk mengukur reliabilitas perusahaan, yaitu :

- 1) Hasil pekerjaan sesuai dengan permintaan anda dan waktu yang telah dijanjikan. (RL1)
- 2) Karyawan akan memberikan jaminan setiap hasil pekerjaan. (RL2)

Berdasarkan hasil pengolahan datamenunjukkan responden rata-rata memilih jawaban “setuju” (5) sehingga dapat disimpulkan bahwa karyawan memberikan pelayanan yang akurat di masa pandemi Covid-19. Kemudian bila membandingkan nilai rata-rata variabel RL1, dan RL2 maka variabel RL2 merupakan variabel dengan nilai rendah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perusahaan diharapkan mampu mengoptimalkan komunikasi karyawan dalam memberikan jaminan setiap hasil pekerjaan kepada konsumen di masa pandemi covid-19.

g. Analisis Pengukuran Variabel Reliability

Customer satisfaction dalam penelitian ini merupakan tingkat kesenangan berdasarkan pengalaman konsumen terhadap hasil jasa dari interaksi dan hubungan dengna karyawan di dalam perusahaan. Terdapat empat variabel manifes yang digunakan untuk mengukur kompetensi karyawan yaitu :

- 1) Saya puas berkunjung ke bengkel ini. (CS1)
- 2) Pilihan saya untuk merawat/memperbaiki di bengkel ini adalah pilihan yang tepat. (CS2)
- 3) Saya telah melakukan hal yang benar, ketika memilih bengkel ini. (CS3)
- 4) Saya merasa nyaman di bengkel ini. (CS4)

Berdasarkan hasil pengolahan datamenunjukkan responden rata-rata memilih jawaban “setuju” (5) sehingga dapat disimpulkan bahwa konsumen merasa senang terhadap pelayanan perusahaan di masa pandemi Covid-19. Kemudian bila membandingkan nilai rata-rata variabel CS1, CS2, CS3, dan CS4, variabel CS3 dan CS4 merupakan variabel dengan nilai rendah. Hasil tersebut menunjukkan perusahaan diharapkan mampu meningkatkan pelayanan agar konsumen merasa nyaman di bengkel selama masa pandemi covid-19.

h. Uji Regresi variabel *acesibility* dengan variabel *service quality*

Analisis hubungan variabel *acesibility* dengan variabel *service quality* Berdasarkan hasil uji regresi diperoleh nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$ yaitu $0,691 > 0,207$, dan nilai sig 0,000 nilai ini kurang dari 0,05. Sehingga, Hipotesis 1 : (H_0) ditolak, H_1 diterima *acesibility* memiliki pengaruh terhadap *service quality*.

Jadi dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara *acesibility* terhadap *service quality*. Hal ini sejalan dengan teori yang membangun hipotesis ini, dimana

berdasarkan studi literatur *accessibility* berpengaruh positif terhadap *service quality* (Parasuraman et al., 1985; Bojanic dan Rosen 1994 Miquel et al., 2005; Olorunniwo dan Hsu, 2006).

i. Uji Regresi variabel *tangibility* dengan variabel *service quality*

Analisis hubungan variabel *tangibility* dengan variabel *service quality*. Berdasarkan hasil uji regresi diperoleh nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$ yaitu $0,778 > 0,207$, dan nilai sig 0,000 nilai ini kurang dari 0,05. Sehingga, Hipotesis 2: (H_0) ditolak, H_2 diterima *tangibility* memiliki pengaruh terhadap *service quality*.

Jadi dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara *tangibility* terhadap *service quality*. Hal ini sejalan dengan teori yang membangun hipotesis ini, dimana berdasarkan studi literatur *tangibility* berpengaruh positif terhadap *service quality* (Parasuraman et al., 1985; Miquel et al., 2005; Olorunniwo dan Hsu, 2006; Sakina, 2003; Bernt 2009).

j. Uji Regresi variabel *responsiveness* dengan variabel *service quality*

Berdasarkan hasil uji regresi diperoleh nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$ yaitu $0,894 > 0,207$, dan nilai sig 0,000 nilai ini kurang dari 0,05. Sehingga, Hipotesis 3 : (H_0) ditolak, H_3 diterima *responsiveness* memiliki pengaruh terhadap *service quality*.

Jadi dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara *responsiveness* terhadap *service quality*. Hal ini sejalan dengan teori yang membangun hipotesis ini, dimana berdasarkan studi literatur *responsiveness* berpengaruh positif terhadap *service quality* (Parasuraman et al., 1985; Miquel et al., 2005; Olorunniwo dan Hsu, 2006; Sakina, 2003; Bernt 2009).

k. Uji Regresi variabel *competence* dengan variabel *service quality*

Berdasarkan hasil uji regresi diperoleh nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$ yaitu $0,854 > 0,207$, dan nilai sig 0,000 nilai ini kurang dari 0,05. Sehingga Hipotesis 4 : (H_0) ditolak, H_4 diterima *competence* memiliki pengaruh terhadap *service quality*.

Jadi dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara *competence* terhadap *service quality*. Hal ini sejalan dengan teori yang membangun hipotesis ini, dimana berdasarkan studi literatur *competence* berpengaruh positif terhadap *service quality* (Parasuraman et al., 1985; Miquel et al., 2005; Getty & Getty, 2003).

l. Uji Regresi variabel *reliability* dengan variabel *service quality*

Berdasarkan hasil uji regresi diperoleh nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$ yaitu $0,747 > 0,207$, dan nilai sig 0,000 nilai ini kurang dari 0,05. Sehingga Hipotesis 5 : (H_0) ditolak, H_5 diterima *reliability* memiliki pengaruh terhadap *service quality*

Jadi dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara *competence* terhadap *service quality*. Hal ini sejalan dengan teori yang membangun hipotesis ini, dimana berdasarkan studi literatur *reliability* berpengaruh positif terhadap *service quality* (Sakina 2003; Miquel et al., 2005; Berndt, 2009)

m. Uji Regresi variabel *service quality* dengan variabel *customer satisfaction*

Berdasarkan hasil uji regresi diperoleh nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$ yaitu $0,747 > 0,207$, dan nilai sig 0,000 nilai ini kurang dari 0,05. Sehingga Hipotesis 6 : (H_0) ditolak, H_6 diterima *service quality* memiliki pengaruh terhadap *customer satisfaction*

Jadi dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara *service quality* terhadap *customer satisfaction*. Hal ini sejalan dengan teori yang membangun hipotesis ini, dimana berdasarkan studi literatur *customer satisfaction* berpengaruh positif terhadap *service quality* (Sakina 2003; Miquel et al., 2005; Berndt, 2009)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa implementasi *service quality* industri jasa otomotif pada masa pandemi Covid-19 menggunakan lima variabel manifes yaitu *accessibility*, *tangibility*, *responsiveness*, *competence* dan *reliability* telah terlaksana dengan baik. Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara *accessibility*, *tangibility*, *responsiveness*, *competence* dan *reliability* terhadap *service quality*. Hasil uji regresi terkait analisis hubungan variabel *service quality* dengan variabel *customer satisfaction* maka dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara *service quality* terhadap *customer satisfaction*. Agar dapat menghasilkan pengukuran yang lebih komprehensif disarankan dalam mengukur kualitas jasa (*Service Quality*) sebaiknya menggunakan tiga variabel yaitu *service quality*, *customer satisfaction*, dan *behaviorial intention*. Pengembangan model penelitian ini disarankan dikembangkan pada bengkel umum dan bengkel spesialis sehingga dapat dibandingkan antara kualitas jasa antara bengkel resmi, bengkel umum, dan bengkel spesialis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Rektor UNM, Ketua LP2M UNM, Dekan Fakultas Teknik UNM, dan seluruh civitas Akademika UNM. Ucapan terima kasih kami ucapkan juga kepada Industri Jasa Otomotif di Makasar sebagai lokasi penelitian yaitu Pimpinan PT. Megah Putera Sejahtera (Suzuki), Pimpinan PT. Astra Internasional Urip (Daihatsu), Pimpinan PT. Toyota Kalla Urip (Toyota).

DAFTAR PUSTAKA

- Berndt, A., 2009, Investigating Service Quality Dimensions In Sout African Motor Vehicle Servicing, *African Journal of Marketing Management*, 1 (1), 1-9
- Bojanic, D., dan Rosen, D., 1994, Measuring Service Quality In Restaurant: An Application of The SERVQUAL Instrument, *Hospitality Research Journal*, 18 (1), 3-14
- Bolton, R.N. dan Drew, J.H., 1991, A Mustistage Model of Consumer Assesment of Services Quality and Value, *Journal of Consumer RESEARCH*, 17, 375-384.
- Castel, D., 2001, *A Sustainability Vision for the Automotiev Services Industry*, Prepared for Oregon DEQ, USEPA Region X Office Seattle, Washington.
- Connor, B., 2006, What Is Youe New Business Model, *Motor*, Februari, 55-58.
- Convederation of India Industry, 2008, Skill Gaps in Indian Automotive Service Industry Sector, *CII Report for Auto Serv 2008*, India's Focused Exhibition on Automotive Care, 7 – 9 November, Chennai, India.
- Dabholkar, P.A., Shepherd, C.D. and Thorpe, D.I., 2000, A Comprehensive Framework Forservice Quality: an Investigation of Critical Conceptual and Measurements Issues Through a Longitudinal Study, *Journal of Retailing*, 76 (2), 131-139
- Darastemi, A.Y. dan Jahromi, A.E., 2009, *Measuring Customer Satisfaction Using a Fuzzy Inference System*, *Journal of Applied Science*, 9 (3), 469 - 478
- Farid, M., 2010, Pengembangan Model Service Quality pada Industri Otomotif, *Tesis*, Program Studi Teknik dan Manajemen Industri. Institut Teknologi Bandung
- Farid, M. dan Wiratmadja, I.I., 2011. Pengembangan Model Service Quality pada Industri Otomotif, Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri & Kongres BKSTI, 5-6 Oktober 2011, Medan, Indonesia.
- Getty, J.M. dan Getty, R.L., 2003, Lodging Quality Index (LQI) Assesing Customer's Perceptions of Quality Delivery, *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 15 (2), 94 - 104
- Gronroos, C., 2000, *Service Management and Marketing; A Customer Relationship Management Approach*, Second Edition, John Wiley & Sons, New York.
- Lamb, Charles, Joseph H., dan Daniel, M.C., 2001, *Marketing*, Edisi ke 5, Alih Bahasa edisi Indonesia oleh David Ocatavia, Salemba Empat, Jakarta.

- Martin, M. J. C., 1994, *Managing Inovaion and Entrepreneurship in Technology-Based Firms*, John Wiley & Sons, INC, New York.
- Miguel P. A.C., Da Silva MT., Chiosini, E. L., dan Schutzer, K., 2005, Assesment of Service Quality Dimensions: a Study in a Vehicle Repair Service Chain, <http://www.poms.org/conferences/cso2007/talks/36.pdf>
- Olorunniwo, F., dan Hsu, M.K. 2006, A Tipologi Analysis of Service Quality, Customer Satisfaction and Behavioral in The Service Factory , *Managing Service Quality*, 16 (2), 106 – 123.
- Parasuraman, A., Zeithaml, V.A., Berry L.L., 1985, A Conceptual Model of Service Quality and Its Implication For Future Research, *Journal of Marketing*, 49 (4), 41-50.
- Sakina, L., 2003, Identifikasi Bariabel Kualitas Pelayanan Bengkel untuk Memperbaiki Kualitas Jasa Bengkel Mobil, *Tesis*, Program Studi Teknik dan Manajemen Industri. Institut Teknologi Bandung.
- Schmenner, R.W., 2004, Service Business and Productivity, *Decision Sciences*, 35 (3), 333-347
- Sekaran, 2003, *Research Methods For Business*, Edisi ke 4, Alih Bahasa Indonesia: Kwan Men Yon, Salemba Empat, Jakarta
- Sugiyono, 2008, *Statistika untuk Penelitian*, Alfabeta, Bandung.
- Triatmono, 2021, *Data Penjualan Mobil Tahun 2010-2021*, <https://triatmono.info/data-penjualan-tahun-2012/data-penjualan-mobil-2017/>
- Wang, C-N., Day, J-D., & Farid, M., 2019. Service Innovation Model of the Automobile Service Industry, *Applied Sciences*, 9 (12), 2403.
- Zeithaml, V.A., dan Bitner, M.J., 2000, *Service Marketing: Integrating CustomerFocus Across The Firm*, Irwin McGRaw-Hill, New York.
- http://www.auto2000.co.id/page/info_bengkel_auto2000.aspx Diakses tanggal 17 April 2021.

PENERAPAN *LEAN AND GREEN VALUE STREAM MAPPING* UNTUK MENGIDENTIFIKASI WASTE DAN DAMPAK LINGKUNGAN PADA INDUSTRI MANUFAKTUR

Andi Nurwahidah*

Teknik Industri Agro, Politeknik ATI Makassar, Makassar, Indonesia

Mulyadi

Teknik Industri, Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia

Nilda

Teknik Industri, Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia

*E-mail korespondensi: nurwahidah.andi@atim.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan industri manufaktur menuntut perusahaan untuk dapat bersaing secara kompetitif dengan perusahaan pesaingnya. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan mengurangi pemborosan pada proses produksi. PT ABC merupakan Industri Manufaktur yang memproduksi parts mesin, dan berbagai pesanan lain yang berbahan dasar dari baja. Permasalahan yang dihadapi perusahaan saat ini adalah masih sering terjadi waste dan kegiatan tidak bernilai tambah, seperti produk cacat, motion, waiting dan transportation. Tujuan penelitian untuk mengidentifikasi kegiatan pemborosan yang terjadi dan dampak lingkungan pada proses produksi. Metode penelitian yang digunakan adalah Lean and Green Value Stream Mapping dan Failure Mode and Effect Analysis. Metode VSM yang digunakan untuk mengidentifikasi waste dan dampak lingkungan pada proses produksi PT ABC, sedangkan FMEA digunakan untuk mengidentifikasi penyebab dan failure yang terjadi. Hasil identifikasi menggunakan metode lean and green Value Stream Mapping terdapat banyak kegiatan pemborosan yang terjadi seperti pemborosan transportation, waiting, motion, dan defect. Sedangkan dari segi green waste didapatkan pemborosan transportasi, emisi dan sampah. Hasil penilaian menggunakan metode FMEA didapatkan risiko yang memiliki potensi terjadi yang tinggi yaitu material yang tidak sesuai spesifikasi dan kebersihan perusahaan yang kurang. Usulan perbaikan untuk setiap jenis failure/waste diharapkan dapat mengurangi terjadinya waste yang sering terjadi pada perusahaan.

Kata Kunci: *green Value Stream Mapping, Waste, Failure Mode and Effect Analysis, Industri Manufaktur*

ABSTRACT

The development of the manufacturing industry requires companies to be able to compete competitively with rival companies. One effort that can be done is to reduce waste in the production process. PT ABC is a Manufacturing Industry that produces machine parts, and various other orders made from steel. The problem faced by the company today is that waste and non-value added activities often occur, such as defective products, motion, waiting and transportation. The research method used is Lean and Green Value Stream Mapping and Failure Mode and Effect Analysis. The VSM method is used to identify waste and environmental impacts in the production process of PT ABC, while FMEA is used to identify the causes and failures that occur. The results of the identification using the lean and green Value Stream Mapping method

there are many wasteful activities that occur such as waste of transportation, waiting, motion, and defects. Meanwhile, in terms of green waste, transportation waste, emissions and waste are obtained. The results of the assessment using the FMEA method were found that the risk had a high potential for occurrence, namely materials that did not meet specifications and lack of company hygiene. Proposed improvements for each type of failure/waste are expected to reduce the occurrence of waste that often occurs in companies

Keywords: *green Value Stream Mapping, Waste, Failure Mode and Effect Analysis, Manufacturing Industri*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan Industri Manufaktur saat ini mendorong industri untuk berlomba-lomba menang dari pesaingnya. Persaingan yang sangat kompetitif inilah yang menuntut industri untuk meningkatkan keunggulan kompetitif agar dapat memenangkan persaingan, salah satu upaya dalam meningkatkan keunggulan adalah meminimasi *waste* (Pemborosan). Pemborosan dapat menambah waktu produksi dan bisa memunculkan biaya tambahan karena adanya kegiatan yang tidak dibutuhkan. selain dari identifikasi pemborosan yang terjadi, konsep green manufacture juga dapat diimplementasikan untuk mendukung keunggulan suatu industri.

PT ABC merupakan industri manufaktur yang bergerak dibidang pembuatan parts mesin dan produk berbahan dasar baja. Perusahaan saait ini mengalami permasalahan Karena tidak mencapai target penjualan, hal ini dikarenakan banyaknya industri pesaing yang memiliki keunggulan dari segi waktu penyelesaian produk, selain itu banyaknya barang *work in process* yang hilang karena ada proses *waiting* untuk dapat dilanjutkan ke proses selanjutnya sehingga menimbulkan waktu tambahan untuk mencari WIP tersebut.

Penelitian terdahulu oleh (Ikatinasari et al, 2018) menggunakan metode *Lean and Green Manufacturing* untuk meminimasi pemborosan dan polusi yang disebabkan oleh proses manufaktur . Hasil identifikasi dan penerapan konsep *Lean and Green Manufacturing* didapatkan penurunan waktu *lead time* 15%. Penelitian lainnya dilakukan oleh (Dimiyati, et al, 2019) dengan menggunakan metode *Green Values Stream Mapping* untuk mengevaluasi dampak lingkungan dari suatu proses produksi. Didapatkan beberapa aspek yang dapat diperbaiki untuk mengurangi dampak lingkungan yang disebabkan oleh proses produksi.

Penerapan metode *Lean and Green Value Stream Mapping* diharapkan dapat mengidentifikasi pemborosan (*waste*) dan dampak lingkungan dari proses produksi PT ABC dalam upaya meningkatkan jumlah produksi dan memberikan suatu keunggulan kompetitif pada perusahaan.

2. BAHAN DAN METODE

Lean Manufacturing merupakan suatu metode untuk mengeliminasi pemborosan (*waste*) yang terjadi pada proses produksi. Lean berfokus dalam mengidentifikasi dan menghilangkan kegiatan pemborosan dan tidak bernilai tambah dengan tujuan untuk kepuasan pelanggan (Gaspersz, 2011). Value Stream Mapping adalah alat yang digunakan untuk melihat aliran bahan dan informasi dari proses bisnis yang bertujuan untuk mengidentifikasi pemborosan (*waste*) yang terjadi pada setia aliran proses produksi (De Steur, et al, 2016). Green Value Stream Mapping merupakan penggabungan antara konsep Green dan Lean Manufacturing dengan melakukan identifikasi pemborosan (*waste*) dan dampak lingkungan dari suatu proses produksi.

Failure Mode and Effect Analysis merupakan metode yang digunakan untuk menganalisa dan memberikan nilai risiko yang berhubungan dengan suatu produk ataupun proses dengan mengidentifikasi semua risiko yang mungkin saya terjadi pada suatu proses produksi dan memberikan nilai prioritas untuk proses perbaikan dari suatu risiko. FMEA sering digunakan untuk mengurangi dampak risiko yang ditimbulkan dan mencegah suatu mode kegagalan sebelum terjadi (Feili et al, 2013)

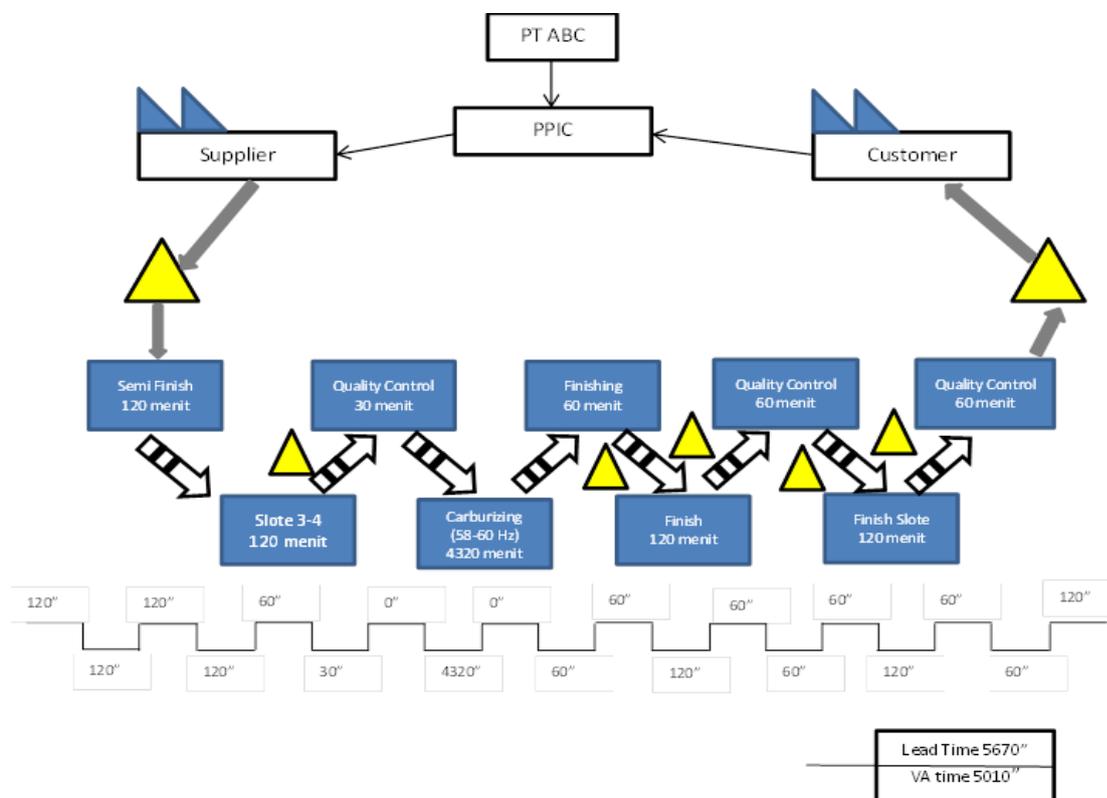
Penelitian ini menggunakan dua metode yaitu :

- a. *Lean and Green Value Stream Mapping*, metode ini digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan (*waste*) yang terjadi serta mengidentifikasi dampak lingkungan yang disebabkan dari proses produksi
- b. *Failure Mode and Effect Analysis*, metode ini digunakan untuk mengidentifikasi risiko, penyebab dan dampak dari pemborosan dan dampak lingkungan yang telah diidentifikasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. *Value Stream Mapping*

PT ABC menghasilkan berbagai macam jenis produk sesuai dengan pesanan pelanggan, akan tetapi ada beberapa jenis produk yang mereka produksi secara *reguler*. Produk tersebut melewati 9 proses produksi, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Value Stream Mapping Proses Produksi

Hasil identifikasi menggunakan metode *value stream mapping* didapatkan ada 9 proses yang harus dilewati untuk membuat produk, dimana waktu *lead time* yang teridentifikasi adalah 5670 menit dan waktu dengan kegiatan bernilai tambah (*Value Added Activity*) adalah 5010 menit.

Pemborosan yang terjadi dapat diidentifikasi dengan menggunakan metode *Process Activity Mapping* untuk mengidentifikasi kegiatan yang bernilai tambah dan tidak bernilai tambah serta pemborosan yang terjadi.

Tabel 1. Process Activity Mapping

No	Aktivitas	Waktu (menit)	Aktivitas					VA/NNVA/NNVA
			Operation	Transportation	Inspection	Storage	Delay	
1	Bahan baku masuk gudang	120				√		NNVA
2	Semi Finish	120	√					VA
3	Menunggu untuk di proses selanjutnya (WIP)	120					√	NVA
4	Slote 3-4	120	√					VA
5	Menunggu untuk di proses selanjutnya (WIP)	60					√	NVA
6	Quality Control	30			√			NNVA
7	Carburizing	4320	√					VA
8	Finishing	60	√					VA
9	Menunggu untuk di proses selanjutnya (WIP)	60					√	NVA
10	Finish/ Grinding Cylindrical	120	√					VA
11	Menunggu untuk di proses selanjutnya (WIP)	60					√	NVA
12	Quality Control	60			√			NNVA
13	Menunggu untuk di proses selanjutnya (WIP)	60					√	NVA
14	Finish Store	120	√					VA
15	Menunggu untuk di proses selanjutnya (WIP)	60					√	NVA
16	Quality Control	60			√			NNVA

Dari hasil identifikasi menggunakan metode *process activity mapping* didapatkan ada sebanyak 16, aktivitas dimana kegiatan *Value added (VA)* sebanyak 6 kegiatan, kegiatan *Necessary Non Value Added (NNVA)* sebanyak 4 kegiatan dan yang terakhir kegiatan *Non Value Added (NVA)* sebanyak 6 kegiatan. Kegiatan *Non Value Added* disebabkan produk yang harusnya diproses mengalami *delay* karena kurangnya operator yang kurang sehingga juga menimbulkan *waste Waiting*. Selain itu terdapat juga kegiatan *Necessary Non Value Added* yang berasal dari kegiatan pengecekan kualitas yang berulang-ulang, hal ini disebabkan karena pekerja yang masih kurang terampil, sehingga banyak menghasilkan produk yang cacat yang membuat perusahaan melakukan banyak skali proses pengecekan. Selain karena skill dari pekerja, bahan baku yang tidak sesuai spesifikasi pelanggan membuat bertambahnya produk cacat. Pada Tabel 2 dapat dilihat jenis pemborosan (*waste*) pada setiap proses produksi

Tabel 2. Identifikasi waste pada setiap proses produksi

No	Aktivitas	Pemborosan (<i>waste</i>)	Dampak Lingkungan
1	Semi Finish	Transportation, Defect, Motion, Inventory, Waiting, Over Processing	Material Waste
2	Slote 3-4	Transportation, Motion, Inventory, Waiting	Garbage Waste
3	Quality Control	Transportation, motion, inventory, waiting	-
4	Carburizing	Transportation, Waiting	-
5	Finishing	Transportation, Defect, Motion, Inventory, Waiting, Over Processing	Material Waste, Garbage Waste
6	Finish/Grinding Cylindrical	Transportation, Defect, Motion, Inventory, Waiting, Over Processing	Material waste, garbage waste
7	Quality Control	Transportation, Motion, Inventory, waiting,	-

8	Finish Store/ Electrical Dics Machine	Transportation, Defect, Motion, Inventory, Waiting	Material Waste, garbage Waste
9	Quality Control	Transportation, Motion, Waitingm	-

Adapun penilaian berdasarkan pedoman Industri Hijau terhadap kondisi aktual yang terjadi diperusahaan seperti yang terlihat pada Tabel 3

Tabel 3. Penilaian berdasarkan pedoman Industri Hijau

Panilaian	Kondisi Aktual Perusahaan
Program efisiensi produksi	Masih kurang dikarenakan banyaknya barang cacat dari hasil produksi
Material input	Masih kurang karena banyaknya barang yang cacat mengakibatkan penggunaan bahan baku/input yang lebih banyak dari yang direncanakan
Audit energi	Tidak pernah melakukan audit penggunaan energi
Audit Air	Tidak pernah melakukan audit penggunaan air
Teknologi proses	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ada program <i>reuse, reduce, recycle</i> dengan mengolah kembali sisa potongan material yang tidak digunakan sebagai stok material digudang untuk produk lain 2. Jarang dan sudah tidak pernah menghitung kinerja peralatan untuk mengetahui tingkat kesempurnaan proses produksi 3. Tingkat barang <i>reject</i> yang sangat tinggi, bahkan mendapatkan nilai C dari pelanggan karena banyaknya barang <i>reject</i>
Lingkungan Kerja	Ada pemantauan lingkungan kerja, akan tetapi lingkungan kerja masih tergolong kurang sehat bagi pekerja dikarenakan ruangan yang tertutup rapat sedangkan banyak polusi dari hasil mesin serta udara yang sangat panas. Begitupun dengan pencahayaan yang kurang maksimal
Program penurunan CO ₂	Tidak memiliki KPI mengenai emisi yang dikeluarkan pada saat proses produksi
Pemenuhan baku mutu	Melakukan pengolahan limbah dengan cara menjual limbah agar dapat menjadi pemasukan bagi perusahaan
Sarana pengolahan limbah/emisi	Terdapat lokasi untuk menyimpan limbah sesuai dengan jenis limbahnya
CSR	Program CSR masih belum rutin dilakukan
Penghargaan	ISO
Kesehatan karyawan	Dilakukan pemeriksaan kesehatan 1 kali dalam 2 bulan

Setelah melakukan identifikasi jenis kegiatan dan jenis pemborosan yang terjadi, maka dilakukan perbaikan dengan menghilangkan kegiatan yang tidak bernilai tambah dan juga dapat menyebabkan pemborosan pada proses produksi seperti yang terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Process Activity Mapping setelah perbaikan

No	Aktivitas	Waktu (menit)	Aktivitas					VA/NVA/NNVA
			Operation	Tranportation	Inspection	Storage	Delay	
1	Bahan baku masuk gudang	20				√		NNVA
2	Semi Finish	120	√					VA
3	Slote 3-4	120	√					VA
	Quality Control	30			√			NNVA
4	Carburizing	240	√					VA
5	Finishing	60	√					VA
6	Finish/ Cylindrical	120	√					VA
7	Quality Control	60			√			NNVA

No	Aktivitas	Waktu (menit)	Aktivitas					VA/NVA/NNVA
			Operation	Transportation	Inspection	Storage	Delay	
8	Finish Store	120	√					VA
9	Quality Control	60			√			NNVA

Untuk usulan perbaikan, perusahaan baiknya membuang kegiatan yang termasuk kegiatan *Non Value Added* seperti waiting. Kegiatan ini hanya akan menimbulkan pemborosan waktu, dan juga dapat menyebabkan produk WIP tersebut hilang ataupun terlupakan untuk dilanjutkan kembali produksinya. Sedangkan kegiatan *Necessary Non Value Added* harusnya juga dihilangkan karena hanya akan menambah *leadtime* produksi.

b. *Failure Mode and Effect Analysis*

Hasil identifikasi menggunakan metode FMEA untuk mengetahui risiko yang akan terjadi pada perusahaan jika tidak melakukan perubahan ada berbagai macam. Hasilnya ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. *Failure Mode and Effect Analysis*

No	Failure Mode	Cause	Effect	Occ	Sev	Det	RPN	Solution
1	Waste Transportation	Letak antar mesin yang berjauhan dan tidak berurutan sesuai proses	Menambah <i>leadtime</i> , barang bisa saja tercecer jika tidak langsung dibawa ke mesin selanjutnya	9	3	1	27	Mengatur ulang tata letak mesin
2	Waste Defect	<ul style="list-style-type: none"> Material terlepas dari chuck dan terlempar keluar dari mesin Material yang tidak sesuai spesifikasi yang diinginkan pelanggan Pekerja tidak handal dalam menggunakan mesin Pekerja tidak bisa membaca desain gambar 	<ul style="list-style-type: none"> Barang menjadi cacat Menambah <i>leadtime</i> produksi Mengurangi kepercayaan konsumen 	10	10	5	500	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan pemeriksaan kondisi mesin sebelum beroperasi Melakukan pemeriksaan atas bahan baku yang datang Memberi pelatihan kepada pekerja
3	Motion	Perkakas tidak ditempatkan pada tempatnya, sehingga terjadi proses mencari	Menambah <i>lead time</i> produksi	8	1	3	24	Menempatkan seluruh peralatan pada tempatnya
4	Inventory	Banyak barang <i>work in process</i> (WIP) karena tidak langsung diproses di proses selanjutnya	Produk WIP bisa hilang ataupun terlupa untuk diselesaikan sehingga melewati	8	8	5	320	Sebaiknya produk WIP tidak boleh ada, ataupun mencatat jika terpaksa terjadi delay dan menyiapkan

No	Failure Mode	Cause	Effect	Occ	Sev	Det	RPN	Solution
			waktu <i>deadline</i> dari pelanggan					tempat khusus untuk produk WIP
5	waiting	Jumlah pekerja yang dapat menangani mesin masih sangat kurang	<i>lead time</i> produksi akan bertambah	7	3	3	63	Penambahan pekerja pada departemen produksi dan memberikan pelatihan pada pekerja baru
6	Overprocessing	Terlalu banyak proses <i>quality control</i> yang diakibatkan oleh <i>human error</i> yang sering terjadi pada proses produksi sehingga harus selalu dilakukan pengecekan kualitas	<i>Lead time</i> produksi akan bertambah dan penambahan biaya untuk melakukan pengecekan kualitas yang berulang-ulang	10	8	3	240	Pengecekan dimensi dapat dilakukan oleh operator tanpa membawa ke ruang <i>quality control</i>
7	Garbage Waste	Tidak adanya penampungan gram-gram sisa produksi	Dapat membahayakan pekerja	8	9	2	144	Untuk setiap mesin disediakan penampungan gram-gram

Hasil identifikasi mendapat 6 failure mode yang macam-macam. Nilai RPN tertinggi berasal dari *Waste Defect* dimana material/bahan baku yang datang tidak sesuai dengan pesanan atau dengan mutu yang kurang layak sehingga mengakibatkan banyak barang yang cacat ataupun ditolak oleh konsumen dengan alasan tidak sesuai spesifikasi. Hal ini dikarenakan perusahaan ini merupakan perusahaan yang memproduksi spare part dimana jika barang yang dihasilkan tidak sesuai dengan spesifikasi di awal maka tidak layak digunakan. Barang cacat dan pekerja yang tidak sesuai keahlian juga menjadi penyebab tingginya nilai RPN risiko tersebut, banyak barang cacat yang dihasilkan perusahaan berasal dari proses produksi yang tidak benar, material yang kurang baik dan juga pekerja yang tidak menguasai mesin, sehingga disarankan untuk melakukan pengecekan bahan baku yang baru masuk dan juga menunjukkan pekerja untuk memegang mesin sesuai keahlian dan disarankan untuk melakukan pelatihan agar jika seorang pekerja yang bertanggung jawab atas suatu mesin tidak hadir bisa digantikan dengan orang lain.

4. KESIMPULAN

Dari hasil identifikasi menggunakan *Lean and Green Value Stream Mapping* didapatkan bahwa masih banyak sekali pemborosan, kegiatan yang tidak bernilai tambah dan beberapa dampak lingkungan yang terjadi seperti *waste motion, transportation, defect, over processing* dan *garbage*. Hal ini disebabkan oleh masih kurangnya kemampuan dari pekerja untuk dapat bekerja dengan baik sehingga menghasilkan barang yang cacat yang mengakibatkan banyaknya kegiatan yang tidak bernilai tambah yang masih terus dilakukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penghargaan kepada Universitas Hasanuddin atas pendanaan yang diberikan untuk dapat melaksanakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- De Steur, H. Wesana, Joshua., Dora Manoj K., Perace Darian., Gellynck Xavier., (2016) Applying Value Stream Mapping to Reduce Food Losses and Waste in Supply Chains: A Systematic Review. *Management Waste*, Volume LVIII, pp 359-368.
- Dimiyati, A.F., Singgih M.L., (2019). Environmental Impact Evaluation Using Green Value Stream Mapping (Green-VSM) and Life Cycle Assesment (LCA). *Jurnal Teknik ITS Vol 8, No 2*, ISSN 2337-3539 (2301-9271 Print)
- Feili, H. M., Navid, A., Lotfizadeh H., Bairampour, (2013). Risk Analysis of Geothermal Power Plant using Failure Modes and Effect Analysis (FMEA) Technique. *Energy Conversion and Management* 72 (2013) 69-76.
- Gaspersz, V., Fontana, A. (2011). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industry, Waste Elimination, and Continous Cost Reduction*. Edisi Kedua. Bogor. Vinchristo Publication
- Ikatrinasari, Z. F., Hasibuan, S., Kosasih. (2018). The Implementation Lean and Green Manufacturing through Sustainable Value Stream Mapping. *International Conference on Dfesign, Engineering and Computer Sciences. IOP Conf. Series: Material Science and Engineering* 453

PENGEMBANGAN STRATEGI MITIGASI RISIKO RANTAI PASOK PRODUK AVTUR (STUDI KASUS: PT MIGAS XYZ)

Fandy Achmad Sitaba*

Teknik Industri, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

Anggriani Profita

Teknik Industri, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

H. Dharma Widada

Teknik Industri, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

*E-mail korespondensi: fandyachmad.sitaba02@gmail.com

ABSTRAK

Perusahaan minyak dan gas merupakan salah satu sektor bidang yang sangat besar di Indonesia. Seperti pada daerah Kalimantan yang menjadi pemasok 2/3 minyak dan gas di Indonesia, dimana salah satu produknya yaitu Avtur. Dalam rantai pasok avtur memiliki bagian yang cukup kompleks dan berisiko tinggi terjadinya penurunan kinerja rantai pasoknya. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa risiko kritis dan membuat strategi mitigasi risiko pada rantai pasok avtur PT MIGAS XYZ, guna meminimalisir risiko yang ada sehingga berkontribusi menghasilkan produk yang efektif dan efisien dengan menggunakan metode simulasi Monte Carlo (software crystal ball), dan Fault Tree Analysis (FTA) untuk memitigasi risiko yang paling kritis. Terdapat total 20 risiko yang dikategorikan menjadi 3 risiko kritis, diketahui risiko kritis dari proses eksplorasi adalah R4 (mesin/alat pengebor rusak). Risiko kritis pada proses produksi adalah R10 (kebakaran). Kemudian risiko kritis pada proses distribusi adalah R19 (terjadinya kecelakaan truck/kapal tangk. Selanjutnya disusun strategi mitigasi risiko dengan mempertimbangkan keterkaitan antar risiko pada metode FTA dan diperoleh mitigasi sebanyak 59 mitigasi.

Kata Kunci: minyak dan gas, strategi mitigasi risiko, simulasi Monte Carlo, Fault Tree Analysis (FTA), crystal ball

ABSTRACT

Oil and gas companies are one of the very large field sectors in Indonesia. As in Borneo which is a supplier of 2/3 of oil and gas in Indonesia which one of the product is Avtur. Supply chain in avtur has a very complex part and high risk to decreased supply chain performance. The existence of other risks in the upstream avtur supply chain also has the potential to harm and disrupt the avtur production process in terms of time and cost. The purpose of this study was to analyze critical risks and create risk mitigation strategies in the avtur supply chain of PT MIGAS XYZ, in order to minimize existing risks so that can contribute to produce effective and efficient product with methods Monte Carlo simulations (software crystal ball), and Fault Tree Analysis (FTA) to mitigate the most critical risks. There were a total of 20 risks categorized into 3 critical risks, it was known that the critical risk of the exploration process is R4 (faulty drilling machine/ tool). The critical risk to the production process was R10 (fire). Then the critical risk in the distribution process is R19 (the occurrence of truck / tank ship accidents). Furthermore, mitigation strategies were prepared by considering between risks in the FTA method and earned 59 mitigations.

Keywords: *oil and gas, risk mitigation strategies, Monte Carlo simulations, Fault Tree Analysis (FTA), crystal ball*

1. PENDAHULUAN

PT MIGAS XYZ merupakan salah satu perusahaan di Indonesia yang memiliki proses bisnis berfokus kepada pengelolaan minyak dan gas bumi untuk diubah menjadi produk bahan bakar. Sebagian besar hasil pengolahan produk (minyak dan gas bumi) oleh PT MIGAS XYZ disalurkan ke seluruh Kawasan Indonesia Timur (KIT) yang merupakan 2/3 dari NKRI. Selain itu, beberapa hasil dari produk akhir sebagian diekspor ke luar negeri.

Banyak produk hasil pengolahan yang dihasilkan oleh PT MIGAS XYZ salah satunya adalah bahan bakar Avtur. Pada tahun 2019, konsumsi bahan bakar Avtur di Indonesia cukup besar yaitu sekitar 74.000 KL. Namun, dengan adanya pandemi yang terjadi pada tahun 2020 lalu membuat konsumsi Avtur di Indonesia menurun secara signifikan sebesar 96% dari tahun sebelumnya. Penurunan tersebut dikarenakan adanya pembatasan penggunaan transportasi udara sehingga berdampak kepada bahan bakar Avtur yang tidak dapat didistribusikan ke bagian penerbangan. Secara tidak langsung dengan adanya pembatasan tersebut berdampak kepada proses rantai pasok dari bahan bakar Avtur khususnya pada kegiatan proses produksi (pengolahan) yang menjadi terhenti dalam memproduksi bahan bakar Avtur. Sehingga, PT MIGAS XYZ perlu mengadakan evaluasi berkala mengenai proses rantai pasok bahan bakar Avtur. Hal ini bertujuan agar potensi risiko-risiko yang dapat menghambat kegiatan rantai pasok perusahaan seperti kegagalan dalam produksi dimana kebutuhan konsumen tidak terpenuhi ataupun sebaliknya dimana produk yang diproduksi kelebihan tidak terjadi.

Aviation Turbine Fuel (AVTUR) atau secara internasional lebih dikenal dengan nama *Jet A-1*, merupakan bahan bakar untuk pesawat terbang jenis *jet* (baik tipe *jet propulsion* atau *propeller*). Avtur adalah minyak tanah dengan spesifikasi yang diperketat, yaitu total sulfur sebesar 0,3%, titik didih 300 derajat celsius, dan memiliki nilai oktan diatas 100. Secara umum, Avtur memiliki kualitas jenis minyak yang lebih baik dibandingkan bahan bakar lainnya. Untuk melakukan proses pengolahan pada minyak mentah, perlu diketahui karakteristik dan spesifikasi dari minyak mentah (bahan baku) yang akan diolah. Untuk mengetahui mutu dan manfaat minyak bumi tersebut, ada beberapa parameter analisa minyak bumi yang digunakan. Parameter tersebut terbagi menjadi 2, yaitu parameter fisik dan kimia (Ginting et al., 2014).

Supply Chain Management (SCM) merupakan sebuah bentuk pembelajaran mengenai pola pendistribusian produk, dimana mampu mengatur pola-pola pendistribusian produk agar menjadi optimal. Pola baru ini berkenaan dengan aktivitas pendistribusian, jadwal produksi, dan logistik. Tujuan utama dari SCM adalah untuk memenuhi seluruh kebutuhan konsumen. Sehingga produk dengan jenis tertentu dapat didistribusikan ke konsumen dengan kualitas baik, serta biaya yang terjangkau dalam waktu yang tepat (Jannah et al., 2020).

Manajemen risiko adalah elemen yang sangat penting dalam menjalankan sebuah perusahaan pada periode saat ini. Dikarenakan semakin banyaknya ilmu, sehingga terjadi perkembangan dan meningkatkan kerumitan aktivitas perusahaan. Hal ini menjadikan risiko yang dihadapi oleh perusahaan semakin tinggi dan perlu di perhatikan lebih. Target utama dari pelaksanaan risiko adalah untuk melindungi perusahaan dari kerugian yang timbul pada pelaksanaan kegiatan perusahaan. Pada pengelolaan risiko perlu dilaksanakan penyeimbangan antara strategi manajemen dengan risiko, agar perusahaan dapat menghasilkan output yang optimal (Munawwaroh, 2017).

Penelitian mengenai rantai pasok seharusnya sudah menjadi fokus perusahaan karena rantai pasok merupakan urat nadi kelancaran bisnis perusahaan. Hal ini disebabkan karena rantai pasok perusahaan adalah sistem yang menghubungkan antara pemasok, perusahaan, dan pelanggannya. Jika sistem ini tidak dikelola dan diatur dengan baik maka perusahaan akan kalah bersaing dengan perusahaan kompetitornya. Ruang Lingkup usaha PT MIGAS XYZ terdiri atas bisnis energi di sektor hulu dan sektor hilir. Bisnis sektor hulu meliputi kegiatan di bidang-bidang eksplorasi, produksi, serta transmisi minyak dan gas. (Harisnanda et al., 2016).

Pada sektor hulu terdapat beberapa risiko yang mungkin terjadi diantaranya adanya kegagalan pada proses pengeboran akibat kerusakan pada peralatan, kurangnya cadangan minyak atau gas, serta tidak optimalnya proses pemisahan *crude oil* yang menyebabkan tidak adanya produk yang dikirimkan dari bagian hulu. Hasil berupa Crude oil yang sudah dilakukan pemisahan akan dikirim ke bagian pengolahan yaitu PT MIGAS XYZ menggunakan jalur perpipaan serta menggunakan kapal (*Tanker*) untuk dibuat bahan bakar siap pakai, kemudian didistribusikan.

Dalam kegiatan proses rantai pasok bahan bakar Avtur termasuk pada perusahaan PT MIGAS XYZ terdapat banyak proses yang saling berkaitan dari proses pengolahan bahan mentah hingga proses pendistribusian produk akhir. Proses rantai pasok tersebut dapat berpotensi terjadinya risiko yang menjadikan kegiatan proses produksi tidak efisien, sehingga diperlukan pengembangan manajemen secara menyeluruh salah satunya ialah dengan manajemen risiko rantai pasok produk Avtur guna meminimalisir risiko yang terjadi. Manajemen risiko rantai pasok adalah pendekatan manajemen risiko yang terjadi pada aliran produk, informasi, bahan baku sampai pengiriman produk akhir atau dikenal dengan rantai pasok kemudian dilakukan mitigasi terhadap risiko tersebut.

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya, penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan strategi mitigasi risiko pada bagian *Supply Chain and Distribution* bahan bakar Avtur PT MIGAS XYZ agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen khususnya pada sektor penerbangan. Mitigasi risiko dilakukan dengan simulasi Monte Carlo, dimana pengolahan datanya dengan melakukan sebanyak 10.000 replikasi simulasi terhadap risiko. Untuk melakukan simulasi Monte Carlo, diperlukan sebuah program atau add-in yang berada didalam software excel yaitu *Crystal ball*. Program ini dapat menjalankan beberapa jenis simulasi dan salah satunya adalah simulasi Monte Carlo. Hasil dari simulasi ini bertujuan untuk mengetahui risiko mana yang paling kritis (*critical*). Pada tahap terakhir simulasi menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengetahui penyebab dari risiko yang paling kritis serta rekomendasi yang tepat untuk mitigasinya.

Simulasi Monte Carlo adalah sebuah pengujian dengan menggunakan angka bilangan secara acak dengan bentuk persamaan matematik. Prediksi dengan Monte Carlo harus dilakukan pengujian data yang sama, dimana melakukan perulangan menggunakan angka bilangan acak yang berlainan, namun memiliki keseragaman data sehingga informasi dapat dihasilkan lebih efisien. Metode ini telah digunakan pada proses yang mengaitkan perilaku acak dan digunakan untuk pengukuran kriteria-kriteria fisik yang tidak mudah, bahkan tidak mungkin untuk dihitung dengan pengukuran eksperimental (Ardiansah et al., 2019).

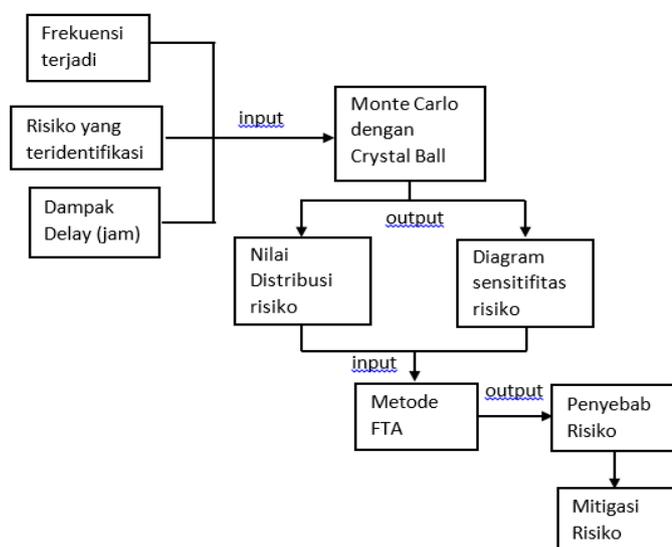
FTA merupakan teknik untuk mengidentifikasi kegagalan (*failure*) dari suatu sistem. FTA didasarkan pada fungsi atau yang lebih dikenal dengan "*top down approach*", karena analisa dengan metode ini berawal dari *system level* (*top*) dan diteruskan hingga ke bawah. Dalam membangun model pohon kesalahan (*fault tree*), dilakukan wawancara dengan manajemen dan melakukan pengamatan secara langsung terhadap proses produksi di lapangan. Selanjutnya sumber-sumber kecelakaan kerja tersebut digambarkan dalam bentuk model pohon kesalahan (*fault tree*) (Gusti & Budiawan, 1996).

2. BAHAN DAN METODE

a. Metode Penelitian

Dalam penelitian di PT. MIGAS XYZ ini teknik pengumpulan data yang digunakan adalah pengamatan (*observasi*), wawancara, dan kuesioner, dan bahan literatur seperti artikel dan laporan perusahaan. Kuisisioner pertama berupa sebuah pertanyaan yang digunakan untuk mengetahui frekuensi serta waktu *delay* pada risiko yang pernah dan yang mungkin dapat terjadi, kuisisioner kedua merupakan kuisisioner untuk menentukan bagaimana melakukan mitigasi prioritas dari masing-masing risiko kritis, sedangkan untuk wawancara melalui diskusi langsung dengan expert judgement mengenai profil serta alur rantai pasok perusahaan. Pada pengolahan data digunakan metode simulasi Monte Carlo dengan bantuan aplikasi *crystal ball* dalam menentukan risiko kritis

dan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk menentukan mitigasi risiko prioritas. Untuk bagan keterkaitan antar metode dapat dilihat pada berikut.



Gambar 1. Bagan Keterkaitan Metode

b. *Prosedur Penelitian*

Prosedur penelitian yang dilakukan di PT MIGAS XYZ adalah sebagai berikut:

- 1) Tahap awal. Pada tahap ini dilakukan studi pendahuluan yaitu kegiatan awal sebelum peneliti melakukan penelitian dan dilakukan untuk mengetahui gambaran umum mengenai permasalahan objek penelitian. Studi pendahuluan yang dilakukan terkait dengan supply chain risk management melalui literatur yang berasal dari buku, jurnal dan laporan penelitian yang diakses melalui daring.
- 2) Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data. Tahap selanjutnya adalah melakukan pengumpulan dan pengolahan data. Pada tahap ini terdiri dari pengumpulan data berupa data primer dan data sekunder. Data primer yaitu observasi, wawancara secara langsung dan kuisioner, sedangkan data sekunder yaitu data yang diperoleh dari studi literatur, studi kepustakaan dan laporan perusahaan PT MIGAS XYZ. Data diolah dengan menggunakan simulasi Monte Carlo melalui software *crystal ball* yaitu adds di microsoft excel untuk menentukan risiko kritis. Kemudian dilakukan mitigasi risiko dengan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk menentukan mitigasi prioritas.
- 3) Setelah data dikumpulkan dan diolah maka dilakukan tahap analisis hasil simulasi berupa diagram dan dianalisis bagan FTA.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. *Identifikasi Risiko*

Setelah mengetahui semua distribusinya maka data-data tersebut dapat dimasukkan kedalam form pada excel *crystal ball*. Pada form tersebut terdapat beberapa kolom yang akan digunakan seperti frekuensi terjadi, *min*, *likely*, *max*, % frekuensi, distribusi dan distribusi * % frekuensi pada 3 kategori kegiatan yaitu eksplorasi, produksi dan distribusi. Hal tersebut berbeda dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ariyani dan Vanany (2013), pada penelitian yang telah dilakukan menggunakan 3 kategori yaitu eksplorasi, produksi dan distribusi yang dimana pada hasilnya memiliki 3 risiko kritis sedangkan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan Ariyani dan Vanany (2013) dimana hanya menggunakan 2 kategori yakni produksi dan distribusi yang dimana hanya memiliki 2 risiko kritis. Kekurangan pada penelitian ini yaitu terletak pada jumlah data yang dirasa kurang banyak, sehingga sebaiknya data yang diambil lebih banyak lagi yang diobservasi.

b. Penentuan risiko kritis pada proses eksplorasi

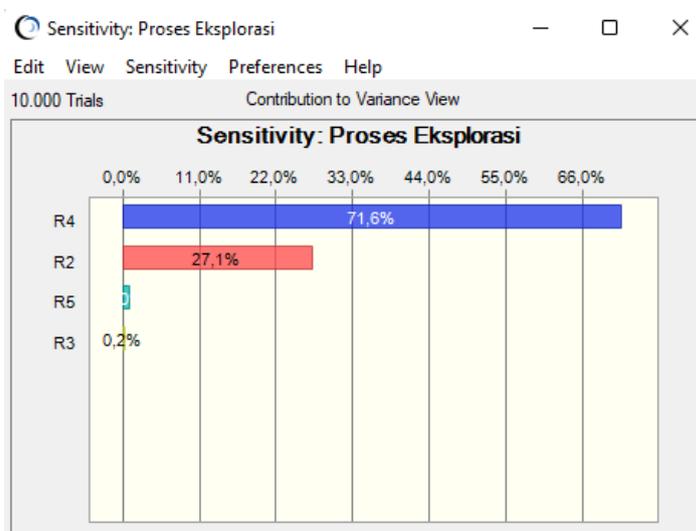
Tabel 1. Nilai Probabilitas Frekuensi * Distribusi pada Proses Eksplorasi

Risk ID	Risiko	Frekuensi Terjadi	Waktu Delay (Menit)			Probabilitas Frekuensi	Distribusi	Probabilitas * Distribusi
			Min	Likely	Max			
R1	Tertumpahnya <i>Crude Oil</i>	3	0	0	0	0,0652	0	0
R2	Kebocoran Pipa Eksplorasi	20	5	15	60	0,4348	26,67	11,5957
R3	Terjadinya kecelakaan Kerja di <i>Site</i>	8	10	15	15	0,1739	13,33	2,3183
R4	Kerusakan Alat Atau Mesin Pengeboran	10	30	50	120	0,2174	66,67	14,4935
R5	Karyawan <i>Site</i> Sakit	5	3	8	14	0,1087	8,33	0,9054
Jumlah						1	115	29,3128

Pada perhitungan probabilitas frekuensi * distribusi dapat dilihat pada Tabel 1. dengan nilai tertinggi yaitu pada risiko kerusakan alat atau mesin pengeboran yaitu sebesar 14,4935. Sehingga risiko kerusakan alat atau mesin pengeboran merupakan risiko yang paling kritis yang sangat mempengaruhi waktu *delay* proses rantai pasok produksi Avtur.

Nilai sensitivitas membantu dalam menganalisis kontribusi dari asumsi-asumsi (variabel tidak pasti) terhadap *forecast* dengan hasil yang menunjukkan asumsi data mana yang memiliki dampak terbesar terhadap *forecast*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa risiko yang paling kritis dalam kegiatan proses eksplorasi bahan baku produk Avtur adalah risiko kerusakan alat atau mesin pengeboran dengan persentase tertinggi sebesar 71,6%. Nilai tertinggi ini dikarenakan kerusakan alat atau mesin pengeboran merupakan risiko yang sangat berpengaruh terhadap waktu *delay* dan mampu menghambat proses eksplorasi pada rantai pasok.

Jika dibandingkan dengan risiko lain seperti kebocoran pipa eksplorasi, risiko kerusakan alat atau mesin pengeboran merupakan risiko yang memiliki range perbedaannya paling jauh dari pada jarak nilai risiko-risiko lain karena risiko lainnya yaitu R2, R3 dan R5 memiliki nilai sensitifitas lebih rendah dibandingkan kerusakan alat atau mesin pengeboran (R4), sensitifitas yang rendah menandakan bawah risiko tersebut tidak terlalu berpengaruh terhadap waktu *delay*.



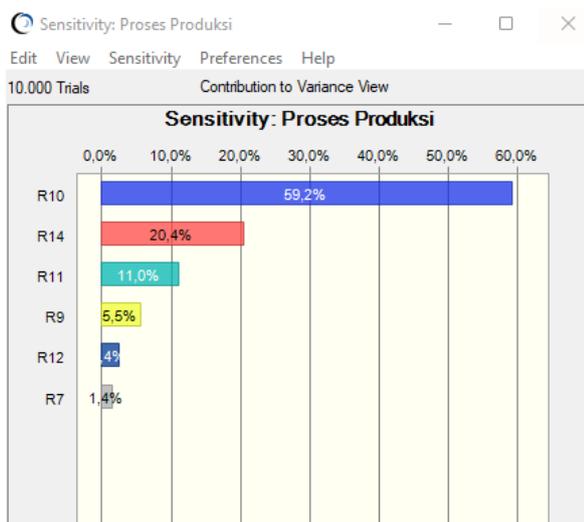
Gambar 2. Hasil Simulasi Monte Carlo pada Proses Eksplorasi

c. Penentuan risiko kritis pada proses produksi

Tabel 2. Nilai Probabilitas Frekuensi * Distribusi pada Proses Produksi

Risk ID	Risiko	Frekuensi Terjadi	Waktu Delay (Menit)			Probabilitas Frekuensi	Distribusi	Probabilitas * Distribusi
			Min	Likely	Max			
R6	Bahan Baku (Crude Oil) Kotor	0	0	0	0	0	-	-
R7	Penjadwalan Pipa Tidak Sesuai	3	5	13	20	0,0612	12,67	0,7757
R8	Kegagalan Proses Blending	0	0	0	0	0	-	-
R9	Korsleting Listrik	2	5	5	30	0,0408	13,33	0,5672
R10	Kebakaran	3	30	45	120	0,0612	65	4,1489
R11	Mesin Mati	3	20	30	60	0,0612	36,67	2,3406
R12	Ketidak Sesuaian Spesifikasi Produk	30	10	15	30	0,6122	18,33	11,7
R13	Kelebihan Kapasitas Produksi	0	0	0	0	0	-	-
R14	Waktu Produksi Tidak Sesuai	4	30	30	80	0,0816	46,67	3,9719
R15	Peningkatan Biaya Operasional	4	0	0	0	0,0816	-	-
Jumlah						1	192,67	22,5767

Pada perhitungan probabilitas frekuensi * distribusi dapat dilihat pada Tabel 2. dengan nilai tertinggi yaitu pada risiko kebakaran yaitu sebesar 4,1489. Sehingga risiko kerusakan alat atau mesin pengeboran merupakan risiko yang paling kritis yang sangat mempengaruhi waktu *delay* proses rantai pasok produksi Avtur. Pada proses produksi diperoleh 10 risiko untuk diidentifikasi. Dari 10 risiko terdapat 3 risiko yang tidak berpengaruh terhadap waktu *delay* yaitu bahan baku crude oil kotor, kegagalan proses blending dan kelebihan kapasitas produksi. Sehingga hanya 7 risiko yang dapat dilakukan simulasi Monte Carlo dengan *crystal ball*. Setelah data diolah, maka diperoleh hasil bahwa risiko yang paling kritis yaitu risiko pada Kebakaran dimana memiliki nilai sebesar 59,2%. Nilai tersebut merupakan nilai tertinggi dibandingkan lainnya seperti pada korsleting listrik yang memiliki nilai sebesar 5,5%.



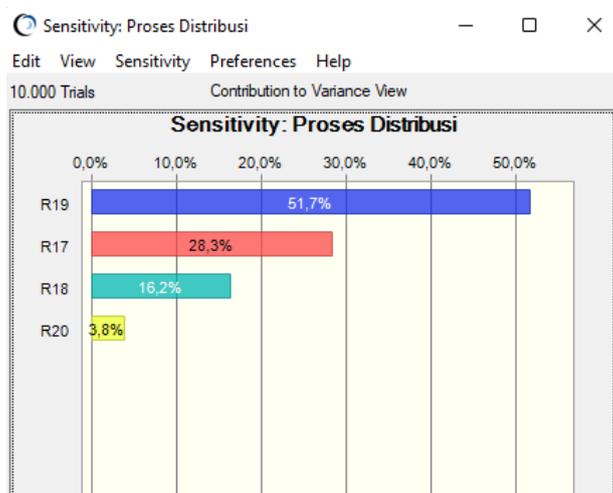
Gambar 3. Hasil Simulasi Monte Carlo pada Proses Produksi

d. Penentuan risiko kritis pada proses distribusi

Tabel 3. Nilai Probabilitas Frekuensi * Distribusi pada Proses Distribusi

Risk ID	Risiko	Frekuensi Terjadi	Waktu Delay (Menit)			Probabilitas Frekuensi	Distribusi	Probabilitas * Distribusi
			Min	Likely	Max			
R16	Kekurangan kebutuhan produk akhir	15	0	0	0	0,4054	-	-
R17	Keterlambatan kapal	5	60	60	180	0,1351	100	13,5135
R18	Terjadinya illegal tapping	10	15	60	120	0,2703	65	17,5676
R19	Terjadinya kecelakaan truck / kapal tangki	5	60	120	240	0,1351	140	18,9189
R20	Matinya mesin secara tiba-tiba	2	10	15	60	0,0541	28,33	1,5314
Jumlah						1	333	51,5314

Dari 5 risiko yang ada pada bagian proses eksplorasi, tidak semua risiko diatas mengakibatkan *delay* rantai pasok. Risiko-risiko berdampak kecil seperti kekurangan kebutuhan produk akhir yang tidak menimbulkan *delay*. Sehingga dalam perhitungan *crystal ball*, risiko tersebut bernilai 0 atau tidak perlu diperhitungkan sebagai risiko. Setelah dilakukan pengolahan data, maka dapat dilihat risiko yang paling kritis dalam proses distribusi produk avtur adalah risiko Terjadinya kecelakaan *truck* / kapal tangki. Untuk kerusakan alat atau mesin pengeboran memperoleh nilai 51,7% dan nilai probabilitas * Distribusi sebesar 18,9189. Nilai ini merupakan nilai tertinggi dibandingkan risiko lainnya seperti terjadinya illegal tapping yaitu sebesar 16,2% dan nilai probabilitas * frekuensi sebesar 17,5676.

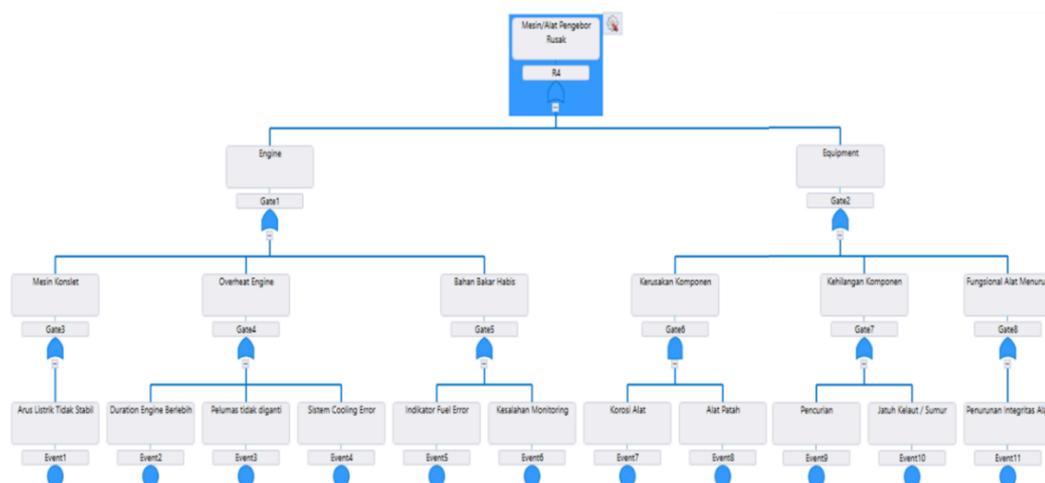


Gambar 4. Hasil Simulasi Monte Carlo pada Proses Distribusi

e. Identifikasi Penyebab Risiko Kritis Dengan Failure Tree Analysis dan Mitigasi

Metode *Fault Tree Analysis (FTA)* merupakan suatu metode analisis yang dapat menganalisa kegagalan dalam suatu *system*. Metode FTA dapat mencari aspek-aspek dari sistem yang terlibat dalam kegagalan utama dan menemukan penyebab terjadinya risiko tersebut. Penggunaan metode ini dapat meminimalisir risiko karena dengan diketahuinya penyebab risiko tersebut maka dapat dilakukan mitigasi risiko yang tepat.

f. *Risiko kerusakan alat atau mesin pengeboran.*



Gambar 5. Fault Tree Diagram Risiko Mesin/Alat Pengebor Rusak

Penyebab kerusakan yang sering terjadi pada mesin atau alat pengebor disebabkan oleh kerusakan pada *engine* atau *equipment* yang digunakan pada saat pengeboran berlangsung. *Engine* bekerja untuk menggerakkan serta melakukan *monitoring* kegiatan pengeboran. Ketika *engine* sudah siap maka dapat menggerakkan alat pengebor dari *Supporting Structure* hingga *Hoisting Equipment*. Jika dilihat dari permasalahan yang terdapat pada *engine* dapat dibagi menjadi 3 faktor yaitu mesin konslet, *overheat engine* dan bahan bakar habis. Pada bagian *equipment* terbagi menjadi 3 faktor juga yaitu kerusakan komponen, kehilangan komponen dan fungsional alat menurun.

Permasalahan pada bagian *engine* yang dapat memicu konsleting listrik yaitu pada saat proses pengeboran terjadi arus pendek listrik dimana dapat memicu kesalahan pada sistem listrik dan membuat listrik mati. Pada permasalahan *overheat engine* dapat terjadi jika penggunaan *engine* berlebihan dari waktu yang dibatasi sehingga temperature *engine* menjadi panas yang dapat merusak mesin. Selain itu, jika pelumas pada bagian bor tidak sering diganti maka mesin tidak mampu menggerakkan mesin bor dengan baik sehingga terjadi gesekan yang dapat memicu panas berlebih.

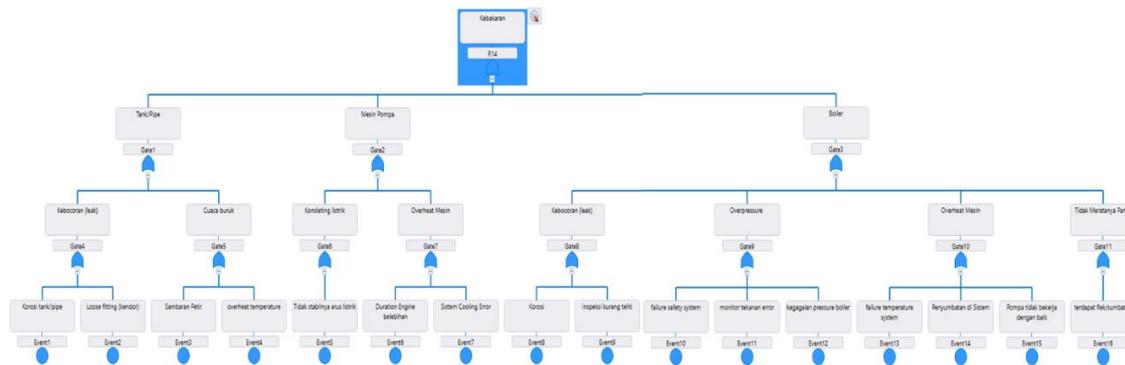
Faktor lain yang memicu *overheat* yaitu sistem *cooling* mesin yang *error*, dimana dapat terjadi jika salah satu alur pengeboran terjadi malfungsi sehingga sistem *cooling* dapat *error* seketika. Faktor terakhir yang memicu *engine* bermasalah yaitu bahan bakar habis, faktor ini terjadi dikarenakan terjadi akibat indikator *fuel* tidak terbaca. Selain indikator *fuel error* terdapat terjadi juga kesalahan saat membaca indikator *fuel* oleh pekerja dikarenakan tidak teliti ketika melakukan *checking fuel*.

Pada bagian *equipment* terdapat beberapa faktor yang dapat menjadi akar kerusakan alat atau mesin pengebor yaitu kerusakan pada komponen. Jika terjadi kerusakan pada komponen pengebor maka memberhentikan pengeboran, kerusakan komponen biasa terjadi dikarenakan adanya korosi yang cukup parah yang memicu terjadinya patahnya alat. Selain kerusakan, dapat terjadi juga kehilangan komponen, kehilangan komponen ini terjadi karena pencurian (*illegal tapping*) yang dapat memicu terjadinya malfungsi *equipment* dan mematikan kegiatan pengeboran. Kehilangan komponen juga dapat terjadi jika komponen tidak sengaja terjatuh kedalam sumur bor ataupun laut dimana dikarenakan getaran pada pengeboran sehingga lepas dan jatuh. Bagian komponen bor juga memiliki umur alatnya sehingga jika terjadi penurunan integritas komponen maka fungsional alat komponen turun dan tidak bekerja secara maksimal.

Mitigasi yang dapat dilakukan untuk risiko kerusakan alat/mesin pengeboran adalah melakukan patroli rutin pada bagian eksplorasi agar tidak terjadi kehilangan komponen dan

membuat mesin rusak. Kehilangan komponen ini dikarenakan pencurian sehingga patroli rutin sangat dibutuhkan. Saran mitigasi ini dapat membantu perusahaan dalam meminimalisir risiko kerusakan alat atau mesin sehingga dapat lebih efisien dan efektif dalam menjalankan kegiatan rantai pasoknya

g. Risiko Kebakaran



Gambar 6. Fault Tree Diagram Risiko Kebakaran

Kebakaran yang terjadi di proses produksi biasanya disebabkan oleh 3 faktor yaitu dari segi *tank/pipe*, mesin pompa dan *boiler*. Dari ketiga faktor tersebut jika salah satu saja terjadi maka memicu kebakaran. Pada bagian *tank/pipa* dapat terjadi kebocoran (*leak*) yang disebabkan karena korosi pada *tank/pipa*, pecahnya pipa, dan kendornya penghubung antar pipa (*loose fitting*). Pada bagian *tank/pipa* sangat rentan terhadap cuaca buruk seperti sambaran petir dan *overheat* temperatur lingkungan, kedua hal tersebut dapat memicu kebakaran seketika karena produk yang diproduksi merupakan bahan bakar yang mudah terbakar.

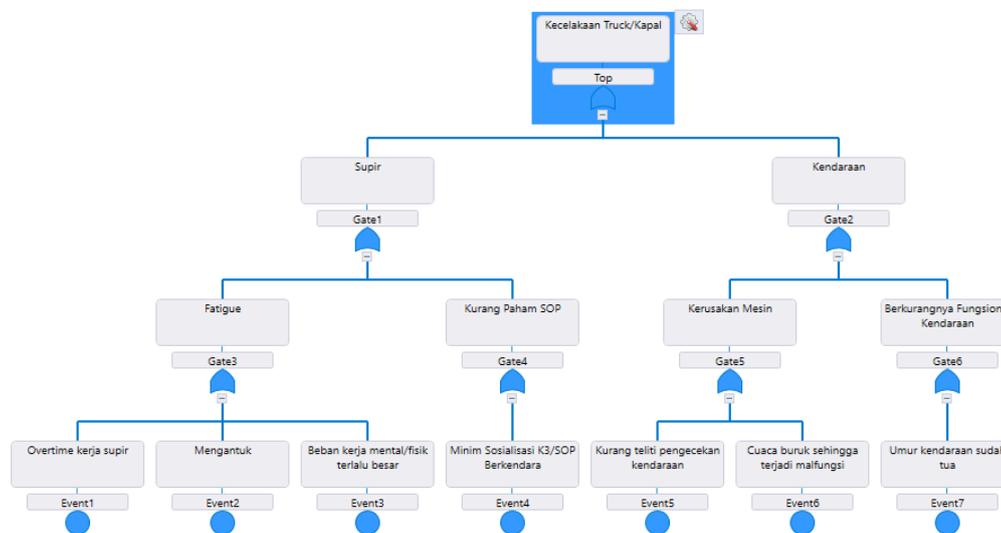
Pada bagian produksi, kebakaran merupakan hal yang sangat berbahaya jika terjadi. Kebakaran dapat terjadi di bagian mesin pompa yang dikarenakan konsleting yang dipicu oleh tidak stabilnya arus listrik. Selain itu juga pada bagian mesin pompa jika terjadi *overheat* memicu kebakaran, *overheat* terjadi karena *duration engine* yang berlebihan dan sistem *cooling* yang tidak bekerja dengan baik sehingga panas mesin tidak dapat di netralisir.

Proses produksi Avtur melalui proses *boiler* dimana menghasilkan *heat* yang cukup tinggi. Kebakaran pada bagian *boiler* disebabkan oleh kebocoran (*leak*), kebocoran ini terjadi jika adanya korosi pada tangki *boiler* dan inspeksi material oleh petugas yang tidak teliti sehingga terjadi kesalahan dalam spesifikasi, integritas dan kesesuaian material yang digunakan sebagai *boiler*. Dalam mengalirkan bahan baku ke *boiler*, digunakan pendorong yang memiliki tekanan, jika terjadi tekanan berlebih (*overpressure*) maka memicu kebakaran juga, *overpressure* yang terjadi biasanya dikarenakan *failure safety system*, monitor tekanan *error* dan kegagalan *pressure boiler*.

Selain *overpressure*, *overheat* juga dapat terjadi yang dikarenakan *failure* pada *temperature system*, penyumbatan sistem *boiler* dan pompa tidak bekerja dengan baik sehingga panas pada *boiler* tidak keluar. Suhu panas yang muncul dari *boiler* dapat memicu kebakaran jika terjadi penyumbatan/flek pada *boiler* yang menyebabkan tidak meratanya panas dalam *boiler*.

Mitigasi yang dapat dilakukan untuk risiko kebakaran adalah melakukan setting batas maksimum tekanan yang masuk kedalam boiler pada bagian produksi agar tidak terjadi *overpressure* dan menyebabkan kegagalan *pressure boiler*. Saran mitigasi ini dapat membantu perusahaan dalam meminimalisir risiko kebakaran sehingga dapat lebih efisien dan efektif dalam menjalankan kegiatan rantai pasoknya.

h. Risiko kecelakaan kapal/truck tangki



Gambar 7. Fault Tree Diagram Risiko Kecelakaan Kapal/Truck Tangki

Kecelakaan pada *truck*/kapal tangki sangatlah beresiko tinggi karena tidak hanya mencelakaikan supir melainkan pengendara lain sehingga memberikan impact yang besar kelingkungan sekitarnya. Dari segi supir sendiri kecelakaan dapat terjadi karena adanya 2 faktor yaitu *fatigue* atau kelelahan dan kurangnya pemahaman supir mengenai SOP berkendara dan mengenai K3. Kelelahan muncul karena supir *overtime* bekerja sehingga kelelahan dan mengantuk, ketika supir mengalami overtime maka beban kerja mental dan fisik supir terlalu besar yang menyebabkan supir tidak fokus dalam berkendara dan terjadilah kecelakaan dalam berkendara. Kemudian ketika supir kurang pengetahuannya mengenai SOP perusahaan dalam berkendara dan pentingnya K3 dalam berkendara seperti surat berkendara dan APD berkendara, maka kemungkinan kecelakaan dapat terjadi.

Selain dari segi supir, terdapat faktor dari segi kendaraannya sendiri, yaitu terjadi kerusakan mesin dan berkurangnya fungsional kendaraan. Kerusakan mesin kendaraan *truck*/kapal tangki merupakan faktor yang sangat fatal karena berasal dari dalam mesin dan dapat terjadi kapanpun seperti pecah ban dan mesin turun. Kerusakan mesin dapat terjadi karena kurang telitinya pengecekan kelayakan kendaraan oleh petugas sehingga terjadi miss dalam pengecekannya, kemudian memaksa kendaraan berjalan ketika cuaca buruk dapat terjadi malfungsi pada mesin dan memicu terjadinya kecelakaan kendaraan. Kemudian ketika umur kendaraan sudah cukup tua maka fungsional kendaraan *truck*/kapal tangki menurun sehingga malfungsi kendaraan dapat terjadi dan berbahaya jika kendaraan tersebut digunakan berkendara dan mengantar bahan bakar.

Mitigasi yang dapat dilakukan untuk risiko kecelakaan kapal/*truck* tangki adalah melakukan crosscheck kembali oleh pengawas pada kendaraan agar tidak terjadi kerusakan mesin kendaraan akibat kurang telitinya pengecekan oleh *driver*. Saran mitigasi ini dapat membantu perusahaan dalam meminimalisir risiko kecelakaan kapal/*truck* tangki sehingga dapat lebih efisien dan efektif dalam menjalankan kegiatan rantai pasoknya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data dengan metode simulasi Monte Carlo, diperoleh hasil risiko sebanyak 20 risiko yang dapat menambah waktu *delay* rantai pasok produk Avtur PT MIGAS XYZ yang terbagi menjadi beberapa kegiatan proses. Terdapat 5 risiko pada kegiatan proses eksplorasi, 10 risiko pada kegiatan proses produksi, dan 5 risiko pada kegiatan proses distribusi. Risiko pada kegiatan proses ekplorasi yang memiliki risiko paling kritis yaitu pada kode risiko

R4 atau kerusakan mesin atau alat pengeboran dengan persentase sensitivity chart sebesar 71,6 %. Kemudian pada kegiatan proses produksi, risiko yang paling kritis yaitu kode risiko R10 atau kebakaran dengan persentase *sensitivity chart* sebesar 59,2 %. Risiko yang paling kritis pada proses distribusi yaitu kode risiko R19 atau terjadinya kecelakaan truck/kapal dengan persentase sensitivity chart sebesar 51,7 %. Nilai kepastian masih berada diatas 99% sehingga kemungkinan terjadinya sangat besar.

Berdasarkan pengolahan data dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dengan cara melakukan Penjabaran (*breakdown*) untuk mencari sumber risiko. Pada kegiatan proses eksplorasi dengan risiko kerusakan mesin atau alat pengeboran, terdapat 11 sumber risiko yang dapat memicu terjadinya risiko tersebut dan 18 mitigasi risiko yang dapat dilakukan. Pada kegiatan proses produksi dengan risiko kebakaran, terdapat 16 sumber risiko yang dapat memicu terjadinya risiko tersebut dan 27 mitigasi risiko yang dapat dilakukan. Kemudian pada kegiatan proses distribusi dengan risiko kecelakaan *truck*/kapal tanki, terdapat 7 risiko yang dapat memicu terjadinya risiko tersebut dan 14 mitigasi risiko yang dapat dilakukan. Mitigasi yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan patroli rutin agar tidak terjadi pencurian komponen, kemudian melakukan setting batas maksimum pressure yang masuk kedalam boiler agar tidak terjadi kegagalan sistem boiler dan melakukan pengawasan serta *crosscheck* oleh pengawas untuk melakukan pengecekan pada mesin kendaraan sesuai dengan SOP.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada karyawan perusahaan PT MIGAS XYZ, Bapak Nugraha dan Bapak Fascal sebagai narasumber dalam mengambil data. Ucapan terima kasih kepada civitas akademika Universitas Mulawarman. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Ibu Anggi dan Bapak Dharma yang telah membantu mengolah data selama penelitian. Tidak lupa kepada kedua orang tua saya yang selalu memberikan dukungan kepada saya selama ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansah, I., Pujiyanto, T., & Perdana, I. I. (2019). Penerapan Simulasi Monte Carlo dalam Memprediksi Persediaan Produk Jadi pada IKM Buluk Lupa. *Jurnal Industri Pertanian*, 01(03), 61–69. <http://jurnal.unpad.ac.id/justin>
- Ginting, J., Prabu, U. A., & Abro, A. (2014). Evaluasi Proses Pembuatan Avtur (Aviation Turbine) Berdasarkan Analisa Sifat Fisik dan Kimia Minyak Mentah (Crude Oil) di PT Pertamina RU II Dumai. *Jurnal Teknik Pertambangan*.
- Gusti, M. F., & Budiawan, W. (1996). *ANALISIS PENYEBAB CACAT MENGGUNAKAN METODE FTA DAN FMEA PADA DEPARTEMEN FINAL SANDING (Studi Kasus : PT . ABC , Semarang)*. 1–9.
- Harisnanda, F., Amaly, I., Gusman, A. M., Febriani, F., Zamer, A., & Elisya, W. (2016). Analisis Sistem Rantai Pasok Minyak. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 11(1), 221. <https://doi.org/10.25077/josi.v11.n1.p221-224.2012>
- Jannah, U. M., Rahmawati, Z. N., Islam, U., & Rahmat, R. (2020). Analisis Perencanaan Supply Chain Management (Scm). *Jurnal Ekonomi Dan Ilmu Sosial*, 5(September), 173–184.
- Munawwaroh, Z. (2017). Analisis Manajemen Risiko Pada Pelaksanaan Program. *Jurnal Administrasi Pendidikan*, 24(2), 71–79.

ANALISIS PENGARUH BEBAN KERJA TERHADAP PRODUKTIVITAS KARYAWAN PLYWOOD DENGAN METODE KONSUMSI ENERGI DAN NASA-TLX

Oey Cynthia Tri Hartati*

Program Studi Teknik Industri, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

Lina Dianati Fathimahhayati

Program Studi Teknik Industri, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

Suardi Gunawan

Program Studi Teknik Industri, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

*E-mail korespondensi: trihartaticynthia@gmail.com

ABSTRAK

Hasil produksi unit repair core di PT. SLJ Global Tbk Samarinda tidak mencapai jumlah target produksi perusahaan. Pekerja merasa berat terhadap tuntutan mencapai target dan bekerja berdiri dalam lingkungan yang panas sehingga mengurangi konsentrasi saat bekerja. Oleh sebab itu, dilakukan penelitian untuk mengetahui beban kerja fisik dengan metode konsumsi energi, beban mental dengan metode NASA-TLX, dan pengaruh beban kerja terhadap produktivitas kerja dengan analisis regresi berganda. Hasil dari perhitungan beban kerja fisik yaitu 2,36 Kkal/menit termasuk kategori sangat rendah. Hasil dari perhitungan rata-rata skor NASA TLX yaitu 64,58 termasuk pekerjaan tinggi. Hasil perhitungan produktivitas kerja yaitu 2,6 dengan nilai produktivitas tidak baik. Hasil uji statistik menunjukkan beban kerja berpengaruh signifikan secara simultan terhadap produktivitas kerja karyawan dengan nilai $\text{sig}(0,024) < \alpha(0,05)$, sedangkan secara parsial beban kerja fisik berpengaruh positif tidak signifikan terhadap produktivitas kerja karyawan dengan nilai $\text{sig}(0,073) < \alpha(0,05)$ dan beban kerja mental berpengaruh positif signifikan secara parsial terhadap produktivitas kerja karyawan dengan nilai $\text{sig}(0,013) < \alpha(0,05)$. Kesimpulan dari riset dapat memberikan usulan perbaikan yaitu pemeriksaan kontroling secara berkala, memperbaiki fasilitas, melakukan aktivitas religi, memberikan alunan musik disaat melakukan pekerjaan, melakukan kegiatan penyegaran, dan membentuk hubungan yang baik dengan sesama partner kerja dan atasan.

Kata Kunci :Beban Kerja, Fisik, Mental, Produktivitas, NASA-TLX

ABSTRACT

The production of the repair core unit at PT. SLJ Global Tbk Samarinda did not reach the company's production target. Workers feel heavy on the demands of achieving targets and working standing in a hot environment. Therefore, a study was conducted to determine the physical workload using the energy consumption method, the mental load using the NASA-TLX method, and the effect of workload on work productivity using multiple regression analysis. The results of the calculation of the physical workload is 2.36 Kcal/minute (very low category). The result of calculating the average NASA TLX score is 64.58 (high work). The result of the calculation of work productivity is 2.6 (productivity is not good). The results of statistical tests show that workload has a significant effect simultaneously on work productivity with a value of $\text{sig}(0.024) < \alpha(0.05)$, while partially physical workload has no significant positive effect on work productivity with a value of $\text{sig}(0.073) < \alpha(0.05)$ and mental workload partially significant

positive effect on work productivity with a value of $\text{sig}(0.013) < (0.05)$. The conclusion of the research can provide suggestions for improvement, namely periodic control checks, repairing facilities, religious activities, giving music, doing refreshment activities, and forming good relationships with fellow work partners and superiors.

Keywords: *Workload, Physical, Mental, Productivity, NASA-TLX*

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang kaya akan sumber daya alam, yang salah satunya adalah kayu. Kayu mempunyai banyak manfaat, terutama sebagai bahan dasar membuat perabot rumah, *plywood* dan lain-lain. Kayu lapis sendiri sekarang lebih diminati jika dibandingkan dengan perabot yang dibuat langsung dari kayu. Kayu lapis dapat digunakan sebagai *furniture*, lantai, lapisan dinding, hingga sebagai konstruksi bangunan. Perkembangan *plywood* terbilang cukup pesat, hal tersebut ditandai dengan tingginya permintaan ekspor.

Produktivitas adalah kemampuan untuk meningkatkan jumlah atau hasil agar sesuai dengan *input*. Apabila produk meningkat maka adanya peningkatan dari keterampilan pegawai seperti waktu dan bahan. Produktivitas kerja adalah keterampilan untuk menghasilkan barang serta jasa dari berbagai sumber daya manusianya itu sendiri. Secara garis besar produktivitas kerja adalah kemampuan meningkatkan hasil keterampilan dan kerja pegawai yang dilihat dari sumber daya manusianya itu sendiri. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas kerja adalah upah, usia, tingkat pendidikan, pendapatan rumah, rotasi jabatan, dan disiplin kerja. Hal ini mempengaruhi produktivitas suatu individu dalam melakukan pekerjaan. Faktor lain yang menyebabkan kinerja para pekerja menurun dan memungkinkan pekerja melakukan kesalahan dalam berkerja yaitu beban kerja. Beban kerja adalah segala bentuk pekerjaan yang diberikan kepada sumber daya manusia untuk dapat diselesaikan dalam kurun waktu tertentu. Beban kerja yang harus dikerjakan oleh pegawai harus sesuai dengan kemampuan yang dimiliki agar dapat dikerjakan dan tidak memberatkan pekerjaan bagi seorang pegawai tersebut. Beban kerja juga adalah salah satu aspek yang harus diperhatikan pada setiap perusahaan karena beban kerja dapat meningkatkan produktivitas kerja pegawai. Beban kerja fisik dan mental yang berlebihan dapat menyebabkan kinerja para pekerja menurun dan memungkinkan pekerja melakukan kesalahan dalam bekerja (Orlian & Ratna, 2020).

PT. SLJ Global Tbk adalah salah satu perusahaan di bidang industri kayu yang memproduksi kayu lapis (*plywood*). Produk yang dihasilkan adalah *plywood* dengan ukuran 3 ply dan 5 ply up. Perusahaan ini berorientasi pada kegiatan ekspor terutama ke negara Amerika dan Korea. Setiap negara memiliki masing-masing standar kualitas yang harus dipenuhi. Salah satu stasiun kerja yang terdapat pada line produksi *plywood* di PT. SLJ Global Tbk adalah stasiun kerja *repair core*. Stasiun kerja *repair core* bekerja untuk memperbaiki *veneer core* yang memiliki cacat secara alami maupun buatan yang berasal dari *joint composer* sehingga konsentrasi dan ketelitian menjadi hal yang penting bagi para pekerjanya. Permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan *plywood* ini adalah hasil produksi yang dihasilkan di unit *repair core* sering kali tidak mencapai jumlah target produksi yang diinginkan oleh perusahaan. Beban kerja pegawai *repair core* yang merupakan salah satu pekerjaan secara manual sehingga membutuhkan fisik yang prima, berbeda dengan unit lain yang menggunakan mesin untuk bekerja, pekerja *repair core* dituntut oleh kepala pengawas untuk mencapai target perusahaan, pekerja kurang fokus dalam bekerja yang dikarenakan berada dalam lingkungan yang panas dengan posisi berdiri

Berdasarkan uraian masalah tersebut, sehingga perlu dilakukan pengukuran beban kerja mental dan fisik serta mengetahui pengaruh beban kerja fisik dan mental terhadap produktivitas kerja pegawai PT. SLJ Global Tbk Samarinda secara parsial dan bersama-sama. Sehingga diberikan usulan perbaikan untuk meminimumkan beban kerja pegawai yang

ditujukan untuk membantu dalam mengurangi beban kerja dan meningkatkan produktivitas dari pekerja.

2. BAHAN DAN METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan secara kuantitatif. Metode yang digunakan untuk mengukur beban mental adalah NASA-TLX dan metode konsumsi energi untuk mengukur beban kerja fisik, metode skala likert untuk mengukur produktivitas kerja serta uji statistik yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis regresi berganda. Data primer dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh dari karyawan divisi *repair core*. Adapun teknik pengambilan data-data primer yaitu pengukuran denyut nadi pada divisi, data nilai bobot dan *rating* beban kerja mental berdasarkan kuisioner NASA-TLX yang diberikan kepada pada karyawan *repair core*, dan penyebaran kuisioner terhadap produktivitas kerja karyawan. Sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari referensi yang berasal dari dokumen perusahaan, buku, jurnal, internet, dan literatur lainnya. Adapun data-data yang harus dikumpulkan yaitu data mengenai profil, struktur organisasi perusahaan, visi dan misi perusahaan, data jumlah produksi divisi, data diri karyawan divisi *repair core*, dan literatur-literatur mengenai referensi pengolahan data.

a. Ergonomi

Ergonomi dapat didefinisikan sebagai suatu disiplin yang mengkaji keterbatasan, kelebihan, serta karakteristik manusia, dan memanfaatkan informasi tersebut dalam merancang produk, mesin, fasilitas, lingkungan, dan bahkan sistem kerja, dengan tujuan utama tercapainya kualitas kerja yang terbaik tanpa mengabaikan aspek kesehatan, keselamatan, serta kenyamanan manusia penggunaannya (Iridiastadi & Yassierli, 2017).

b. Beban Kerja

Workload atau beban kerja adalah usaha yang harus dikeluarkan oleh seseorang untuk memenuhi “permintaan” dari pekerjaan tersebut. Beban kerja adalah jumlah kegiatan yang harus diselesaikan oleh seseorang ataupun sekelompok orang selama periode waktu tertentu dalam keadaan normal (Hakiim et al., 2018).

c. Beban Kerja Fisik

Kerja fisik seringkali juga disebut sebagai “*manual operation*” dimana performans kerja sepenuhnya akan tergantung manusia baik yang berfungsi sebagai sumber tenaga (*power*) ataupun pengendali kerja (*control*). Kerja fisik seringkali pula dikotakan sebagai kerja berat ataupun kerja kasar dapat dirumuskan sebagai kegiatan yang memerlukan usaha fisik manusia yang kuat selama periode kerja berlangsung (Wignjosoebroto, 2000).

d. Beban Kerja Mental

Beban kerja mental erat kaitannya dengan kesalahan yang dilakukan (*error*). Semakin tinggi beban kerja mental seseorang, maka semakin tinggi pula kesalahan yang dapat ditimbulkan. Banyak faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan psikologi tersebut. Untuk mengetahui seberapa jauh beban kerja mental yang diterima seseorang, dapat dilakukan pengukuran beban kerja baik secara objektif dan subjektif (Diniaty et al., 2018).

e. Produktivitas

Produktivitas kerja adalah perbandingan antara hasil yang diperoleh (*output*) dengan jumlah sumber daya yang dipergunakan sebagai masukan (*input*) (Musdalifah, 2017).

f. Analisis Regresi Berganda

Basuki dan Prawoto (2016) menyatakan bahwa uji analisis statistik yang digunakan untuk menguji hipotesis dalam penelitian ini adalah teknik analisis regresi berganda. Analisis

regresi berganda adalah analisis yang melihat pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen. Berikut adalah rumus regresi linier berganda sebagai berikut.

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \quad (1)$$

dimana,

Y = Variabel terikat
 a = Konstanta
 b_1, b_2, \dots, b_n = Nilai koefisien regresi
 X_1, X_2, \dots, X_n = Variabel bebas

g. Uji Hipotesis

Uji F adalah uji signifikansi persamaan yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh variabel independent atau bebas secara bersama-sama terhadap variabel dependen. Syarat uji F jika H_0 diterima yang berarti berpengaruh secara signifikan apabila nilai $\text{sig} < 0,05$ atau nilai $F \text{ hitung} < F \text{ Tabel}$. Sebaliknya jika $F \text{ hitung} \geq F \text{ tabel}$ atau nilai $\text{sig} \geq 0,05$ maka H_0 ditolak yang berarti berpengaruh secara tidak signifikan (Sari & Luturlean, 2022).

Uji t adalah uji signifikansi persamaan yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh variabel independent atau bebas secara individual terhadap variabel dependen (Y). Syarat uji T jika H_0 diterima yang berarti berpengaruh secara signifikan apabila nilai $\text{sig} < 0,05$ atau nilai $t \text{ hitung} < t \text{ Tabel}$. Sebaliknya jika $t \text{ hitung} \geq t \text{ tabel}$ atau nilai $\text{sig} \geq 0,05$, maka H_0 ditolak yang berarti berpengaruh secara tidak signifikan (Sari & Luturlean, 2022).

h. Nordic Body Map

Nordic body map merupakan salah satu metode pengukuran subjektif dalam bidang keilmuan Ergonomi dengan menggunakan kuesioner untuk mengukur rasa sakit otot para pekerja, namun kuesioner ini sudah terstandarisasi dan valid untuk digunakan. Responden yang mengisi kuesioner diminta untuk memberikan tanda ada tidaknya gangguan pada bagian area tubuh tersebut. NBM ditujukan untuk mengetahui lebih detail bagian tubuh yang mengalami gangguan atau rasa sakit saat bekerja. Melalui kuesioner ini dapat diketahui bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari Tidak Sakit, Agak Sakit, Sakit dan Sangat Sakit (Azwar, 2020).

i. Metode NASA-TLX

Metode ini merupakan metode yang lebih kompleks dibandingkan metode yang lain yaitu memiliki kelebihan dengan mempertimbangkan enam komponen yaitu *Mental Demand*, *Physical Demand*, *Temporal Demand*, *Ownn Performance*, *Effort*, dan *Frustration*. Dari segi penggunaannya metode NASA-TLX lebih cepat dan sederhana dalam proses penentuan keputusan serta setiap faktor penilaian mampu memberikan sumbangan informasi mengenai struktur tugas (Sugiono et al., 2018).

Hakiim et al. (2018) menyatakan bahwa pengukuran metode NASA-TLX sebagai berikut.

1) Pembobotan,

Pembobotan, pada bagian ini responden diminta untuk memilih salah satu dari dua indikator yang dirasakan lebih dominan menimbulkan beban kerja mental terhadap pekerjaan tersebut. Kuesioner NASA-TLX yang diberikan berupa perbandingan berpasangan. Dari kuesioner ini dihitung jumlah *tally* dari setiap indikator yang dirasakan paling berpengaruh. Tabel 1 menunjukkan perbandingan berpasangan indikator beban mental.

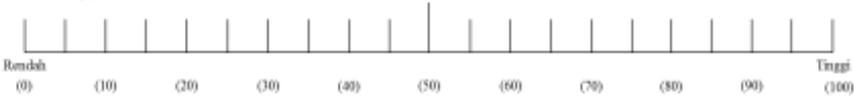
Tabel 1. Perbandingan Berpasangan Indikator Beban Mental

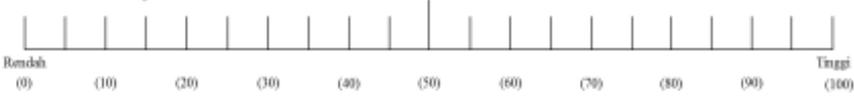
Mental/Fisik	Fisik/Waktu	Waktu/Usaha
Mental/Waktu	Fisik/Performansi	Waktu/Frustasi
Mental/Performansi	Fisik/Usaha	Performansi/Usaha
Mental/Usaha	Fisik/Frustasi	Performansi/Frustasi
Mental/Frustasi	Waktu/Performansi	Usaha/Frustasi

2) Pemberian Rating

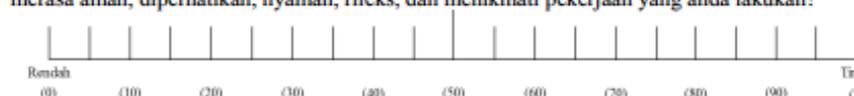
Pada bagian ini responden diminta memberi rating terhadap keenam indikator beban mental. Rating yang diberikan adalah subjektif tergantung pada beban mental yang dirasakan oleh responden tersebut. Untuk mendapatkan skor beban mental NASA-TLX, bobot dan rating untuk setiap indikator dikalikan kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan 15. Berikut adalah lembar kuisioner pemberian rating.

Berikan tanda "X" pada skala sesuai tingkat faktor yang anda alami selama bekerja.

- Mental Demand (MD)**
Seberapa banyak aktivitas mental yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan pada stasiun kerja anda?

- Physical Demand (PD)**
Seberapa besar usaha fisik yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan pada stasiun kerja anda?

- Temporal Demand (TD)**
Seberapa besar tekanan yang dirasakan berkaitan dengan waktu untuk menyelesaikan pekerjaan pada stasiun kerja anda?

- Own Performance (OP)**
Seberapa besar tingkat keberhasilan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan pada stasiun kerja anda?

- Effort (EF)**
Seberapa keras usaha anda untuk bekerja (secara mental dan fisik) untuk dapat menyelesaikan pekerjaan pada stasiun kerja anda sesuai dengan performansi?

- Frustration (FR)**
Apakah ada merasa tidak aman, merasa tidak diperhatikan, stress dan terganggu? Atau justru anda merasa aman, diperhatikan, nyaman, rileks, dan menikmati pekerjaan yang anda lakukan?


Gambar 1. Skala Rating Indikator Beban Kerja Mental

- Menghitung nilai produk, diperoleh dengan mengalikan rating dengan bobot faktor untuk masing-masing deskriptor. Dengan demikian dihasilkan 6 nilai produk untuk 6 indikator (KM, KF, KW, P, TF, U),

$$\text{Produk} = \text{rating} \times \text{bobot faktor} \quad (2)$$

- Menghitung *Weighted Workload* (WWL), diperoleh dengan menjumlahkan keenam nilai produk :

$$\text{WWL} = \sum \text{Produk} \quad (3)$$

- Menghitung rata-rata WWL, diperoleh dengan membagi WWL dengan jumlah bobot total

$$\text{WWL} = \frac{\sum \text{Produk}}{15} \quad (4)$$

- Interpretasi skor berdasarkan penjelasan dalam teori NASA-TLX, skor beban kerja yang diperoleh terbagi dalam beberapa bagian menjadi 5 indikator sebagai berikut.

Tabel 2. Skor NASA-TLX

Golongan Beban Kerja	Nilai
Rendah	0-9
Sedang	10-29
Agak Tinggi	30-49
Tinggi	50-79
Sangat Tinggi	80-100

j. Metode Konsumsi Energi

Metode konsumsi energi digunakan karena kerja fisik mengakibatkan pengeluaran energi yang berhubungan dengan konsumsi energi. Konsumsi energi saat kerja bisa ditentukan dengan cara yaitu dengan pengukuran kecepatan denyut jantung. Melalui konsumsi energi dapat dijadikan tolak ukur penentuan berat atau ringannya suatu pekerjaan. Peralatan yang digunakan dalam konsumsi energi menggunakan peralatan yang sederhana dan prosesnya yang cepat serta perhitungan yang digunakan lebih sistematis dan efektif (Rahayu & Juhara, 2020).

Oktaviani et al (2021) menyatakan bahwahubungan energi dengan kecepatan denyut nadi berdasar persamaan regresi kuadratis adalah sebagai berikut.

$$Y = 1,80411 - 0,0229038X + 4,7171 \times 10^{-4} X^2 \quad (5)$$

Keterangan :

Y = Energi yang dikeluarkan (Kkal/menit), dan

X = Kecepatan denyut nadi (denyut/menit)

Persamaan konsumsi energi diperoleh dari selisih energi yang dikeluarkan selama bekerja dan selama istirahat dengan persamaan sebagai berikut

$$KE = Et - Ei \quad (6)$$

Keterangan :

KE = Konsumsi energi selama kerja tertentu (Kkal/ menit),

Et = Pengeluaran energi pada waktu kerja tertentu (Kkal/ menit), dan

Ei = Pengeluaran energi pada waktu istirahat (Kkal/ menit)

Purbasari & Purnomo (2019) menyatakan bahwa tabel klasifikasi beban kerja menurut reaksi fisiologis berdasarkan tingkatan pekerjaankategori kerja dibagi menjadi beberapa tingkatan yang bisa dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kategori Beban Kerja

Kategori Kerja	Energy Expenditure		Denyut Nadi (Denyut /menit)
	(Kkal/ menit)	(Kkal /8 jam)	
Terlalu Berat	> 12,5	> 6000	Terlalu Berat
Sangat Berat	10,0 – 12,5	4800 – 6000	Sangat Berat
Berat	7,5 – 10,0	3600 – 4800	Berat
Sedang	5,0 – 7,5	2400 – 3600	Sedang
Ringan	2,5 – 5,0	1200 – 2400	Ringan
Sangat Ringan	< 2,5	< 1200	Sangat Ringan

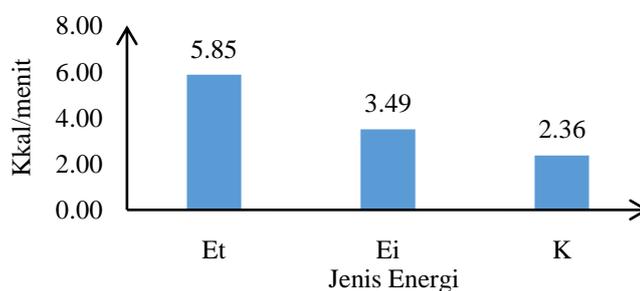
3. HASIL DAN PEMBAHASAN**a. Nordic Body Map (NBM)**

Nilai NBM digunakan sebagai data pendukung dalam mengkategorikan pegawai yang memiliki keluhan atau tidaknya. NBM ditujukan untuk mengetahui lebih detil bagian tubuh yang mengalami gangguan atau rasa sakit saat bekerja. Kuisisioner yang diberikan berisi penilaian terhadap bagian tubuhnya yang dirasakan sakit selama melakukan aktivitas kerja sesuai dengan skala likert yang telah ditentukan. Menurut tingkat skor yang telah dikumpulkan pada kuisisioner NBM bahwa 15 pekerja termasuk pekerja yang memiliki tingkat risiko agak sakit dan 37 pekerja yang memiliki tingkat risiko tidak sakit. Sedangkan jumlah pekerja yang bahwa tingkat keluhan yang memiliki resiko terjadinya cedera pada otot yaitu bagian betis kanan, betis kiri, dan leher atas. Pada bagian betis terasa pegal dikarenakan pekerjaan *repair*

core dalam posisi berdiri untuk jangka waktu panjang yang dapat menyebabkan kaki terasa sakit terutama daerah betis. Sedangkan pada bagian leher atas terasa lebih kaku dikarenakan pekerja *repair core* telalu membungkuk pada saat lembar kayu semakin berkurang untuk direpair sehingga dapat mengurangi suplai darah ke otot-otot.

b. Beban Kerja Fisik

Perhitungan beban kerja fisik diawali dengan pengumpulan data denyut nadi melalui pengambilan secara langsung menggunakan alat *pulsemeter*. Setelah mengumpulkan data denyut nadi, dilakukan perhitungan nilai rata-rata DNI dan nilai rata-rata DNK. Tahap selanjutnya melakukan perhitungan konsumsi energi. Berikut nilai rata-rata perhitungan energi saat istirahat (E_i), energi saat bekerja (E_t), dan konsumsi energi (K) yang dikeluarkan oleh pekerja *repair core* yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rata-rata perhitungan energi

Berdasarkan hasil perhitungan konsumsi energi pada 62 pekerja didapatkan 32 pekerja termasuk dalam kategori sangat rendah dengan nilai $<2,5$ Kkal/menit dan 30 pekerja termasuk dalam kategori rendah dengan nilai $2,5 - 5,0$ Kkal/menit. Hasil nilai rata-rata keseluruhan beban fisik pekerja *repair core* yaitu $2,36$ Kkal/menit yang berarti bahwa kategori beban kerja fisik yang sangat rendah.

Beban kerja fisik bisa rendah dikarenakan dalam melakukan pekerjaan *repair core* tidak banyak menggunakan fisik dalam pekerjaannya. Untuk mengangkat lembar kayu (*veneer*) yang akan direpair, pekerja *repair core* dibantu oleh *helper*. Dimana tugas *helper* ini sendiri yang bertugas untuk mengangkat dan meletakkan lembar kayu (*veneer*) sehingga membuat beban kerja fisik pada pekerja *repair core* menjadi berkurang. Faktor lainnya yaitu pekerja diperbolehkan untuk duduk jika kelelahan dalam melakukan pekerjaan di *unit repair core*, jika sudah bisa melanjutkan pekerjaan merepair kembali. Selain itu kondisi tempat bekerja berada di bawah atap sehingga tidak menghambat pekerja dalam bekerja baik pada cuaca hujan ataupun panas.

c. Hubungan Beban Kerja Fisik dengan NBM

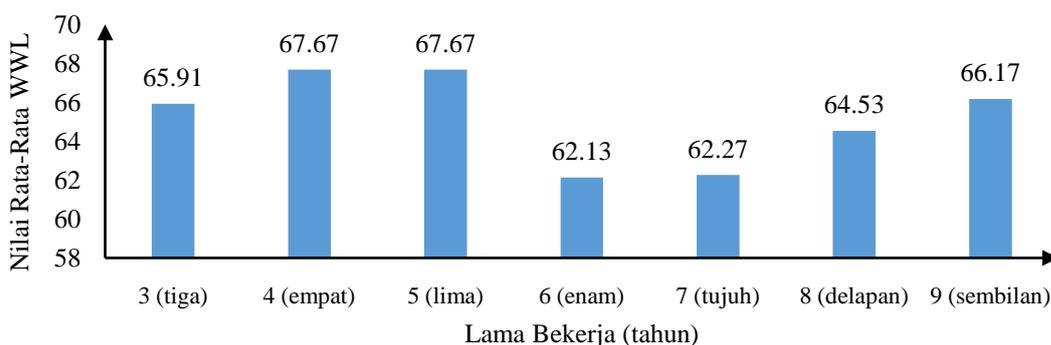
Perhitungan hasil NBM didapatkan bahwa sebagian besar pekerja mengalami keluhan muskuloskeletal yang tingkat resiko rendah yaitu sebanyak 78%. Dimana beban kerja fisik dapat berhubungan dengan keluhan *musculoskeletal* apabila beban kerja fisik tersebut menyebabkan kontraksi otot yang berlebihan akibat dari pembebanan berlebihan dengan durasi yang panjang sehingga menimbulkan kelelahan otot karena kurangnya suplai oksigen dan terjadi penumpukan sisa metabolisme atau asam laktat yang menimbulkan rasa nyeri, pegal, dan tidak nyaman.

Dalam penelitian ini, beban kerja fisik tidak berhubungan dengan keluhan muskuloskeletal pada pekerja *repair core* dikarenakan pekerja *repair core* memiliki waktu rileks disela-sela menunggu lembar kayu yang diantar oleh para *helper* dari mesin compoesser. Hal tersebut memungkinkan bahwa keluhan muskuloskeletal tidak disebabkan dari kelelahan otot akibat tuntutan kebutuhan energi dan oksigen dalam metabolisme untuk otot yang bekerja melebihi kapasitas karena tersedia waktu pemulihan. Beberapa faktor risiko yang dapat

menimbulkan keluhan musculoskeletal diantaranya adalah faktor pekerjaan, karakteristik individu, dan faktor lingkungan.

d. Beban Kerja Mental

Perhitungan beban kerja mental diawali dengan pengumpulan data rating dan data bobot yang dikumpul secara langsung. Setelah itu hasil perkalian dari data rating dan bobot menjadi nilai produk. Kemudian mendapatkan nilai *Weighted Workload* (WWL) dilakukan dengan cara yang diperoleh dengan menjumlahkan keenam nilai produk. Setelah mendapatkan nilai skor pada perhitungan rata-rata WWL yang dapat dilihat pada Gambar 3, langkah selanjutnya adalah mengkategorikan hasil nilai skor dan mengambil kesimpulan berdasarkan kategori beban kerja yang dialami oleh pekerja *repair core* yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Keseluruhan Nilai Rata-Rata WWL berdasarkan lama bekerja

Tabel 4. Tabel Interpretasi Nilai Skor Secara Keseluruhan

Lama Bekerja	Rata-Rata WWL	Nilai Skor	
3 tahun	65,91	Tinggi (50-79)	
4 tahun	67,67		
5 tahun	67,67		
6 tahun	62,13		
7 tahun	62,27		
8 tahun	64,53		
9 tahun	66,17		
Rata-Rata Total			64,58

Hasil perhitungan nilai rata-rata WWL secara keseluruhan yaitu 64,58 yang berarti bahwa pekerjaan pekerja *repair core* mengalami beban mental tergolong tinggi. Dimana berdasarkan hasil skor beban kerja dari 62 pekerja yang didapatkan terbagi dalam dua bagian yaitu nilai 30-49 yang termasuk pekerjaan yang tergolong agak tinggi dan nilai 50-79 yang termasuk pekerjaan yang tergolong tinggi. Hal ini dikarenakan pada pekerja *repair core* dominan terhadap mental yaitu mengecek *vener* atau lembar kayu yang sudah dijahit, jika masih terdapat lubang atay jahitan yang kurang rapi dengan mengganti dengan lembar kayu lain, sehingga pekerja membutuhkan konsentrasi yang cukup tinggi.

Dimana indikator tertinggi pada pekerja *repair core* pada pekerja *repair core* yaitu *temporal demand* yang artinya terjadinya tekanan yang berkaitan dengan waktu yang dirasakan selama melakukan pekerjaan. Hal ini disebabkan kelelahan mental yang dirasakan oleh pekerja pada proses kerja terbesar berasal dari waktu kerja. Waktu kerja dianggap menjadi hal yang paling berpengaruh terhadap beban mental yang terjadi pada proses kerja berdasarkan jumlah produk yang harus diselesaikan dalam waktu kerja yang tersedia. Pada unit *repair core*, aktivitas yang dilakukan pada pekerja yang berhubungan dengan *temporal demand* meliputi pekerja *repair core* yang bekerja terlalu lama yaitu kurang lebih selama 10 jam lamanya dengan tuntutan target yang dicapai sehingga pekerja merasa tekanan mental yang tinggi.

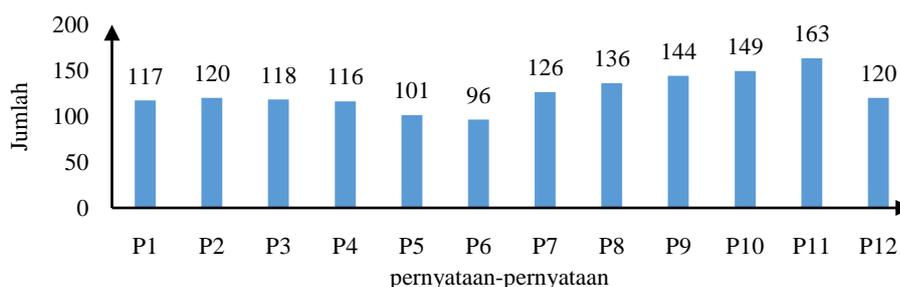
Sedangkan indikator terendah pada pekerja *repair core* yaitu tingkat *performance* yang artinya seberapa besar tingkat keberhasilan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan pada stasiun kerja anda dan apakah pekerja merasa puas dengan performansi dalam menyelesaikan pekerjaan. Hal ini disebabkan oleh performansi dalam bekerja yang dirasakan oleh pekerja pada proses kerja terkecil dari *performace*. Pada unit *repair core*, aktivitas yang dilakukan pada pekerja yang berhubungan dengan *performance* meliputi hasil pekerja *repair core* masih belum tercapai dengan target yang ditentukan oleh hasil produksi yang diinginkan di unit *repair core*. Selain itu masih terdapat beberapa pekerja yang belum puas dengan performansi dirinya sendiri dalam menyelesaikan pekerjaannya.

e. Produktivitas Kerja

Pengukuran produktivitas kerja menggunakan metode skala *likert* ini dilakukan dengan cara menyebarkan kuesioner kepada pekerja *repair core* PT SLJ Global Tbk Samarinda. Hasil nilai pengukuran produktivitas kerja pada pekerja *repair core* dapat dilihat pada Gambar 4 dengan keterangan pernyataan sebagai berikut:

Keterangan :

- P1 : Tugas dan tanggung jawab diberikan sesuai dengan kemampuan
- P2 : Kuantitas kerja yang diberikan sesuai dengan kemampuan
- P3 : Menyelesaikan pekerjaan harus mendapatkan hasil yang terbaik
- P4 : Mengerjakan selalu bersungguh-sungguh agar tidak terjadi kesalahan
- P5 : Bersedia diberi tambahan kuantitas kerja diluar jam kerja apabila dibutuhkan
- P6 : Tidak pernah mengeluh dan merasa berat terhadap beban pekerjaan yang menjadi tanggung jawab saya
- P7 : Perusahaan membuka peluang untuk pengembangan pegawai dan perusahaan
- P8 : Waktu yang digunakan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan sesuai dengan standar yang telah ditentukan
- P9 : Menjagakesempurnaan hasil pekerjaan
- P10 : Hasil kerja selama ini sesuai dengan kualitas yang ditentukan oleh perusahaan
- P11 : Menjaga ketepatan waktu dalam bekerja
- P12 : Mengikuti pelatihan yang diadakan oleh perusahaan



Gambar 4. Grafik hasil produktivitas kerja karyawan per indikator

Dimana nilai produktivitas tertinggi yaitu 3,75 yang berarti baik dan nilai produktivitas terendah yaitu indikator tertinggi 2,00 yang berarti tidak baik. Hasil perhitungan rata-rata secara keseluruhan yaitu 2,6 yang berarti tingkat produktivitas yang tidak baik. Hal ini disebabkan oleh komunikasi antar pekerja di unit *repair core* kurang baik dan karir yang menghambat pada pekerja artinya tidak adanya kenaikan karir selama bekerja. Selain itu adalah lingkungan kerja yang tidak nyaman dan tidak menyenangkan seperti lingkungan kerja yang panas dan penuh dengan keramaian. Faktor lainnya yaitu tidak adanya *reward* atau pengakuan kepada pekerja yang memiliki nilai unggul dibanding yang lain seperti pekerja yang disiplin dan pekerja yang ulet atau rajin dalam bekerja sehingga membuat para pekerja menjadi tidak semangat dalam bekerja yang akan berpengaruh terhadap hasil produktivitas.

f. Uji Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik dibagi menjadi tiga jenis diantaranya yaitu uji multikolinieritas, uji heteroskedastisitas, dan uji normalitas. Berikut adalah hasil uji asumsi klasik yang telah dilakukan.

1) Uji Multikolonieritas

Berikut adalah hasil uji multikolinieritas yang ditampilkan dalam bentuk tabel koefisien yang bisa dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Coefficients Dalam Uji Multikolinieritas

Model	Collinearity Statistics	
	Tolerance	VIF
1 X1_Fisik	0.930	1.075
X2_Mental	0.930	1.075

Berdasarkan hasil uji multikolinieritas didapatkan bahwa nilai *tolerance* sebesar 0,930 dan nilai VIF sebesar 1,075. Menurut kriteria pengambilan keputusan uji multikolinieritas nilai *tolerance* memiliki nilai lebih dari 0,10 dan nilai VIF memiliki nilai yang kurang dari 10. Dapat disimpulkan bahwa dalam penelitian ini tidak terjadi multikolinieritas.

2) Uji Heteroskedastisitas

Berikut adalah hasil uji heteroskedastisitas yang ditampilkan dalam uji statistik yang bisa dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji Heteroskedastisitas

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1 (Constant)	-0.118	0.405		-0.291	0.772		
X1_Fisik	0.175	0.092	0.249	1.906	0.061	0.930	1.075
X2_Mental	0.001	0.004	0.018	0.141	0.889	0.930	1.075

a. Dependent Variable: Abs_Resid

Berdasarkan hasil uji heteroskedastisitas didapatkan pada beban kerja fisik dengan nilai sig (0,061) > 0,05 dan beban kerja mental dengan nilai sig (0,889) > 0,05. Dapat disimpulkan bahwa dalam penelitian ini tidak terjadi heteroskedastisitas.

3) Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan uji untuk mengukur apakah perbandingan antar data yang dimiliki sudah terdistribusi normal atau tidak sehingga bisa digunakan dalam statistika parametric. Metode yang digunakan untuk melakukan uji normalitas dengan menggunakan uji statistik normalitas. Uji statistik normalitas diantaranya yaitu *Kolmogorov-Smirnov*, *Chi-Square*, *Lilliefors*, *Shapiro Wilk*, *Jarque Bera*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji statistik *Kolmogorov-Smirnov* (lihat Tabel 7).

Berdasarkan hasil uji normalitas pada Tabel 7 didapatkan bahwa nilai signifikan yaitu 0,070. Dimana nilai 0,070 > 0,05 artinya sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal. Dapat disimpulkan bahwa dalam penelitian ini data sudah berdistribusi normal.

Tabel 7. Histogram Dalam Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		Unstandardized Residual
N		62
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	0.0000000
	Std. Deviation	0.41545549
Most Extreme Differences	Absolute	0.108
	Positive	0.108
	Negative	- 0.071
Test Statistic		0.108
Asymp. Sig. (2- tailed)		.070 ^c
a. Test distribution is Normal.		
b. Calculated from data.		
c. Lilliefors Significance Correction.		

g. Analisis Regresi Berganda

Berikut adalah tampilan model analisis regresi berganda dengan menggunakan bantuan SPSS 25 for windows.

Tabel 8. Koefisien Regresi Beban Kerja Mental Dan Fisik Terhadap Produktivitas

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1 (Constant)	0.600	0.719		0.834	0.407		
X1_Fisik	0.298	0.163	0.231	1.823	0.073	0.930	1.075
X2_Mental	0.020	0.008	0.324	2.555	0.013	0.930	1.075

Sehingga, persamaan regresi untuk variabel beban kerja mental dan produktivitas kerja berdasarkan hasil pada Tabel 8 adalah $Y = 0,600 + 0,298X_1 + 0,020X_2$.

h. Uji Hipotesis

Peneliti melakukan uji hipotesis untuk menguji hipotesis variabel independent dan variabel dependent. Variabel dependent yaitu produktivitas kerja (Y) sedangkan variabel independent yaitu beban kerja fisik (X_1) dan beban kerja mental (X_2). Uji hipotesis yang dilakukan terdiri atas uji F dan uji T.

1) Uji F

Uji F dilakukan untuk menjawab hipotesis pengaruh beban kerja fisik (X_1) dan mental (X_2) secara simultan berpengaruh terhadap produktivitas kerja karyawan (Y) yang bisa dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Uji F Pada Output ANOVA

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	1.418	2	0.709	3.973	.024 ^b
Residual	10.529	59	0.178		
Total	11.947	61			

Berdasarkan hasil *output* ANOVA didapatkan nilai sig. bernilai 0,024 < 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima, artinya beban kerja fisik dan beban kerja mental berpengaruh signifikan terhadap produktivitas kerja karyawan bagian *repair core* PT. SLJ Global Tbk Samarinda. Hal ini menunjukkan bahwa semakin meningkatnya beban kerja fisik dan mental secara bersamaan, akan memberi dampak terhadap produktivitas kerja.

2) Uji T

Uji T dilakukan untuk menjawab hipotesis pengaruh beban kerja fisik (X_1) atau beban kerjamental secara parsial berpengaruh signifikan terhadap produktivitas kerja karyawan (Y). Berikut adalah hasil uji t yang bisa dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Uji T pada Output ANOVA

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1 (Constant)	0.600	0.719		0.834	0.407		
X1_Fisik	0.298	0.163	0.231	1.823	0.073	0.930	1.075
X2_Mental	0.020	0.008	0.324	2.555	0.013	0.930	1.075

Berdasarkan hasil *output* ANOVA pada X_1 didapatkan nilai sig. bernilai $0,073 > 0,05$. Maka dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak, artinya beban kerja fisik tidak berpengaruh secara signifikan terhadap produktivitas kerja karyawan bagian *repair core* PT. SLJ Global Tbk Samarinda. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi atau rendahnya beban kerja fisik pada pekerja *repair core* tidak akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap produktivitas kerja karyawan yang artinya beban kerja fisik memiliki peningkatan yang cenderung melambat dan pengaruh yang tidak terlalu jelas terhadap produktivitas kerja pegawai.

Berdasarkan hasil *output* ANOVA pada X_2 didapatkan nilai sig. bernilai $0,013 < 0,05$. Maka dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima, artinya beban kerja mental berpengaruh signifikan terhadap produktivitas kerja karyawan bagian *repair core* PT. SLJ Global Tbk Samarinda. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi atau rendahnya beban mental pada pekerja, akan memberikan pengaruh terhadap produktivitas kerja karyawan *repair core* yang disebabkan oleh beban mental yang dihasilkan termasuk kategori tinggi yang artinya beban mental memiliki peningkatan yang cepat terhadap produktivitas kerja pegawai.

i. Uji Koefisien Determinasi

Berikut adalah tampilan *output model summary* untuk mengetahui besaran nilai *adjusted square* atau nilai koefisien determinasi

Tabel 11. Model Summary Uji Regresi

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.245 ^a	0.060	0.028	0.23776

Didapatkan hasil bahwa nilai korelasi atau hubungan (R) yaitu 0,345 sehingga dapat dikatakan bahwa korelasi cukup kuat. Dari perhitungan koefisien determinasi yaitu sebesar 0,089 atau 8,90% yang berarti pengaruh beban kerja mental dan fisik terhadap produktivitas kerja. Sedangkan sisanya sebesar 91,10% dipengaruhi variabel lain yang tidak diteliti dalam penelitian ini.

j. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, peneliti dapat memberikan usulan perbaikan. Berikut adalah usulan perbaikannya:

- 1) Pemeriksaan Kontrolling secara berkala untuk mengevaluasi pencapaian target sesuai dengan indikator yang ditetapkan. Jika target sesuai dengan indikator yang ditetapkan akan membuat produktivitas kerja karyawan semakin baik.
- 2) Perbaikan Fasilitas untuk dapat meningkatkan produktivitas kerja di perusahaan dan meminimalkan tingkat risiko keluhan musculoskeletal.

- 3) Pemberian musik bertujuan agar memperbaiki mood pekerja menjadi lebih baik dan menghilangkan stress, sehingga beban mental yang dirasakan pekerja berkurang.
- 4) Melakukan kegiatan penyegaran seperti melakukan perayaan kecil, berolahraga atau berekreasi bersama dengan tujuan untuk mengurangi beban mental pada pekerja sehingga para pekerja tidak mengalami tekanan saat bekerja
- 5) Membangun hubungan yang baik dengan partner kerja dan atasan, sehingga perasaan aman dan nyaman akan muncul saat melakukan pekerjaan yang secara otomatis akan menyebabkan beban mental seseorang tersebut menjadi lebih berkurang
- 6) Melakukan berbagai aktivitas religi untuk mencari ketenangan dengan mendekati diri pada Tuhan Yang Maha Esa serta pekerjaan yang dikerjakan menjadi lebih ikhlas dan tulus sehingga membuat seseorang dalam bekerja menjadi aman dan nyaman.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang telah dilakukan untuk pengukuran beban kerja fisik dan beban kerja mental terhadap produktivitas kerja pada pekerja *repair core* PT SLJ Global Tbk Samarinda adalah sebagai berikut. Berdasarkan perhitungan beban kerja fisik menggunakan konsumsi energi pada 62 pekerja didapatkan 32 pekerja termasuk dalam kategori sangat rendah dengan nilai $< 2,5$ Kkal/menit dan 30 pekerja termasuk dalam kategori rendah dengan nilai $2,5 - 5,0$ Kkal/menit yang berarti bahwa kategori beban kerja fisik yang rendah yang berarti bahwa para pekerja *repair core* tidak ada yang mengalami kelelahan fisik.

Perhitungan beban kerja mental menggunakan NASA-TLX yaitu hasil skor beban kerja dari 62 pekerja yang didapatkan 1 pekerja memiliki nilai 30-49 yang berarti pekerjaan tergolong agak tinggi dan 61 pekerja memiliki nilai 50-79 yang berarti pekerjaan yang tergolong tinggi.

Hasil uji statistik menunjukkan beban kerja fisik dan mental berpengaruh signifikan secara simultan terhadap produktivitas kerja karyawan dengan nilai $\text{sig} (0,024) < \alpha(0,05)$, sedangkan secara parsial beban kerja fisik berpengaruh tidak signifikan terhadap produktivitas kerja karyawan dengan nilai $\text{sig} (0,073) > \alpha(0,05)$ dan beban kerja mental berpengaruh signifikan secara parsial terhadap produktivitas kerja karyawan dengan nilai $\text{sig} (0,013) < \alpha(0,05)$.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, peneliti dapat memberikan usulan perbaikan yaitu pemeriksaan kontroling secara berkala, memperbaiki fasilitas, pemeriksaan, melakukan aktivitas religi, memberikan alunan musik disaat melakukan pekerjaan, melakukan kegiatan penyegaran, dan membentuk hubungan yang baik dengan sesama partner kerja dan atasan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam proses penyusunan artikel tentu saja tidak terlepas dari bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak khususnya terima kasih kepada responden bagian *repair core* PT. SLJ Global Tbk Samarinda dan pihak lainnya yang telah membantu sehingga artikel ini dapat tersusun dengan baik hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Azwar, Ade Geovania. (2020). Analisis Postur Kerja dan Beban Kerja dengan Menggunakan Metode Nordic Body Map dan NASA-TLX pada Karyawan UKM Ucong Taylor Bandung. *Jurnal Techno-Sosia Ekonomika*, vol. 13, no.2.
- Basuki, Agus Tri & Prawoto, Nano. (2015). Analisis Regresi dalam Penelitian Ekonomi dan Bisnis, Rajawali Press, Yogyakarta.
- Diniaty, D., & Ikhsan, M. (2018). Analisis Beban Kerja Mental Operator Lantai Produksi Pabrik Kelapa Sawit Dengan Metode NASA-TLX Di PT. Bina Pratama Sakato Jaya Dharmasraya. *Jurnal Teknik Industri*, vol. 4, no. 1.

- Hakiim, A., Suhendar, W., & Sari, D.A. (2018). Analisis Beban Kerja Fisik dan Mental Menggunakan CVL dan NASA-TLX pada Divisi Produksi PT X. *Jurnal Unsika*, vol. 3, no. 2.
- Iridiastadi, H., & Yassierli. (2017). *Ergonomi Suatu Pengantar*, Cetakan 4, PT Remaja Rosdakarya, Bandung
- Musdalifah, D. (2017). Pengaruh Beban Kerja Terhadap Produktivitas Kerja Room Attendant di KTM Resort Batam Kepulauan Riau, *JOM FISIP*, vol. 4, no. 2.
- Oktaviani, R.T., Suardika, I.B., & Adriantantri, E. (2021). Pengukuran Beban Kerja Fisiologis Untuk Mengurangi Keluhan Musculoskeletal Disorders (MSDs) pada Pekerja Packaging UPPKS Maharini. *Jurnal Valtech*, vol. 4, no.1
- Rachmat, A., Fathimahayati, L.D., & Sitania, F.D. (2021). Analisis Beban Kerja Fisik dan Mental Serta Tingkat Kejenuhan Kerja pada Operator Painting. *Jurnal Ilmiah Intech:Information Technology Journal of UMUS*, vol. 3, no. 1.
- Rahayu, M., & Juhara, S. (2020). Analisis Beban Kerja Fisiologis Mahasiswa Saat Praktikum Analisa Perancangan Kerja dengan Menggunakan Metode 10 Denyut. *Jurnal Pendidikan dan Aplikasi Industri (UNISTEK)*, vol. 7, no. 1.
- Sari, Raudha Maurika & Luturlean, Bachruddin Saleh. (2022). Pengaruh Beban Kerja dan Disiplin Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Studi di Sekolah Tinggi Olahraga dan Kesehatan Bina Guna Medan. *PUBLIK : Jurnal Manajemen Sumber Daya Manusia*, vol.9, no.2.
- Sugiono, P., Wijayanto, W., & Sari. S. I. K. (2018). *Ergonomi Untuk Pemula (Prinsip Dasar & Aplikasinya)*, UB Press, Malang.
- Wignjosoebroto, S. (2000). *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja*, edk 1, Prima Printing, Surabaya.

ANALISIS PENGARUH KUALITAS SISTEM *ONLINE SINGLE SUBMISSION* (OSS) DAN KEPUASAN KERJA TERHADAP KINERJA PEGAWAI

Kasriah*

Program Studi Teknik Industri, Universitas Mulawarman, Kota Samarinda, Indonesia

Anggriani Profita

Program Studi Teknik Industri, Universitas Mulawarman, Kota Samarinda, Indonesia

Dharma Widada

Program Studi Teknik Industri, Universitas Mulawarman, Kota Samarinda, Indonesia

*E-mail korespondensi: kasriah4@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan teknologi dan informasi memberikan sumbangan penting bagi pemerintah dalam menentukan perencanaan, pengawasan, dan membuat keputusan secara efektif. Perubahan zaman yang semakin cepat tidak hanya mengubah hidup masyarakat tetapi mendorong perubahan sistem pemerintahan diseluruh dunia. Pada era globalisasi ini teknologi berkembang pesat, sehingga pemerintah harus meningkatkan kualitas pada kinerja pegawai dan didesak untuk dapat meningkatkan partisipasi aktif dalam pemberian informasi bagi masyarakat serta dituntut untuk lebih efektif. Teknologi dapat mendorong meningkatkan produktivitas kerja, namun tetap diperlukan usaha dari pegawai untuk memanfaatkan teknologi dengan sebaik-baiknya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kualitas sistem Online Single Submission (OSS) dan kepuasan kerja terhadap kinerja karyawan di Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu (DPMPTSP) Kota Samarinda. Pada penelitian ini digunakan pendekatan analisis kuantitatif untuk mengetahui sejauh mana pengaruhnya terhadap kinerja karyawan. Populasi dalam penelitian ini adalah karyawan pada DPMPTSP Kota Samarinda, dengan jumlah sampel 50 orang. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis regresi linier berganda. Berdasarkan dari hasil penelitian, menunjukkan hasil bahwa variabel kualitas system OSS (X1) dan kepuasan kerja (X2) secara bersama-sama berpengaruh terhadap kinerja karyawan (Y) di DPMPTSP Kota Samarinda.

Kata Kunci: Analisis Regresi Linier Berganda, Kualitas Sistem OSS, Kepuasan Kerja, Kinerja Karyawan

ABSTRACT

The development of technology and information makes an important contribution to the government in determining planning, monitoring, and making decisions effectively. The rapidly changing times not only change people's lives but encourage changes in government systems around the world. In this era of globalization, technology is developing rapidly, so the government must improve the quality of its employees and are urged to increase active participation in providing information to the public and making games more effective. Technology can encourage increased work productivity, but efforts from employees are still needed to make the best use of technology. This study aims to analyze the effect of the quality of the Online Single Submission (OSS) system and job satisfaction on the performance of employees at the Department of Investment and One Stop Service (DPMPTSP) of Samarinda City. In this study, a quantitative analysis approach was used to determine the extent of its influence on employee performance.

The population in this study were employees of DPMPTSP Samarinda City, with a sample of 50 people. The data analysis technique used is multiple linear regression analysis. Based on the results of the study, it shows that the OSS system quality variable (X1) and job satisfaction (X2) jointly affect employee performance (Y) at DPMPTSP Samarinda City.

Keywords: *Multiple Linear Regression Analysis, OSS System Quality, Job Satisfaction, Employee performance*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan informasi memberikan sumbangan penting bagi pemerintah dalam menentukan perencanaan, pengawasan, dan membuat keputusan secara efektif. Selain itu, kemajuan teknologi dan informasi menuntut pula perubahan pada pola dan pelaksanaan kegiatan pada segala sektor, tidak terkecuali pada pemerintah selaku penanggung jawab pelayanan publik. Instruksi Presiden (INPRES) No.3 Tahun 2003 mengenai Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan *E-Government*, seiring pesatnya perkembangan teknologi dan informasi merupakan sebuah proses bagi pemerintah kabupaten/kota untuk meningkatkan pelayanan. Pemerintahan pada era globalisasi ini harus bisa meningkatkan kualitas teknologi publik dan meningkatkan partisipasi aktif dalam pemberian informasi bagi masyarakat serta dituntut untuk lebih efektif. Suatu sistem yang sukses diimplementasikan adalah sistem yang mempunyai kinerja yang baik yang berarti bahwa sistem tersebut mempunyai kemampuan *hardware* dan *software* dalam mendukung sistem dan kemudahan dalam pemakaiannya yang berdampak pada peningkatan kinerja individu maupun organisasi. Kualitas sistem elektronik dianggap menjadi perhatian utama yang dihadapi oleh para pemangku kepentingan (Tumarni, 2015). Menteri Koordinator Bidang Perekonomian bersama dengan para menteri dan kepala lembaga meresmikan penerapan Sistem Online Single Submission (OSS). Salah satu program pemerintah dalam mengembangkan pelayanan publik yaitu pelayanan kepada masyarakat dalam melakukan perizinan usaha dengan menggunakan berbasis elektronik.

OSS adalah sebuah sistem yang dapat dipakai untuk melakukan segala macam jenis proses registrasi dan pengusulan legalitas bisnis serta pengusulan perizinan yang lain. Dengan perizinan OSS, pegawai DPMPTSP Kota Samarinda harus bisa mengoperasikan perizinan OSS yang responsif kepada pelaku usaha. Teknologi dapat mendorong meningkatkan produktivitas kerja, namun tetap diperlukan usaha dari pegawai untuk memanfaatkan teknologi dengan sebaik-baiknya (Indrajit, 2002). Penerapan OSS membantu karyawan dalam melakukan pekerjaannya dengan mengurangi keterbatasan yang dimilikinya.

Karyawan merupakan asset perusahaan yang paling berharga dan harus dikelola dengan baik oleh perusahaan agar dapat memberikan kontribusi yang optimal dan mencapai tujuan perusahaan. Sumber daya manusia adalah paling utama yang harus diperhatikan perkembangannya karena dengan adanya SDM yang baik dan profesional akan sangat membantu dalam memaksimalkan kinerja dalam suatu perusahaan (Mangkunegara, 2004).

Suatu hal yang terjadi dalam penggunaan sistem OSS adalah jaringan yang lambat dalam memproses sistem OSS sehingga respon sistem dalam menghasilkan informasi menjadi agak terganggu. Kemudian permasalahan yang sering terjadi yaitu dalam registrasi akun, dimana sering terjadi tidak diterimanya email aktivasi dan Nomor Induk Kependudukan (NIK) yang sudah terdaftar pada saat pengguna memasukkan data untuk pertama kali. Sering terjadi kesalahan dalam memasukkan alamat email atau menggunakan email yang tidak aktif saat mendaftar akun OSS (Aryandara, 2018).

Sebagai layanan bantuan, perusahaan harus selalu memperhatikan permasalahan layanan sistem OSS juga dalam mengoperasikan sistem OSS tersebut harus diperhatikan bila menginginkan OSS sukses dalam pengembangan dan penerapannya. Sistem OSS tersebut digunakan untuk menghasilkan kinerja yang optimal dalam suatu organisasi. Jika sistem OSS berjalan dengan baik hal itu membuat pekerjaan karyawan berjalan dengan lancar dan hal itu membawa peningkatan kinerja bagi karyawan. Jika kinerja karyawan baik maka tercipta efektivitas organisasi.

Kepuasan kerja adalah psikis yang menyenangkan yang dirasakan oleh karyawan di dalam suatu lingkungan pekerjaan atas peranannya dalam organisasi dan kebutuhannya terpenuhi dengan baik. Kepuasan kerja adalah suatu sikap karyawan terhadap pekerjaan yang berhubungan dengan situasi kerja, kerja sama antar karyawan, imbalan yang diterima dalam kerja dan hal-hal yang menyangkut faktor fisik dan psikologis (Sutrisno, 2009). Kepuasan kerja adalah keadaan yang menyenangkan atau tidak menyenangkan di mana para karyawan memandang pekerjaannya. Kepuasan kerja mencerminkan perasaan seseorang terhadap pekerjaannya (Yusuf, 2015). Kepuasan menunjukkan hasil pengalaman kerja dan tingkat kekecewaan tinggi yang membantu menunjukkan masalah organisasi. Dengan hal tersebut produktivitas dan hasil kerja pegawai meningkat secara optimal. Kinerja karyawan di dalam perusahaan memiliki peran yang vital dalam menentukan mundur majunya suatu perusahaan. Hal ini sangat penting karena kinerja karyawan yang baik membuat tujuan perusahaan tercapai dengan baik. Kinerja karyawan (prestasi kerja) didefinisikan sebagai hasil kerja secara kualitas dan kuantitas yang dicapai oleh seorang karyawan dalam melaksanakan tugasnya sesuai dengan tanggung jawab yang diberikan kepadanya. Secara operasional kinerja karyawan disebut sebagai usaha seseorang untuk mencapai tujuan melalui produktifitas kerja yang dihasilkan secara kuantitas maupun kualitas (Wijono, 2010).

Berdasarkan penjelasan di atas, penelitian bertujuan untuk menganalisis adakah pengaruh kualitas sistem OSS dan kepuasan kerja terhadap kinerja pegawai pada Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Samarinda.

2. BAHAN DAN METODE

a. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu, Gedung Mal Pelayanan Publik MPP, Jl. Pahlawan, Dadi Mulya, Kec. Samarinda Ulu, Kota Samarinda, Kalimantan Timur. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2022.

b. Tahap Persiapan

Tahap persiapan adalah tahapan yang dilakukan peneliti dalam menjalankan penelitian. Tahap persiapan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut:

1. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan adalah kegiatan awal sebelum peneliti melakukan penelitian dan dilakukan untuk mengetahui gambaran umum mengenai permasalahan objek penelitian. Studi pendahuluan yang dilakukan terkait dengan pengaruh kualitas sistem, kepuasan kerja, kinerja karyawan melalui studi literatur yang berasal dari buku, dan jurnal yang diakses melalui internet.

2. Identifikasi Permasalahan

Identifikasi masalah dilakukan setelah didapatkan permasalahan yang akan diteliti. Pada tahap ini sudah mulai diketahui studi literatur berdasarkan metode yang akan digunakan, untuk membantu menyelesaikan permasalahan yang terjadi.

3. Perumusan Masalah

Berdasarkan hasil studi pendahuluan serta identifikasi masalah, selanjutnya dilakukan tahapan perumusan masalah sesuai dengan permasalahan yang diambil pada Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Samarinda.

4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian merupakan pokok-pokok penting yang menjadi tujuan dilaksanakannya penelitian ini, sehingga dalam penulisan tujuan penelitian ini dilakukan dengan menguraikan maksud dan tujuan penelitian.

5. Batasan Masalah

Batasan masalah merupakan batasan-batasan yang digunakan dalam penelitian yang bertujuan untuk memfokuskan masalah yang ada agar tidak meluas dan menyimpang dari pokok permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini.

c. Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data merupakan salah satu tahapan penting dalam kegiatan penelitian dan dilakukan setelah peneliti selesai membuat desain penelitian sesuai dengan masalah yang diteliti. Data berdasarkan sumbernya dibagi menjadi 2 yaitu data primer dan data sekunder, pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang dibutuhkan untuk diolah dalam penelitian, sebagai berikut:

1. Data primer

Data primer merupakan data penelitian yang didapatkan secara langsung dari sumber asli dan tidak melalui perantara pihak lain. Data primer yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data yang berkaitan dengan kualitas sistem, kepuasan kerja dan kinerja karyawan dengan masing-masing indikator variabel diberikan satu pertanyaan. Data primer ini berasal dari responden melalui kuesioner yang diberikan peneliti. Proses pengukuran dari kuesioner dilakukan dengan memberi tingkatan skala atau nilai pengukuran dengan menggunakan skala likert dengan interval 1 sampai dengan 5. Menurut (Sugiyono, 2013) mengemukakan bahwa skala pengukuran merupakan kesepakatan yang digunakan sebagai acuan untuk menentukan panjang pendeknya interval yang ada dalam alat ukur sehingga alat ukur tersebut bila digunakan dalam pengukuran akan menghasilkan data kuantitatif.

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang memang telah tersedia berdasarkan sumber yang sudah ada, baik yang dipublikasikan maupun yang tidak dipublikasikan. Pada penelitian ini data pendukung yang diperoleh dari dokumen-dokumen penting DPMPTSP Kota Samarinda yang berhubungan dengan penelitian. Data sekunder dalam penelitian ini diantaranya ialah dokumen perusahaan berupa profil perusahaan, jumlah karyawan, dan struktur organisasi perusahaan.

d. Tahap Pengolahan Data

Tahap pengolahan data dilakukan setelah diperoleh data-data dari hasil pengumpulan data. Pada tahapan ini terdiri dari beberapa pengujian dan perhitungan di antaranya sebagai berikut:

1. Uji Validitas

Penyebaran kuesioner dilakukan kepada karyawan di DPMPTSP Kota Samarinda pada tanggal 14–18 Februari 2022. Hasil kuesioner kemudian dilakukan uji validitas dan reliabilitas pengujian validitas per item-nya. Uji validitas dilakukan untuk mengetahui apakah alat ukur yang digunakan menghasilkan nilai yang sesuai dengan tujuan alat ukur tersebut. Uji validitas menggunakan rumus *Bivariate Pearson* (korelasi *Pearson Product Moment*) dengan bantuan program SPSS. Pengujian menggunakan uji dua sisi dengan taraf signifikansi 0,05. Pengujian validitas tiap butir pertanyaan dengan SPSS dapat dilakukan dengan menggunakan teknik korelasi *pearson product moment* antara skor tiap item kuesioner dengan skor total dalam satu variabel. Menurut Sugiyono (2013), indikator dalam kuesioner dapat dikatakan valid apabila nilai r hitung atau nilai korelasi (*pearson correlation*) hasilnya lebih besar dari r tabel. Pengambilan keputusan pada uji validitas pada penelitian ini dilakukan dengan memperhatikan hal berikut ini (Halin, 2018).

- Jika nilai r_{hitung} lebih besar dari r_{tabel} ($r_{\text{hitung}} > r_{\text{tabel}}$), maka setiap item pernyataan dinyatakan bernilai positif atau valid.
- Jika nilai r_{hitung} lebih kecil dari r_{tabel} ($r_{\text{hitung}} < r_{\text{tabel}}$), maka setiap item pernyataan dinyatakan bernilai negatif atau tidak valid.

2. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui sejauh mana hasil pengukuran kuesioner yang digunakan relatif konsisten bila dilakukan pengukuran dua kali atau lebih pada responden yang berbeda. Pengujian reliabilitas instrumen dilakukan dengan *internal consistency* menggunakan rumus *Cronbach's Alpha* pada program SPSS, metode ini sangat cocok digunakan pada skor berbentuk skala atau skor rentangan (Yusup, 2018). Pengambilan

keputusan pada uji reliabilitas pada penelitian ini dilakukan dengan memperhatikan hal berikut ini (Halin, 2018).

- a. Jika nilai $r_{\text{-alpha}}$ lebih besar dari $r_{\text{-tabel}}$ ($r_{\text{-alpha}} > r_{\text{-tabel}}$), maka kuesioner dinyatakan reliabel atau konsisten.
 - b. Jika nilai $r_{\text{-alpha}}$ lebih kecil dari $r_{\text{-tabel}}$ ($r_{\text{-alpha}} < r_{\text{-tabel}}$), maka setiap item pernyataan dinyatakan tidak reliabel atau tidak konsisten.
3. Uji Asumsi Klasik
- Dalam penelitian ini untuk menguji hipotesis penelitian menggunakan analisa regresi linier berganda yaitu melihat pengaruh bebas terhadap variabel terikat. Persyaratan dalam analisis regresi adalah uji asumsi klasik. Pengujian asumsi klasik diperlukan untuk mengetahui apakah hasil estimasi regresi yang dilakukan, benar-benar bebas dari adanya uji heteroskedastitas, uji multikolinearitas, uji autokorelasi dan uji normalitas. Model regresi akan dapat dijadikan alat estimasi yang tidak bias jika telah memenuhi persyaratan BLUE (*Best Linear Unbiased Estimator*) yakni tidak terdapat heteroskedastitas, tidak terdapat multikolinearitas, tidak terdapat autokorelasi dan berdistribusi normal. Jika terdapat heteroskedastitas, maka varian tidak konstan sehingga dapat menyebabkan biasanya standar *error*. Jika terdapat multikolinearitas, maka akan sulit untuk mengisolasi pengaruh-pengaruh individual dari variabel, sehingga tingkat signifikansi koefisien regresi menjadi rendah. Dengan adanya autokorelasi mengakibatkan penaksir masih tetap bias dan masih tetap konsisten hanya saja menjadi tidak efisien.
4. Uji Normalitas
- Pengujian normalitas data dilakukan untuk melihat apakah dalam model regresi, variabel terikat dan tidak terikat (bebas) memiliki distribusi normal atau tidak. Jika data menyebar disekitar garis diagonal dan mengikuti arah garis diagonal maka regresi memenuhi asumsi normalitas. Dasar analisis yang digunakan untuk menentukan uji normalitas kolmogorov adalah sebagai berikut (Ajija, 2011)
- a. Jika nilai signifikansi (sig.) > 0.05 (lebih besar) maka data penelitian berdistribusi normal.
 - b. Sebaliknya, jika nilai signifikansi (sig.) < 0.05 (lebih kecil) maka data penelitian tidak berdistribusi normal.
5. Uji Multikolinearitas
- Multikolinearitas digunakan untuk menguji apakah pada model regresi ditemukan adanya korelasi yang kuat antar independen. Dengan melihat nilai faktor inflasi varian (*Variance Inflasi Factor/ VIF*), yang tidak melebihi 4 atau 5. Uji multikolinearitas digunakan untuk mengetahui apakah dalam model regresi ditemukan adanya korelasi yang tinggi diantaranya variabel bebas, dengan ketentuan (Ghozali, 2016).
- a. Bila *Tolerance* $< 0,1$ atau sama dengan $VIF > 5$ maka terdapat masalah multikolinearitas yang serius.
 - b. Bila *Tolerance* $> 0,1$ atau sama dengan $VIF < 5$ maka tidak terdapat masalah multikolinearitas.
6. Uji Heterokedastisitas
- Heteroskedastisitas digunakan untuk menguji apakah dalam model regresi, terjadi ketidaksamaan varians dan residual dari suatu pengamatan yang lain. jika varians residual dari suatu pengamatan ke pengamatan yang lain tetap, maka disebut heteroskedastisitas, dan jika varians berbeda disebut heteroskedastisitas. Model yang baik adalah tidak terjadi heteroskedastisitas. Dasar analisis yang dapat digunakan untuk menentukan heterokedastisitas adalah sebagai berikut (Ghozali, 2016).
- a. Jika ada pola tertentu seperti titik-titik yang membentuk pola tertentu yang teratur (bergelombang melebar kemudian menyempit), maka telah terjadi heterokedastisitas.
 - b. Jika tidak ada pola yang jelas seperti titik menyebar diatas dan dibawah angka 0 pada sumbu Y, maka tidak terjadi heterokedastisitas.
7. Analisis Regresi Berganda

Analisis linier berganda digunakan untuk mengetahui pengaruh dari variabel bebas terhadap variabel terikat. Dalam analisis regresi, selain mengukur kekuatan hubungan antara dua variabel atau lebih, juga menunjukkan arah hubungan antara variabel dependen dengan variabel independen. Menurut Sugiyono (2014), analisis regresi linier berganda merupakan analisis yang digunakan untuk mengetahui pengaruh antara satu variabel terikat dengan dua atau lebih variabel bebas. Adapun bentuk persamaan regresi linier berganda yang digunakan sebagai berikut:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 \dots \dots \dots (1)$$

dengan:

Y = Kinerja Karyawan

a = Konstanta

X_1 = Sistem OSS

X_2 = Kepuasan Kinerja

b_1, b_2 = Koefisien regresi

8. Uji Signifikansi Parsial (Uji Statistik t)

Uji T adalah salah satu test statistik yang dipergunakan untuk menguji kebenaran atau kepaluan hipotesis yang menyatakan bahwa diantara dua buah mean sampel yang diambil secara random dari populasi yang sama, tidak terdapat perbedaan yang signifikan (Sudjiono, 2010)

9. Uji Signifikansi Bersama-sama (Uji Statistik F)

Uji F dilakukan untuk mengetahui pengaruh variabel bebas secara serempak terhadap variabel terikat. Uji-F dilakukan dengan membandingkan nilai F_{hitung} terhadap F_{tabel} . atau untuk mengetahui tingkat signifikan antara variabel bebas terhadap variabel terikat secara serempak atau simultan (Ghozali, 2016).

10. Uji determinan (R^2)

Koefisien determinasi (R^2) pada intinya mengukur seberapa besar kemampuan variabel independent (bebas) dalam menerangkan variasi variabel dependent (terikat). Nilai koefisien determinasi adalah antara nol (0) dan satu (1). Nilai R^2 yang kecil berarti kemampuan variabel-variabel independent dalam menjelaskan variasi variabel dependent amat terbatas. Nilai yang mendekati satu berarti variabel-variabel independent memberikan hamper semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variasi variabel independent, secara umum koefisien determinasi untuk data silang (*crossSection*) relatif rendah karena adanya variasi yang besar antara masing-masing pengamatan, sedangkan untuk data runtun waktu (*time series*) biasanya mempunyai nilai koefisien determinasi adalah bias terhadap jumlah variabel independent yang dimasukkan ke dalam model. Setiap tambahan satu variabel independent, maka R^2 pasti meningkat tidak peduli apakah variabel tersebut berpengaruh secara signifikan terhadap variabel dependent (Ghozali, 2016).

e. Tahap Analisis

Tahap analisis merupakan tahap di mana data yang telah diolah sebelumnya kemudian dianalisa. Analisis data merupakan pengelompokan data dengan mempelajari data kemudian memilah data-data yang dikumpulkan untuk mencari data-data penting mana yang harus dipelajari (Sugiyono, 2006).

f. Tahap Penutup

Tahap penutup adalah tahap akhir yang dilakukan dalam penelitian yang berisi kesimpulan dan saran. Kesimpulan diperoleh berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan. Saran berfungsi sebagai dasar dalam pengembangan untuk penelitian selanjutnya agar lebih baik lagi dengan melengkapai kekurangan yang ada pada penelitian ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian ini dilakukan dengan bantuan program komputer SPSS 25 for windows. Berdasarkan pengujian validitas pada variabel kualitas system OSS (X_1) dan kepuasan kerja (X_2),

data yang diperoleh 50 item yang dinyatakan valid dikarenakan mempunyai nilai hitung > tabel dan hasil pengujian validitas pada variabel Kinerja Karyawan(Y), data yang diperoleh 50 item yang dinyatakan valid dikarenakan mempunyai nilai hitung > tabel .

a. Uji Validitas dan Realibilitas

Uji validitas dalam penelitian ini dihitung dengan menggunakan korelasi *Bivariate Pearson* dalam program SPSS versi 25. Pengujian kuesioner dilakukan pada taraf signifikansi 5% (0,05).

Valid berarti instrumen yang digunakan dapat mengukur yang seharusnya diukur. Reliabel berarti instrumen yang digunakan jika dicoba ke objek yang menghasilkan data yang sama. Uji Validitas berguna untuk mengetahui kevalidan atau kesesuaian kuesioner yang digunakan oleh peneliti dalam mengukur dan memperoleh data penelitian dari responden. Pada penelitian ini terdapat 5 koefisien korelasi *pearson product moment* (r-hitung) tingkat kepentingan yang perlu dibandingkan dengan nilai r_{tabel} . Pengujian kuesioner dilakukan pada taraf signifikansi 5% dan $N = 50$ sehingga didapat $r_{\text{tabel}} = 0,279$. Butir pernyataan dikatakan valid jika nilai $r_{\text{hitung}} > r_{\text{tabel}}$.

Tabel 1. Uji validitas kualitas sistem OSS

No	Atribut	r-hitung	r-tabel	Keterangan
1	X1.1	0,717	0,279	Valid
2	X1.2	0,851	0,279	Valid
3	X1.3	0,824	0,279	Valid
4	X1.4	0,808	0,279	Valid
5	X1.5	0,774	0,279	Valid

Hasil pada Tabel 1 menunjukkan bahwa tiap atribut tingkat kepentingan sudah valid, hal ini didukung dari hasil $r_{\text{hitung}} > 0,279$. Artinya, setiap item pertanyaan pada kuesioner sudah mampu mengukur apa yang ingin diukur.

Tabel 2. Uji validitas kepuasan kerja

No	Atribut	r-hitung	r-tabel	Keterangan
1	X2.1	0,561	0,279	Valid
2	X2.2	0,305	0,279	Valid
3	X2.3	0,476	0,279	Valid
4	X2.4	0,598	0,279	Valid
5	X2.5	0,456	0,279	Valid

Hasil pada Tabel 2 menunjukkan bahwa tiap atribut tingkat kepentingan sudah valid, hal ini didukung dari hasil $r_{\text{hitung}} > 0,279$. Artinya, setiap item pertanyaan pada kuesioner sudah mampu mengukur apa yang ingin diukur.

Hasil pada Tabel 3 menunjukkan bahwa tiap atribut tingkat kepentingan sudah valid, hal ini didukung dari hasil $r_{\text{hitung}} > 0,279$. Artinya, setiap item pertanyaan pada kuesioner sudah mampu mengukur apa yang ingin diukur

Tabel 3. Uji validitas kinerja karyawan

No	Atribut	r-hitung	r-tabel	Keterangan
1	Y1	0,707	0,279	Valid
2	Y2	0,632	0,279	Valid
3	Y3	0,791	0,279	Valid
4	Y4	0,727	0,279	Valid
5	Y5	0,627	0,279	Valid

Uji reliabilitas dalam penelitian ini dihitung dengan *Realibility Statistic* pada program SPSS versi 25 untuk mengetahui nilai dari *Chronbach's Alpha*.

Tabel 4. Uji reliabilitas

No	Variabel	Nilai Cronbach Alpha	Keterangan
1	Kualitas Sistem OSS (X1)	0,846	Reliabel
2	Kepuasan kerja (X2)	0,690	Reliabel
3	Kinerja karyawan (Y)	0,715	Reliabel

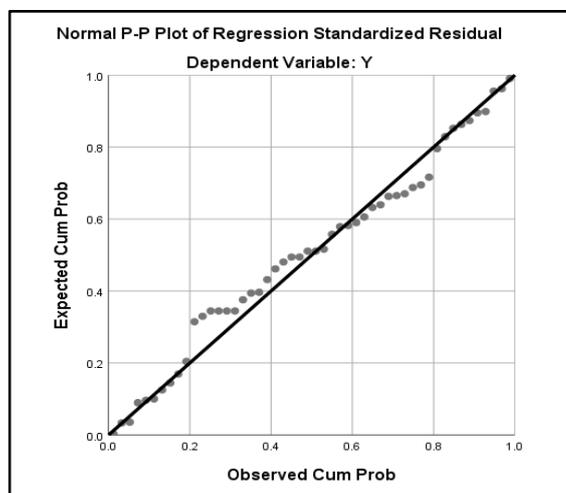
Berdasarkan Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa instrumen untuk variabel kualitas pelayanan, kepuasan kerja dan kinerja karyawan semuanya reliable

b. Hasil Uji Asumsi Klasik

Sebelum melakukan pengujian hipotesis dalam penelitian ini, terlebih dahulu dilakukan pengujian asumsi klasik untuk memastikan bahwa alat uji regresi berganda dapat digunakan atau tidak. Apabila uji asumsi klasik telah terpenuhi, maka alat uji statistik linier berganda dapat digunakan. Sebelum melakukan pengujian hipotesis dalam penelitian ini, terlebih dahulu dilakukan pengujian asumsi klasik untuk memastikan bahwa alat uji regresi berganda dapat digunakan atau tidak. Apabila uji asumsi klasik telah terpenuhi, maka alat uji *statistic linier* berganda dapat digunakan.

c. Uji normalitas data

Uji normalitas digunakan untuk melihat apakah variabel independen maupun variabel dependen terdistribusi normal atau tidak. Model regresi yang baik adalah memiliki residual yang terdistribusi normal. Beberapa model uji normalitas yaitu dengan melihat penyebaran data pada sumber diagonal pada grafik histogram, normal P-P Plot of regression standardized residual atau dengan uji *one sample Kolmogorov Smirnov*. Berikut hasil uji normalitas P-P Plot yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik hasil uji normalitas

Dapat disimpulkan bahwa dalam grafik normal plot terlihat titik menyebar di sekitar garis diagonal, dan penyebarannya tidak terlalu jauh atau melebar sehingga menunjukkan bahwa model regresi sesuai asumsi normalitas dan layak digunakan.

d. Uji Multikolinearitas

Dengan SPSS versi 25.00 maka dapat diperoleh hasil uji multikolinearitas yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji multikolinearitas

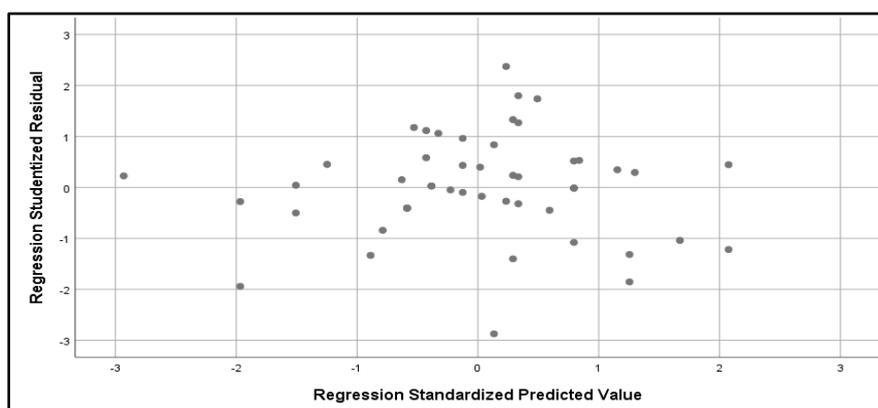
Coefficients ^a		
Model	Collinearity Statistics	
	Tolerance	VIF
1 (Constant)		
X1	.990	1.010
X2	.990	1.010

Dependent Variable: Y

Dari masing-masing variabel nilai *tolerance* lebih besar dari 0,1 sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi gejala multikolinearitas antara variabel independen yang di indikasikan dari nilai *tolerance* setiap variabel independen lebih besar dari 0,1 dan nilai VIF lebih kecil dari 5. Atau bisa disebut bahwa dalam model regresi yang digunakan terbebas dari masalah multikolinearitas.

e. Uji Heterokedastisitas

Dengan SPSS versi 25.00 maka dapat diperoleh hasil Uji heterokedastisitas yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil uji heterokedastisitas

Berdasarkan grafik *scatter plot* pada model regresi menunjukkan bahwa titik-titik data sampel menyebar secara acak dan tidak membentuk pola tertentu. Maka dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi heterokedastisitas.

f. Analisis regresi linier berganda

Analisis berganda berguna untuk mengetahui pengaruh dari masing-masing variabel dependen terhadap variabel independen.

Tabel 6. Hasil uji regresi linier berganda

Coefficients ^a					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
	B	Std. Error			
1 (Constant)	13.612	3.345		4.070	.000
X1	-.092	.113	-.108	-.819	.417
X2	.421	.127	.436	3.313	.002

Dependent Variable: Y

Dari Tabel 6 diketahui nilai konstanta sebesar 13,612, kualitas pelayanan (X1) sebesar -0,092 dan kepuasan kerja sebesar 0,422. Hasil tersebut dimasukkan kedalam persamaan regresi linier berganda sehingga diketahui persamaan berikut adalah $Y = 13,612 - 0,092X_1 + 0,421X_2$.

Konstanta sebesar 13,612 menyatakan jika tidak ada variabel bebas (bernilai 0), maka variabel terikat tetap sebesar 13,612. Kemudian formulasi regresi linier tersebut di atas menjelaskan bahwa pengaruh sistem OSS dan kepuasan kerja adalah tidak searah dengan kinerja karyawan. Maksudnya nilai negatif melambangkan, jika pengaruh sistem OSS menurun satu satuan, maka kinerja karyawan akan menurun sebesar 0,092 satuan. Berbeda dengan sistem OSS dengan kepuasan kerja apabila ditingkatkan satu satuan, maka kinerja karyawan akan meningkat sebesar 0,421 satuan. Dengan demikian hubungan negatif yang terjadi antara variabel bebas pengaruh kualitas sistem OSS terhadap variabel terikat kinerja karyawan tidak searah. Sedangkan hubungan positif kepuasan kerja terhadap variabel terikat kinerja karyawan searah dan linier.

g. Uji T

Tabel 7 menunjukkan hasil dari uji parsial. Dari hasil uji t dapat kita lihat pengaruh dari masing-masing variabel.

Tabel 7. Hasil uji statistik t (uji parsial)

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	13.612	3.345		4.070	.000
	X1	-.092	.113	-.108	-.819	.417
	X2	.421	.127	.436	3.313	.002

Dependent Variable: Y

Uji-t menunjukkan apakah terdapat pengaruh pada masing-masing variabel. Adapun uji menggunakan langkah-langkah sebagai berikut:

a. Uji Pengaruh Parsial pengaruh kualitas sistem OSS Terhadap Kinerja Karyawan

Bedasarkan tabel diatas diperoleh t hitung untuk variabel kepuasan kerja sebesar -0,819 untuk kesalahan 5% uji 2 pihak dan $dk = n - 2$ ($50 - 2 = 48$), di peroleh $t_{tabel} 2,010$. Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka didapat pengaruh yang signifikan antara X1 dan Y, demikian juga sebaliknya jika $t_{hitung} < t_{tabel}$ maka tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara X1 dan Y, didalam hal ini $t_{hitung} -0,819 < t_{tabel} 2,010$ hal ini berarti tidak terdapat pengaruh antara kualitas sistem OSS dengan kinerja karyawan pada Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Samarinda. Selanjutnya terlihat pula nilai probabilitas t yakni sig adalah 0,417 sedang taraf signifikan α yang ditetapkan sebelumnya adalah 0,05, maka nilai sig $0,417 > 0,05$, sehingga H_0 di terima ini berarti tidak ada pengaruh yang signifikan antara kualitas sistem OSS dengan kinerja karyawan pada Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Samarinda.

Meskipun indikator-indikator variabel kualitas sistem OSS dinilai baik tapi tidak dapat signifikan meningkatkan kinerja karyawan. Hal itu mungkin terjadi dikarenakan pada penggunaan sistem OSS di Dinas Penanaman Modal Dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Samarinda karyawan tidak mengoperasikan di dalam sistem tetapi mengurus keperluan secara langsung dengan cara manual. Penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian Hasibuan (2021), yang menyatakan bahwa kualitas sistem informasi terdapat hubungan signifikan dan positif antara sistem informasi terhadap kinerja karyawan. Dalam penelitian ini pengaruh sistem informasi adalah merupakan suatu proses dukungan penuh kepada para karyawan pada proses peningkatan semangat kerja karyawan. Hal ini mungkin dikarenakan berbeda dengan karyawan yang ada pada Dinas Penanaman Modal Dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Samarinda yang menggunakan sistem OSS untuk membantu masyarakat atau sebagai bantuan layanan dalam mengurus perizinan, dimana karyawan tidak terpengaruh dengan kerja OSS

karena mereka memiliki pekerjaan sendiri diluar sistem OSS, sedangkan karyawan pada penelitian Hasibuan (2021) di PT. Langkat Nusantara Kepong tersebut yang menggunakan sistem informasi untuk keperluan karyawan itu sendiri dalam bekerja atau karyawan tersebut bekerja bergantung dengan sistem informasi.

b. Uji Pengaruh Parsial Kepuasan Kinerja Terhadap Kinerja Karyawan

Berdasarkan tabel diatas diperoleh t hitung untuk variabel kepuasan kerja sebesar 3.313 untuk kesalahan 5% uji 2 pihak dan dk = n-2 (50 -2= 48), di peroleh t tabel 2,010. Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka didapat pengaruh yang signifikan antara X1 dan Y, demikian juga sebaliknya jika $t_{hitung} < t_{tabel}$ maka tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara X1 dan Y, didalam hal ini $t_{hitung} 3,313 > t_{tabel} 2,010$ hal ini berarti terdapat pengaruh antara kepuasan kerja dengan kinerja karyawan pada Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Samarinda. Selanjutnya terlihat pula nilai probabilitas t yakni sig adalah 0,02 sedang taraf signifikan α yang ditetapkan sebelumnya adalah 0,05, maka nilai sig 0,02 < 0,05, sehingga H_0 di tolak ini berarti terdapat pengaruh yang signifikan antara kepuasan kerja dengan kinerja karyawan pada Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Samarinda.

Kepuasan kerja ini diukur berdasarkan pekerjaan itu sendiri, gaji, atasan, rekan kerja dan kondisi kerja. Kepuasan terhadap upah/gaji dalam penelitian ini menunjukkan bahwa banyak pegawai yang setuju bahwa gaji merupakan faktor penting karena gaji yang didapat akan mengetahui apakah seorang pegawai untuk lebih semangat dalam bekerja, oleh karena itu gaji menjadi ukuran dimana kinerja pegawai akan menjadi maksimal. Penelitian ini membuktikan gaji sangat mempengaruhi kinerja karyawan yang ada di Dinas Penanaman Modal Dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Samarinda. Kemudian dalam penelitian ini menunjukkan bahwa indikator kondisi kerja menjadi indikator terbesar yang dalam faktor kepuasan kerja karyawan, sehingga dapat disimpulkan bahwa karyawan Dinas Penanaman Modal Dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Samarinda memiliki motivasi yang besar dalam bekerja karena lingkungan kerja yang disediakan sangat baik. Dengan kondisi lingkungan yang baik karyawan pun menjadi puas atas kondisi kerja tersebut sehingga dapat meningkatkan kinerja karyawan yang ada di Dinas Penanaman Modal Dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Samarinda.

Hasil penelitian yang dilakukan dengan hasil kesimpulan yang dibuat Suharno, et al (2020) tentang kepuasan kerja yang menyatakan bahwa kinerja karyawan adalah hasil kerja secara kualitas dan kuantitas yang dicapai oleh seorang pegawai dalam melaksanakan tugasnya sesuai dengan tanggung jawab yang diberikan kepadanya. Dari hasil ini membuktikan pengaruh kepuasan kerja terhadap kinerja karyawan adalah signifikan. Artinya hasil pengujian membuktikan bahwa kepuasan kerja terhadap kinerja karyawan terbukti. Hasil penelitian ini dapat dilihat bahwa dengan kepuasan kerja yang baik dari perusahaan akan meningkatkan kinerja karyawan. hasil ini sesuai dengan hasil kesimpulan yang dibuat Hasibuan (2021) yang menyatakan bahwa kepuasan kerja yang tinggi akan memberikan pengaruh yang baik juga pada kinerja karyawan.

d. Uji F

Uji F ini dilakukan untuk melihat variabel independen secara bersama, berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen atau tidak.. Berdasarkan hasil pengolahan data dengan program SPSS versi 25 maka diperoleh hasil yang dapat dilihat pada Tabel 8 sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil uji statistik f (uji simultan)

ANOVA ^a						
Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.	
11	Regression	40.955	2	20.478	5.610	.007 ^b
	Residual	171.545	47	3.650		
	Total	212.500	49			
a. Dependent Variable: Y						
b. Predictors: (Constant), X2, X1						

Berdasarkan Tabel 8, diperoleh nilai f_{hitung} sebesar 5,610 dengan probabilitas 0,007. Oleh karena probabilitas lebih kecil dari 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa koefisien regresi kepuasan kerja dan kualitas pelayanan tidak sama nol, atau kedua variabel independen secara simultan berpengaruh terhadap kinerja karyawan. Hal ini juga berarti nilai koefisien determinasi R^2 tidak sama dengan nol, atau signifikan.

e. Hasil Analisis Korelasi

Setelah data-data yang diperlukan dalam penelitian ini dikumpulkan. Seluruh data terlebih dahulu diolah dengan bantuan program *Statistical Product and Service Solution* yang kemudian hasil (*output*) tersebut dianalisa untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kualitas sistem dan kepuasan kerja terhadap kinerja karyawan. Tabel berikut ini menjelaskan korelasi yang terjadi antara variabel bebas (pengaruh kualitas sistem oss dan kepuasan kerja) terhadap variabel terikat (kinerja karyawan).

Tabel 9. Hasil korelasi

Correlations				
		X1	X2	Y
X1	Pearson Correlation	1	.099	-.065
	Sig. (2-tailed)		.495	.655
	N	50	50	50
X2	Pearson Correlation	.099	1	.426**
	Sig. (2-tailed)	.495		.002
	N	50	50	50
Y	Pearson Correlation	-.065	.426**	1
	Sig. (2-tailed)	.655	.002	
	N	50	50	50

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

f. Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi ini berfungsi untuk mengetahui persentase besarnya pengaruh variabel independen dan variabel dependen yaitu dengan mengkuadratkan koefisien yang ditemukan. Dalam penggunaannya, koefisien determinasi ini dinyatakan dalam persentase (%). Untuk mengetahui sejauh mana kontribusi atau persentase kepuasan kerja dan motivasi terhadap kinerja karyawan maka dapat diketahui melalui uji determinasi. Berikut hasil uji determinasi dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil uji determinasi

Model Summary ^b					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.439	.193	.158	1.910	2.242
a. Predictors: (Constant), X2, X1					
b. Dependent Variable: Y					

Dari Tabel 10 dapat dilihat bahwa nilai R sebesar 0,439, hal ini berarti 43,9% variasi kinerja karyawan dapat dijelaskan oleh variasi dari 2 variabel independen kepuasan kerja dan kualitas pelayanan. Sedangkan sisanya ($100\% - 43,9\% = 56\%$) dijelaskan oleh sebab-sebab yang lain. Kemudian *standard error of the estimated* artinya mengukur variabel dari nilai yang diprediksi. *Standard error of the estimated* dalam penelitian ini adalah sebesar 1,910 dimana semakin kecil standar deviasi berarti model semakin baik dalam memprediksi kinerja karyawan. Dalam penelitian ini nilai adjusted R² tidak mendekati nilai satu, artinya variabel X bisa dikatakan tidak dapat mewakili atau hanya sedikit menjelaskan informasi variabel Y. Karena nilainya kecil atau semakin jauh dari angka 1 artinya kesempatan variabel x dalam menjelaskan variabel Y sangat terbatas.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh mengenai pengaruh kepuasan kerja dan kualitas sistem OSS Terhadap Kinerja karyawan pada Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Samarinda. Hasil analisis menunjukkan variabel kualitas sistem OSS (X1) dan kepuasan kerja (X2), secara simultan berpengaruh secara signifikan terhadap Kinerja Karyawan (Y). Hal ini diketahui dari hasil uji F yang menunjukkan bahwa nilai sig dalam uji F sebesar 0,007 yang artinya < dari 0,05, sehingga seluruh variabel independen yang terdiri dari kualitas sistem OSS (X1) dan kepuasan kerja (X2) berpengaruh secara simultan terhadap Kinerja Karyawan (Y). Dengan demikian hipotesis ketiga penelitian berpengaruh terbukti kebenarannya. Berdasarkan hasil penelitian diatas, maka dapat disimpulkan jika kepuasan kerja dan kualitas sistem sama-sama memiliki hubungan yang baik. Hal ini dapat memicu kinerja karyawan, sehingga kemampuan dalam bekerja karyawan menjadi meningkat. Jika ada peningkatan kemampuan hal ini menandakan adanya peningkatan kinerja. Kepuasan kerja dan kualitas sistem secara bersama-sama berpengaruh terhadap kinerja karyawan dikarenakan saling berhubungan di dalam organisasi. Kepuasan kerja dan kualitas sistem dalam organisasi merupakan kombinasi dari orang-orang, fasilitas, teknologi, media, prosedur-prosedur dan pengendalian yang ditujukan untuk mendapat efektifitas yang baik dalam bekerja.

Hasil dalam penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan Hasibuan (2021) yang meneliti pada perusahaan PT. Langkat Nusantara Kepong yang mana hasilnya bahwa kualitas sistem informasi dan kepuasan kerja berpengaruh terhadap kinerja karyawan. Hal ini karena karyawan di PT. Langkat Nusantara Kepong dengan kualitas sistem informasi karyawan lebih mudah bekerja dalam bekerja dan fasilitas yang ada dapat meningkatkan kinerja karyawan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Samarinda, yang telah memberi ijin bagi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajija, Shochrul Rohmatul. 2011. Cara Cerdas Menguasai Eviews. Jakarta: Salemba Empat.
- Aryandara. (2018, 15 Agustus). OSS dan Poin Penting dalam Pengajuan Perizinan Berusaha. <https://www.easybiz.id/oss-dan-poin-penting-dalam-pengajuan-perizinan-berusaha>
- Ghozali, I. (2016) *Aplikasi Analisis Multivariete Dengan Program IBM SPSS 23*. Edisi 8. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro
- Halin, Hamid. (2018). *Pengaruh Kualitas Produk Terhadap Kepuasan Pelanggan Semen Baturaja Di Palembang Pada Pt Semen Baturaja (Persero) Tbk*. Volume 3 Nomor 2 Edisi Agustus 2018. ISSN : 2540-816X
- Hasibuan, Syahrial. (2021). *Analisis Pengaruh Sistem Informasi Dan Kepuasan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Di PT. Langkat Nusantara Kepong (PT. LNK)*. Kumpulan Karya Ilmiah Mahasiswa Fakultas Sosial Sains. Volume 1 No 1 Available at: <https://jurnal.pancabudi.ac.id/index.php/jurnalfasosa/article/view/2392>
- Mangkunegara, A.A.A.P. (2004). *Manajemen Sumber Daya Manusia Perusahaan*, cetakan kelima, Bandung : PT Remaja Rosdakarya

- Tumarni. (2015). *Pengaruh Kualitas Sistem, Kualitas Informasi dan Penggunaan Nyata Terhadap Kepuasan Pemakai Laporan keuangan (Studi Pada Satuan kerja Perangkat Daerah Pemerintah Provinsi Jambi)*. Journal of Chemical Information and Modeling, 53, 1689–1699.
- Sugiyono. (2006). *Statistika Untuk Penelitian*, CV. Alfabeta, Bandung.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Kombinasi (Mixed Methods)*. Bandung: Alfabeta
- Suharno, Muhammad Syarif Hidayatullah Elmas, Seger Priantono. (2020). *Pengaruh Kualitas Pelayanan Administrasi Kepegawaian dan Kepuasan Kerja Terhadap Kinerja (Studi Pada Bidang Perbendaharaan dan Kas Daerah Kota Probolinggo)*. Jurnal Ilmiah Ilmu Ekonomi dan Bisnis Vol 8 No 2.
- Sutrisno, H. E. (2009). *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Jakarta: KENCANA
- Wijono, S. (2010). *Psikologi Industri dan Organisasi: Dalam Suatu Bidang Gerak Psikologi Sumber Daya Manusia*. Jakarta: Prenada Media Group.
- Yusuf, B. 2015. *Manajemen Sumber Daya Manusia Di Lembaga Keuangan Syariah*. Jakarta: Rajawali Pers
- Indrajit, R. E. (2002). *Electronic Government: Strategi Pembangunan Dan Pengembangan Sistem Pelayanan Publik Berbasis Teknologi Digital*. Andi.
- Yusup, Febrianawati. (2018). *Uji Validitas Dan Reliabilitas Instrumen Penelitian Kuantitatif*. Jurnal Tarbiyah: Jurnal Ilmiah Kependidikan. Vol. 7 No. 1. Januari – Juni 2018 (17-23)

ANALISIS PEMILIHAN SUPPLIER IKAN ASAP MENGGUNAKAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS

Dian Pratiwi Sahar*

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura

Ariviana L. Kakerissa

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura

Siti Aminah A. Huat

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura

*E-mail korespondensi: dian.sahar@fatek.unpatti.ac.id

ABSTRAK

Pusat Oleh-Oleh Galala merupakan tempat penjualan ikan asap yang terkenal di Kota Ambon. UKM ikan asap di sana mengalami masalah dalam memenuhi permintaan pelanggan. Masalah yang dihadapi berupa harga ikan yang mahal, kualitas ikan yang menurun, kuantitas ikan yang tidak dapat dipenuhi oleh supplier, dan kecepatan pengiriman yang tidak konsisten. UKM tidak memiliki metode khusus dalam memilih supplier. UKM ini memiliki 4 supplier, yaitu Perusahaan Ikan Laha, Perum Perikanan Galala, Nelayan Galala, dan Pasar Arumbai. Harga ikan yang diperoleh dari Perum Perikanan Galala, Perusahaan Ikan Laha, dan Pasar Arumbai relatif tinggi dibandingkan dengan Nelayan Galala. Tetapi kuantitas ikan yang diperoleh dari Nelayan Galala terkadang tidak memenuhi permintaan dari pelaku usaha. Kualitas ikan yang diperoleh dari Perusahaan Ikan Laha yang didapatkan dalam kondisi beku dan dapat memperlambat proses produksi ikan asap. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemilihan supplier ikan asap. Metode yang digunakan adalah AHP. AHP digunakan untuk menghitung bobot prioritas alternatif supplier. Hasil penelitiannya yaitu supplier yang sebaiknya dipilih untuk mencukupi kebutuhan bahan baku adalah Nelayan Galala dengan bobot prioritas tertinggi sebesar 0,416.

Kata Kunci: UKM, ikan asap, pemilihan supplier, AHP

ABSTRACT

Pusat Oleh-Oleh Galala is a famous smoked fish-selling place in Ambon City. Smoked fish UKM there are having problems meeting customer demands. The problems faced in the form of expensive fish prices, declining quality of fish, a quantity of fish that could not be met by suppliers, and inconsistent delivery speed. UKM does not have a specific method of selecting suppliers. This UKM has 4 suppliers, namely Perusahaan Ikan Laha, Perum Perikanan Galala, Nelayan Galala, and Pasar Arumbai. The price of fish obtained from Perum Perikanan Galala, Perusahaan Ikan Laha, and Pasar Arumbai is relatively high compared to Nelayan Galala. However, the quantity of fish obtained from Nelayan Galala sometimes does not meet the demands of business actors. The quality of fish obtained from the Perusahaan Ikan Laha is obtained in frozen conditions and can inhibit the smoked fish production process. This study aims to analyze the selection of smoked fish suppliers. The method used is AHP. AHP is used to calculate the priority weights of alternative suppliers. The result of the research is that the supplier that should be chosen to meet the needs of raw materials is Nelayan Galala with the highest priority weight of 0.416.

Keywords: UKM, smoked fish, supplier selection, AHP

1. PENDAHULUAN

Usaha Mikro Kecil dan Menengah ikan asap di Pusat Oleh-Oleh Galala dikenal sebagai penghasil ikan asap terbesar di Kota Ambon. Ikan asap diproduksi sebanyak 2-3 kali/minggu, dengan kapasitas produksi sebesar 25-30 ekor. Usaha ikan asap ini memiliki 4 supplier, diantaranya Perum Perikanan Galala, Perusahaan ikan Laha, Pasar Arumbai, dan Nelayan Galala.

Berdasarkan hasil wawancara dengan pelaku usaha beliau mengeluhkan beberapa hal seperti, supplier tidak dapat menyediakan ikan sesuai dengan permintaan baik dari segi kualitas, harga, kuantitas, dan kecepatan pengiriman. Hal itu sangat mempengaruhi proses produksi dan penjualan dari ikan asap. Jika harga dan kualitas ikan yang diterima pedagang dari supplier di bawah standar, maka mutu dari ikan asap juga akan menurun dan dapat mempengaruhi penilaian pelanggan terhadap pelaku usaha. Selain itu jika kuantitas ikan tidak memenuhi permintaan serta terjadinya keterlambatan dalam pengiriman, maka akan berdampak terhadap pemenuhan target yang telah ditetapkan sebelumnya.

Beberapa perusahaan menetapkan beberapa kriteria untuk menetapkan supplier terpilih seperti hanya menilai melalui harga barang, ketepatan waktu, serta kualitas barang (William, 2002). Proses pemilihan supplier yang terjadi pada usaha ikan asap Galala hanya berdasarkan pada jumlah permintaan yang telah disepakati. Sistem pembayaran yang ditetapkan adalah tunai secara langsung saat ikan diterima oleh pelaku usaha.

Yuliani dkk. (2017) menganalisis faktor-faktor yang berpengaruh dalam mengevaluasi kinerja supplier dan rancangan pemilihan supplier yang tidak hanya menggunakan penilaian berdasarkan subjektivitas pada PT Sumber Berkah Anugerah Indonesia dengan menggunakan pendekatan *Vendor Performance Indicator (VPI)* dan *metode Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Mustanirroh dkk. (2010) melakukan penelitian untuk mengevaluasi kinerja supplier ikan kakap merah. Metode yang digunakan adalah *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dengan pendekatan *Vendor Performance Indicator (VPI)*. Penggunaan VPI dalam penelitian ini agar dapat menjadi lebih objektif.

Yp Fun dan Js Hung dalam Roechmoljati (2012) menjelaskan bahwa terdapat lima kriteria dalam VPI, yaitu *Quality, Flexibility, Cost, Delivery, dan Responsiveness*. Kelima kriteria tersebut dapat mewakili semua kebutuhan perusahaan terhadap vendor. Jika sumber kerumitan adalah banyaknya kriteria, maka *analytical hierarchy process disingkat (AHP)* merupakan teknik yang tepat untuk menyelesaikan masalah ini (Mulyono, 2004). Penelitian ini menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)*, karena dapat digunakan untuk memeringkatkan alternatif keputusan, berdasarkan pada sejauh mana tiap-tiap alternatif memenuhi kriteria pengambilan keputusan.

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Pusat Oleh-Oleh Ikan Asap Galala, Desa Hative Kecil yang berlangsung pada bulan Januari sampai Februari 2022.

a. Teknik Pengumpulan Data

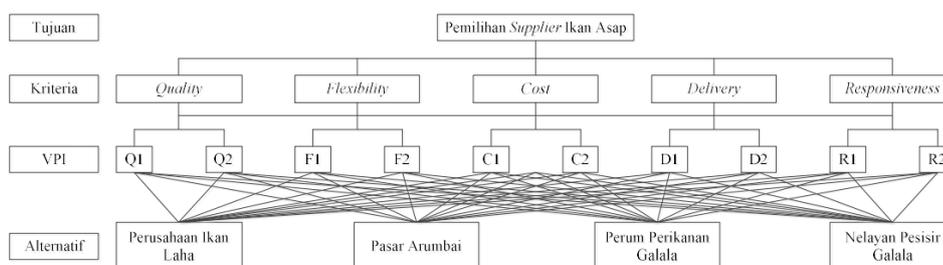
Beberapa metode yang digunakan dalam pengumpulan data, adalah:

- 1) Studi Literatur, dilakukan untuk mencari informasi terhadap masalah yang diteliti yang bersumber dari buku maupun jurnal yang membahas terkait dengan pemilihan supplier ikan.
- 2) Observasi, data yang didapatkan dari kegiatan ini adalah keadaan tempat usaha, proses produksi dari ikan asap, dan data penjualan/hari.
- 3) Wawancara, dilakukan dengan pemilik usaha. Data yang didapatkan yaitu supplier bahan baku yang berasal dari Nelayan Galala, Perusahaan ikan Laha, Perum Perikanan Galala dan Pasar Arumbai serta kapasitas produksinya.
- 4) Kuesioner, digunakan untuk menjangkau penilaian pelaku usaha terhadap kriteria-kriteria pemilihan supplier.

b. Metode Analisis Data

Metode analisa data yang diterapkan yaitu secara kuantitatif. Pendekatan secara kuantitatif digunakan dalam perhitungan untuk menganalisis pemilihan alternatif supplier ikan asap menggunakan metode AHP. Adapun proses pengolahannya, sebagai berikut:

- 1) Menyusun struktur hirarki yang diawali dengan tujuan umum, dilanjutkan dengan kriteria-kriteria dan alternatif yang dipilih.



Gambar 1. Struktur Hierarki Masalah

Berdasarkan struktur hierarki di atas memiliki 5 kriteria dan 10 sub kriteria dengan tujuan utama yaitu memilih supplier ikan asap. Di mana 5 kriteria tersebut merupakan *Quality* yaitu mengenai kualitas produk yang dihasilkan supplier. *Flexibility* yaitu kemampuan supplier memenuhi perubahan jumlah dan waktu pengiriman. *Cost* yaitu nilai benda atau barang yang diukur dengan satuan rupiah. *Delivery* yaitu pelayanan pengiriman bahan baku. Dan *responsiveness* yaitu kemampuan supplier merespon masalah maupun permintaan.

Sub kriteria yang dihasilkan, meliputi: karakteristik bahan baku secara organoleptik (Q1), kemampuan memberikan kualitas yang konsisten (Q2), perubahan waktu pemesanan (F1), tambahan pesanan (F2), kesesuaian harga dengan bahan baku (C1), potongan harga (C2), ketepatan waktu pengiriman (D1), ketepatan jumlah ikan yang dikirim (D2), tanggapan keluhan (R1), dan perubahan permintaan (R2).

- 2) Menyusun matriks pendapat gabungan (X) berupa matriks perbandingan berpasangan yang elemen-elemen matriksnya (Xg) berasal dari rata-rata geometrik elemen-elemen matriks pendapat individu (aij) yang rasio konsistensinya (CR) memenuhi persyaratan. Formulasi untuk mendapatkan rata-rata geometrik adalah sebagai berikut:

$$Xg = \sqrt[n]{\sum_{i=1}^n Xi} \tag{1}$$

- 3) Menormalkan data dengan cara menjumlahkan tiap kolom pada matriks perbandingan berpasangan, lalu membagi setiap elemen di dalam matriks dengan jumlah kolom tersebut.

$$\text{Bobot relatif yang dinormalkan} = \frac{g_{ij}}{\sum_{i=1}^n g_{ij}} \tag{2}$$

- 4) Menentukan Vektor Prioritas (VP) untuk setiap kriteria. Vektor prioritas menunjukkan bobot relatif diantara kriteria yang dibandingkan.

$$\text{Vektor Prioritas} = \frac{1}{J_{total}} \begin{bmatrix} J_j \\ \dots \\ J_n \end{bmatrix} \tag{3}$$

- 5) Nilai eigen value didapat dari menjumlahkan tiap kolom pada matriks perbandingan berpasangan dan vektor prioritas setiap kriteria.

$$\lambda_{maks} = \sum (\sum_{i=1}^n g_{ij} \times \text{Vektor Prioritas untuk } i = j) \tag{4}$$

- 6) Perhitungan Konsistensi. Preferensi responden sering mengalami inkonsistensi yang dapat menyebabkan hubungan matriks berpasangan menyimpang dari keadaan yang sebenarnya,

sehingga matriks tersebut tidak konsisten sempurna. Penyimpangan tersebut dinyatakan dengan Indeks konsistensi (IK), yang dirumuskan sebagai berikut:

$$IK = \frac{\lambda_{maks-n}}{n-1} \quad (5)$$

$$RK = \frac{IK}{IR} \quad (6)$$

Jika rasio konsistensinya >0.1 maka perlu dilakukannya perhitungan ulang.

- 7) Masukkan nilai parameter untuk masing-masing variabel dan nilai dari variabel dalam kolom-kolom lalu dikalikan sehingga mendapatkan nilai bobot dari setiap parameter (a_i).
- 8) Masukkan nilai bobot alternatif dan a_i kemudian dikalikan. Hasil dari perkalian adalah nilai bobot alternatif berdasarkan parameter.
- 9) Jumlahkan seluruh bobot alternatif.
- 10) Evaluasi pemasok dan pemeringkatan pemasok.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Usaha Mikro Kecil dan Menengah ikan asap di Pusat Oleh-Oleh Galala milik Nelo Kumbang-sila telah beroperasi selama 12 tahun. Ibu Nelo sebagai pemilik usaha bertindak sebagai pengambil keputusan terhadap bahan baku yang nantinya akan dibeli.

Ikan asap diproduksi sebanyak 2-3 kali/minggu, dengan kapasitas produksi sebesar 25-30 ekor. Harga yang dipatok berkisar antara 25-40 ribu/belah. Dalam seminggu supplier memasok ikan kepada pelaku usaha sebanyak 2-3 kali.

Usaha ikan asap ini memiliki 4 supplier, diantaranya Perum Perikanan Galala, Perusahaan ikan Laha, Pasar Arumbai, dan Nelayan Galala. Harga ikan yang diperoleh dari Perum Perikanan Galala, Perusahaan Ikan Laha, dan Pasar Arumbai relatif tinggi dibandingkan dengan Nelayan Galala. Tetapi kuantitas ikan yang diperoleh dari Nelayan Galala terkadang tidak memenuhi permintaan dari pelaku usaha. Kualitas ikan yang diperoleh dari Perusahaan Ikan Laha tidak lebih baik dari ketiga supplier lainnya, karena ikan yang didapatkan dalam kondisi beku dan dapat memperlambat proses produksi ikan asap.

a. Data Bobot Prioritas Sub Kriteria

Setelah sub kriteria ditentukan, dilakukan pemberian bobot pada hubungan antara sub kriteria dengan sub kriteria. Tabel 1 menunjukkan hasil pembobotan antara sub kriteria.

Tabel 1. Bobot Prioritas Sub Kriteria

Sub Kriteria	Bobot
Kesesuaian Bahan Baku Secara Organoleptik (Q1)	0,83
Kemampuan Memberikan Kualitas Yang Konsisten (Q2)	0,17
Perubahan Waktu Pemesanan (F1)	0,17
Perubahan Pesanan (F2)	0,83
Kesesuaian Harga dengan Karakteristik Ikan (C1)	0,88
Potongan Harga (C2)	0,12
Ketepatan Waktu Pengiriman (D1)	0,17
Ketepatan Jumlah Pengiriman (D2)	0,83
Tanggapan Keluhan (R1)	0,83
Perubahan Permintaan (R2)	0,17

Berdasarkan Tabel 1 di atas, dapat dilihat bahwa sub kriteria Q1 lebih di prioritaskan dibandingkan Q2, F2 lebih diprioritaskan dibandingkan F1, C1 lebih di prioritaskan dibandingkan C2, D2 lebih diprioritaskan dibandingkan D1, dan R1 lebih diprioritaskan dibandingkan dengan R2.

b. Data Bobot Prioritas Kriteria

Perbandingan antar kriteria dengan kriteria ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Bobot Prioritas Kriteria

Kriteria	Bobot	Peringkat
<i>Quality</i>	0,479	I
<i>Flexibility</i>	0,134	III
<i>Cost</i>	0,177	II
<i>Delivery</i>	0,120	IV
<i>Responsiveness</i>	0,090	V

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa criteria kualitas merupakan prioritas pertama untuk memilih supplier dan disusul dengan kriteria *cost*, *flexibility*, *delivery*, dan *responsiveness*.

c. Data Bobot Prioritas Alternatif Supplier

Tabel 3 menunjukkan data perbandingan antar alternatif supplier.

Tabel 3. Bobot Prioritas Alternatif Supplier

<i>Vendor Performance Indicator</i>	<i>Supplier</i>			
	Perusahaan Ikan Laha	Perum Perikanan Galala	Nelayan Galala	Pasar Arumbai
Kesesuaian Bahan Baku Secara Organoleptik (Q1)	0,046	0,125	0,203	0,023
Kemampuan Memberikan Kualitas Yang Konsisten (Q2)	0,011	0,024	0,040	0,005
Perubahan Waktu Pemesanan (F1)	0,001	0,007	0,012	0,002
Perubahan Pesanan (F2)	0,037	0,051	0,009	0,014
Kesesuaian Harga dengan Karakteristik Ikan (C1)	0,041	0,013	0,084	0,017
Potongan Harga (C2)	0,003	0,007	0,010	0,001
Ketepatan Waktu Pengiriman (D1)	0,002	0,009	0,007	0,003
Ketepatan Jumlah Pengiriman (D2)	0,023	0,019	0,007	0,051
Tanggapan Keluhan (R1)	0,007	0,017	0,043	0,009
Perubahan Permintaan (R2)	0,008	0,004	0,001	0,002
Total	0,176	0,263	0,416	0,127
Peringkat	III	II	I	IV

Nilai bobot alternatif supplier diperoleh dari nilai bobot prioritas VPI dikalikan dengan nilai bobot prioritas kriteria dan nilai bobot prioritas alternatif supplier terhadap VPI. Lalu menjumlahkan keseluruhan bobot alternatif. Berdasarkan hasil perhitungan, Nelayan Galala yang paling sering menjadi prioritas pertama disusul dengan Perum Perikanan, Perusahaan Ikan Laha, dan Pasar Arumbai. Itu berarti Nelayan Galala mampu memenuhi kriteria dalam penilaian pemilihan supplier ikan asap. Nelayan galala merupakan prioritas pertama, disusul dengan Perum Perikanan, Perusahaan Ikan Laha, dan Pasar Arumbai.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data dengan menggunakan metode AHP, diperoleh alternatif supplier ikan asap terbaik adalah Nelayan Galala (0,416) disusul oleh Perum Perikanan Galala (0,263), Perusahaan Ikan Laha (0,184), dan Pasar Arumbai (0,126). Adapun *Vendor Performance*

Indicator (VPI) prioritas dalam memilih supplier ikan asap berdasarkan kriteria *quality* adalah kesesuaian bahan baku secara organoleptik (Q1) dengan bobot 0,83. Kriteria *flexibility* adalah perubahan pesanan (F2) dengan bobot 0,83. Kriteria *cost* adalah kesesuaian harga dengan karakteristik ikan (C1) dengan bobot 0,88. Kriteria *delivery* Ketepatan jumlah pengiriman (D2) dengan bobot 0,83. Dan kriteria *responsiveness* adalah perubahan permintaan (R1) dengan bobot 0,83.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Ibu Nelo Kumbangsila selaku pemilik Pusat Oleh-Oleh Ikan Asap Galala atas kesediaannya berbagi informasi selama penelitian ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada civitas akademika Fakultas Teknik Universitas Pattimura terkhusus Program Studi Teknik Industri atas dukungannya selama penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Mulyono, Sri. 2004. Riset Operasi, Edisi Revisi, Fakultas Ekonomi UI, Jakarta.
- Mustaniroh, S. A., Santoso, S. M. and Oktora, E. D. 2010. 'Evaluasi Pemasok Ikan Kakap Merah Berdasarkan Vendor Performance Indicator (VPI) Dengan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) (Studi Kasus Pada PT Inti Luhur Fuja Abadi) Red Snapper Fish Supplier Analysis Based on Vendor Performance Indicator wit', 11(1), pp. 54–61.
- Rochmoeljati, R. (2012) 'Pengukuran Kinerja Supplier Berdasarkan Vendor Performance Indicator dengan Metode Quality Cost Delivery Flexibility Responsiveness (Studi Kasus : Pt Boma Bisma Indra Surabaya)'.
William, J., Stevenson. 2002. Operation Management. New Jersey: Pearson Education.
- Yuliani, E. N. S., Kholil, M. and Safitri, S. 2017. 'Pemilihan Alternatif Supplier Menggunakan Pendekatan Vendor Performance Indicator (VPI) Dan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) Di PT. Sumber Berkah Anugerah Indonesia', Issn 2338-7122, pp. 13–14.

ANALISIS PENYEBAB KERUSAKAN TRANSFORMATOR MENGGUNAKAN METODE RCA (FISHBONE DIAGRAM AND 5-WHY ANALYSIS) DI PT. PLN (PERSERO) KANTOR PELAYANAN KIANDARAT

Richard A. de Fretes*

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pattimura, Kota Ambon, Indonesia

*E-mail korespondensi: rdefretes@yahoo.com

ABSTRAK

PT PLN (Persero) ULP BULA merupakan salah satu unit pelayanan pelanggan dibawah PT PLN (Persero) UP3 Masohi. Berdasarkan hasil observasi awal, banyak terjadi kerusakan pada transformator seperti overload dan terjadi sparkover pada transformator-transformator distribusi yang dipasang sehingga mengakibatkan kerugian bagi konsumen. Tujuan penelitian ini adalah Untuk mengidentifikasi faktor utama terjadinya kerusakan pada Transformator di PT. PLN (Persero) Kantor Pelayanan Kiandarat dan rekomendasi tindakan perbaikan yang akan dilakukan untuk mengurangi kerusakan.. Metode analisis yang digunakan adalah metode Root Cause Analysis. Hasil penelitian menunjukkan terdapat terdapat 2 faktor utama terjadinya kerusakan pada trafo yaitu, faktor internal yang di sebabkan dari dalam trafo itu sendiri yaitu ada beban pelanggan yang melebihi kapasitas dari transformator, kemudian juga disebabkan oleh kebocoran minyak isolasi serta ketidak seimbangan beban fasa. Faktor berikut adalah faktor eksternal yang disebabkan dari luar yaitu seperti tegangan tinggi yang disebabkan oleh cuaca ekstrim/ petir yang. Selain menambah kuatitas pengukuran transformator meletakkan alat pengaman yang berupa overload relay pada setiap transformator yang dipasang pada setiap tiang transformator distribusi dan melakukan pengukuran yang berkala terhadap penyebab-penyebab lainnya, agar jika telah mencapai batas kerusakan dapat ditangani dengan segera sehingga tidak berdampak pada layanan konsumen. Mengadakan pemeliharaan yang teratur dan terkontrol terhadap komponen-komponen dari transformator distribusi secara berkala agar terjadi gangguan overload dapat mengantisipasi dengan cepat serta faktor dari luar juga ikut ambil dalam terjadinya kerusakan pada trafo, namun kita tidak akan tau kapan akan turun hujan atau tidak ataupun oetir yang dapat menaikkan tegangan sehingga akan menambah beban pada transformator, tetapi alangkah baiknya mempersiapkan diri untuk segala kondisi yang nantinya akan terjadi sehingga tidak menimbulkan kerugian bagi perusahaan maupun konsumen menyediakan alat.

Kata Kunci: *Transformator, root cause analysis, the 5 whys, fishbone diagram.*

ABSTRACT

PT PLN (Persero) ULP BULA is one of the customer service units under PT PLN (Persero) UP3 Masohi. Based on the results of initial observations, a lot of damage to the transformer such as overload and sparkover occurred on the distribution transformers that were installed, resulting in losses for consumers. The purpose of this study is to identify the main factors of damage to the transformer at PT. PLN (Persero) Kiandarat Service Office and recommendations for corrective actions to be taken to reduce damage. The analytical method used is the Root Cause Analysis method. The results showed that there were 2 main factors causing damage to the transformer, namely, internal factors caused from within the transformer itself, namely there was a customer load that exceeded the capacity of the transformer, then also caused by leakage of insulating oil and phase load imbalance. The following factors are external factors caused from outside, such as high voltage caused by extreme weather/lightning. In addition to increasing the measurement

power of the transformer, placing a safety device in the form of an overload relay on each transformer that is installed on each distribution transformer pole and taking periodic measurements of other causes, so that if it reaches the damage limit it can be handled immediately so that it does not have an impact on customer service. Carrying out regular and controlled maintenance of the components of the distribution transformer on a regular basis so that overload disturbances occur can be anticipated quickly and external factors also take part in the occurrence of damage to the transformer, but we will not know when it will rain or not or the accident will occur. can increase the voltage so that it will increase the burden on the transformer, but it would be better to prepare for all conditions that will occur so as not to cause losses for companies and consumers providing equipment

Keywords: *Transformator, root cause analysis, the 5 whys, fishbone diagram.*

1. PENDAHULUAN

Transformator merupakan komponen listrik yang berfungsi untuk menaikkan atau menurunkan tegangan listrik AC atau tegangan bolak balik. Fungsi trafo hanya dapat dipergunakan untuk melakukan perubahan tegangan AC dengan mengubah tegangan AC dari tegangan tertentu menjadi tegangan output yang diperlukan. Tetapi fungsi trafo tidak dapat menstabilkan tegangan atau voltase tersebut. Dalam penyaluran tenaga listrik hingga sampai ke konsumen sering terjadi berbagai macam gangguan yang dapat menghambat proses penyaluran tenaga listrik tersebut. Salah satu gangguan yang sering terjadi yaitu pada transformator distribusi. Untuk itu maka penanganan dan pencegahan yang efisien sangat diperlukan menjaga kelancaran distribusi listrik.

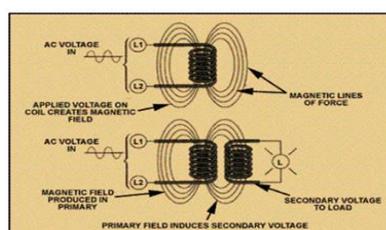
PT. PLN (persero) Kantor Pelayanan Kiandarat merupakan salah satu pendistribusian tenaga listrik untuk pelayanan yang tidak ada hentinya dalam melayani area Kampung Kilga, oleh karena itu ada kalanya terjadi *overload* dan terjadi *sparkover* pada transformator-transformator distribusi yang dipasang. Berdasarkan data hasil observasi awal yang dilakukan oleh peneliti ditemukan pada saat arus listrik mengalir ke transformstor ditemukan adanya kelebihan arus nominalnya. Karena kelebihan arus yang mengalir melebihi harga nominal mengakibatkan transformator mengalami kerusakan.

Untuk dapat menyelesaikan permasalahan ini dibutuhkannya analisis penerapan manajemen perawatan. Analisis ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor penyebab dari gangguan pada transformator tersebut agar dapat menghindari hal-hal yang dapat menghambat kinerja dari tranformator tersebut.

2. BAHAN DAN METODE

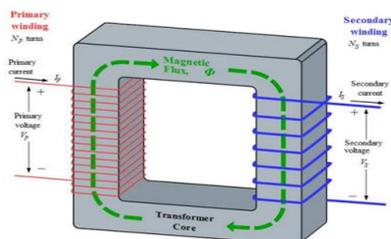
a. Transformator

Trasformator merupakan peralatan statis dimana rangkaian magnetik dan belitan yang terdiri dari 2 atau lebih belitan, secara induksi elektromagnetik, mentransformasikan daya (arus dan tegangan) sistem AC ke sistem arus dan tegangan lain pada frekuensi yang sama (IEC 60076 -1 tahun 2011). Trafo menggunakan prinsip elektromagnetik yaitu hukum hukum ampere dan induksi faraday, dimana perubahan arus atau medan listrik dapat membangkitkan medan magnet dan perubahan medan magnet / fluks medan magnet dapat membangkitkan tegangan induksi.



Gambar 1. Prinsip Hukum Elektromagnetik

Arus AC yang mengalir pada belitan primer membangkitkan flux magnet yang mengalir melalui inti besi yang terdapat diantara dua belitan, flux magnet tersebut menginduksi belitan sekunder sehingga pada ujung belitan sekunder akan terdapat beda potensial / tegangan induksi (Gambar.1).



Gambar 2. Elektromagnetik Pada Trafo

Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain, melalui suatu gandingan magnet dan berdasarkan prinsip induksielektromagnet. Transformator digunakan secara luas, baik dalam bidang tenaga listrik maupun elektronika. Penggunaan transformator dalam sistem tenaga memungkinkan terpilihnya tegangan yang sesuai, dan ekonomis untuk tiap-tiap keperluan misalnya kebutuhan akan tegangan tinggi dalam pengiriman daya listrik jarak jauh. Penggunaan transformator yang sederhana dan handal memungkinkan dipilihnya tegangan yang sesuai dan ekonomis untuk tiap-tiap keperluan serta merupakan salah satu sebab penting bahwa arus bolak-balik sangat banyak dipergunakan untuk pembangkitan dan penyaluran tenaga listrik.

b. Prinsip Kerja Transformator

Berdasarkan hukum Ampere dan hukum Faraday, yaitu arus listrik dapat menimbulkan medan magnet dan sebaliknya medan magnet dapat menimbulkan arus listrik. Jika pada salah satu kumparan pada transformator diberi arus bolak-balik maka jumlah garis gaya magnet berubah-ubah. Akibatnya pada sisi primer terjadi induksi. Sisi sekunder menerima garis gaya magnet dari sisi primer yang jumlahnya berubah-ubah pula. Maka di sisi sekunder juga timbul induksi, akibatnya antara dua ujung terdapat beda tegangan.

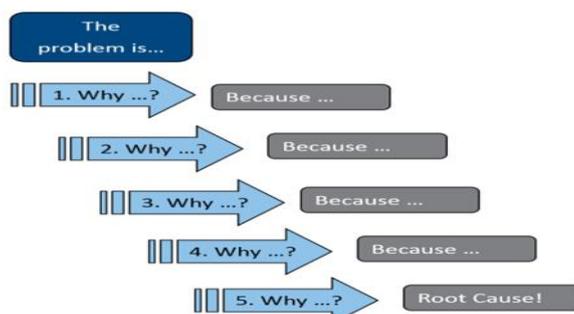
c. Root Cause Analysis (RCA)

Root Cause Analysis (RCA) merupakan pendekatan terstruktur untuk mengidentifikasi faktor-faktor berpengaruh pada satu atau lebih kejadiankejadian yang lalu agar dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja (Dogget, 2005). Selain itu, pemanfaatan RCA dalam analisis perbaikan kinerja dapat memudahkan pelacakan terhadap faktor yang mempengaruhi kinerja. Root Cause adalah bagian dari beberapa faktor (kejadian, kondisi, faktor organisasional) yang memberikan kontribusi, atau menimbulkan kemungkinan penyebab dan diikuti oleh akibat yang tidak diharapkan (Widyastuti, 2014). Root cause analysis adalah komponen penting dari suatu pemahaman yang menyeluruh tentang “apa yang terjadi”.

RCA (Root Cause Analysis) secara umum merupakan metoda analisa penelitian kualitatif yang dilakukan dengan membangun konstruksi pemaknaan empirik, logik, dan etik berdasarkan argumentasi dan pemaknaan atas fenomena yang diteliti. Penggambaran argumentasi dan pemaknaan dilakukan dengan penggambaran deskripsi – deskripsi guna membentuk pemahaman yang komprehensif (Wibowo et al., 2018). RCA dilakukan dengan beberapa tahapan antara lain: inventarisasi data, penyusunan diagram sebab – akibat, analisa penyebab akar permasalahan, dan penyusunan rekomendasi. Secara proses, tujuan utama dari RCA adalah mengidentifikasi dan memahami “apa, bagaimana, dan mengapa” pada sebuah peristiwa untuk kemudian dirumuskan strategi yang tepat dalam penanganan permasalahan terkait “error” yang ditemukan dalam proses analisa.

d. 5 Whys

5-whys adalah metode paling sederhana untuk analisis akar penyebab terstruktur. Ini adalah metode mengajukan pertanyaan yang digunakan untuk mengeksplorasi penyebab hubungan yang mendasari masalah. Investigator terus bertanya pertanyaan 'Mengapa?' Sampai kesimpulan yang berarti tercapai Diagram pareto pertama kali diperkenalkan oleh Alfredo Pareto dan digunakan pertama kali oleh Joseph Juran. Merupakan sebuah metode untuk mengelola kesalahan, masalah, atau cacat untuk membantu memecahkan masalah dan memusatkan perhatian pada usaha penyelesaian masalah (Kuswardana, A. 2017).

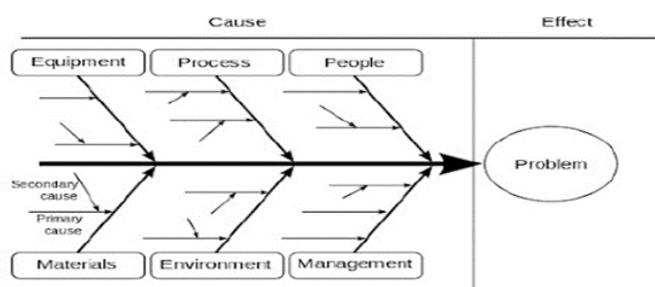


Gambar 3. 5 Whys

Hal yang umumnya disarankan minimal lima kali pertanyaan yang perlu ditanyakan, meskipun kadang-kadang pertanyaan tambahan juga diperlukan atau berguna, karena sangat penting untuk memastikan bahwa 22 pertanyaan-pertanyaan terus diminta sampai penyebab sebenarnya diidentifikasi.

e. Fishbone Diagrams

Tujuan menggambarkan masalah dalam suatu diagram atau gambar adalah untuk lebih memudahkan kita memahami gambaran permasalahan dan faktor-faktor penyebab munculnya permasalahan dalam satu diagram atau gambar. Konsep dasar dari diagram fishbone adalah permasalahan mendasar diletakkan pada bagian kanan dari diagram atau pada bagian kepala dari kerangka tulang ikannya. Penyebab permasalahan digambarkan pada sirip dan durinya (Murnawan & Mustofa, 2014).



Gambar 4. Fishbone diagram

Langkah-langkah dalam penyusunan Diagram *Fishbone* atau CED (Dogget, 2005) yaitu:

- Tetapkan permasalahan yang akan dipecahkan atau dikendalikan.
- Tuliskan permasalahan dibagian kanan dan gambar panah dari arah kiri ke kanan.
- Tuliskan faktor-faktor utama yang berpengaruh atau berakibat pada permasalahan pada cabang utama. Faktor-faktor utama permasalahan dapat ditentukan dengan menggunakan 4M (*Material, Method, Mechanism, dan Manpower*) atau menggunakan 4P (*Parts (raw material), Procedures, Plant (equipment) dan people*). Namun, kategori juga bisa ditentukan sendiri tergantung permasalahannya.

- d) Menemukan penyebab untuk masing-masing kelompok penyebab masalah dan tuliskan pada ranting berdasarkan kelompok faktor-faktor penyebab utama. Penyebab masalah ini dirinci lebih lanjut dengan mencari sebab dari sebab yang telah diidentifikasi sebelumnya menjadi lebih detail. Penyebab detail ini dapat diperoleh dengan menggunakan metode “5- *Whys*” dalam wawancara dan FGD yang dilaksanakan.
- e) Pastikan bahwa setiap detail dari sebab permasalahan telah digambarkan pada diagram.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Analisis Permasalahan

1. Mengidentifikasi Masalah

Kerusakan yang sering terjadi pada transformator di PT. PLN (Persero) Kantor Pelayanan Kiandarat adalah jebolnya trafo yang diakibatkan oleh beberapa faktor diantaranya beban pelanggan yang melebihi kapasitas, tegangan yang naik akibat petir, bocornya minyak isolasi, serta beban phasa yang juga melebihi kapasitas.

2. Menjelaskan Apa yang Terjadi

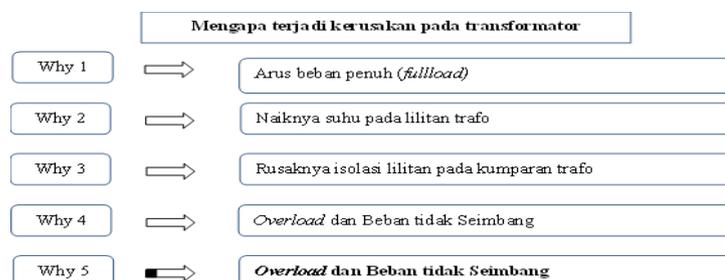
Setelah dilakukan prioritas masalah pada kerusakan transformator. Selanjutnya mencari informasi dan fakta terkait kondisi transformator serta sumber daya manusianya untuk memahami permasalahan yang sebenarnya. Setelah itu akan dilakukan wawancara kepada narasumber yang bersangkutan dengan kerusakan tersebut.

3. Mengidentifikasi faktor penyebab

Sebelum mengidentifikasi akar masalah dari kerusakan transformator. Peneliti harus menganalisis faktor apa saja yang menyebabkan trafo mengalami kerusakan. Ada beberapa faktor terjadinya kerusakan mulai dari dalam transformator maupun dari lingkungan luar.

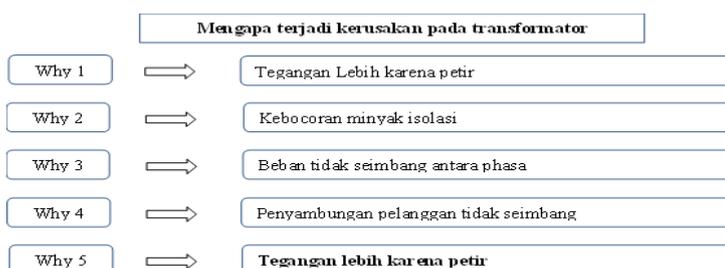
4. Mengidentifikasi akar penyebab

Dalam melakukan analisis akar masalah, peneliti melakukan wawancara kepada 5 karyawan/ narasumber, yang ditunjukkan pada Gambar 5 sampai 9.



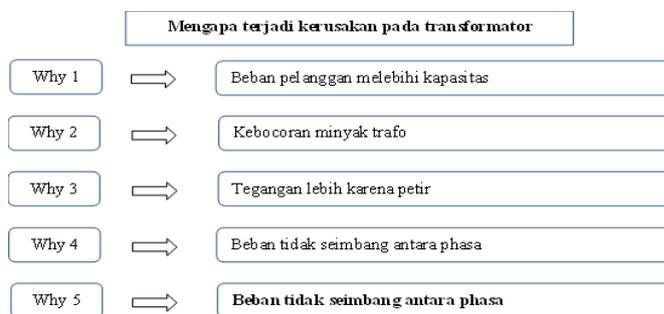
Gambar 5. Hasil 5 *whys* berdasarkan Pengelola Kantor Pelayanan

Hasil analisis menunjukkan faktor kerusakan trafo adalah karena arus beban penuh, naiknya suhu pada lilitan trafo sehingga menaikkan tegangan, rusaknya isolasi lilitan pada kumparan trafo, dan overload.



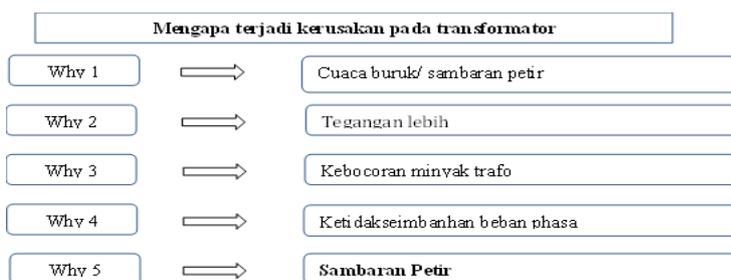
Gambar 6. Hasil 5 *whys* berdasarkan Staff kantor Pelayanan

Hasil analisis menunjukkan faktor kerusakan trafo adalah karena tegangan yang lebih akibat petir, kebocoran minyak isolasi, beban yang tidak Seimbang antar fasa serta penyambungan pelanggan yang tidak seimbang sehingga terjadinya kerusakan berupa jebolnya trafo.



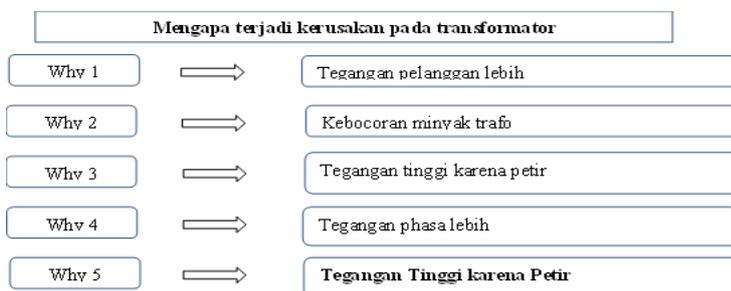
Gambar 7. Hasil 5 *whys* berdasarkan Staff Teknik

Hasil analisis menunjukan faktor kerusakan trafo adalah beban pelanggan yang melebihi kapasitas trafo, kebocoran minyak trafo, tegangan yang lebih tinggi karena petir dan beban yang tidak seimbang antar fasa, hal ini mengakibatkan kejebolan pada transformator tersebut.



Gambar 8. Hasil 5 *whys* berdasarkan Supervisor Teknik

Hasil analisis menunjukkan faktor terjadinya kerusakan trafo karena cuaca buruk sehingga menimbulkan tegangan lebih pada trafo kemudian beban pelanggan yang melebihi kapasitas trafo, kebocoran minyak trafo dan ketidakseimbangan beban antar fasa.

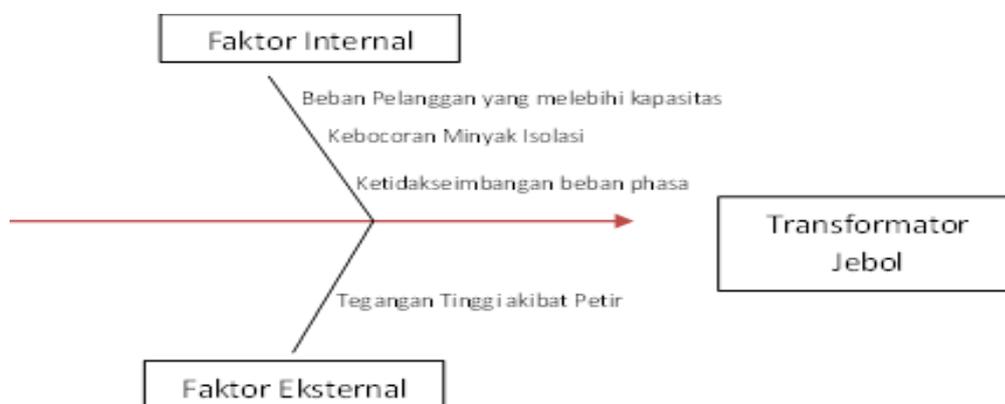


Gambar 9 Hasil 5 *whys* berdasarkan Manajer

Hasil analisis menunjukkan faktor kerusakan trafo karena tegangan yang melebihi kapasitas, kebocoran minyak trafo, tegangan fasa yang melebihi kapasitas sehingga mengakibatkan trafo jebol.

b. Fishbone Diagram

Fishbone diagram penyebab kerusakan Transformator ditunjukkan pada Gambar 10. Terdapat 2 faktor utama terjadinya kerusakan pada transformator yaitu, faktor internal dan eksternal.



Gambar 10. Fishbone diagram

- Faktor internal disebabkan dari dalam trafo itu sendiri yaitu ada beban pelanggan yang melebihi kapasitas dari transformator, kemudian juga disebabkan oleh kebocoran minyak isolasi serta ketidakseimbangan beban phasa.
- Faktor eksternal disebabkan dari luar, yaitu seperti tegangan tinggi yang disebabkan oleh cuaca ekstrim/ petir.

c. Rencana Perbaikan

Setelah mengetahui akar masalah dari kerusakan transformator, selanjutnya peneliti melakukan analisis mengenai tindakan perbaikan yang efektif untuk mengurangi dan mencegah kerusakan agar tidak terjadi kembali pada waktu berikutnya. Adapun tindakan perbaikan yang dapat dilakukan ialah sebagai berikut:

Faktor Internal

1. Suatu saat dapat terjadi pemakaian-pemakaian yang tidak seimbang, sehingga perlu dilakukan penyeimbangan beban pada penjumlah. Selain menambah kuatitas pengukuran transformator sebaiknya menaruh alat pengaman yang berupa overload relay pada setiap transformator yang dipasang pada setiap tiang transformator distribusi dan melakukan pengukuran yang terkala terhadap penyebab-penyebab lainnya, agar jika telah mencapai batas kerusakan dapat ditangani dengan segera sehingga tidak berdampak pada layanan konsumen.
2. Mengadakan pemeliharaan yang teratur dan terkontrol terhadap komponen-komponen dari transformator distribusi secara berkala agar terjadi gangguan overload dapat mengantisipasi dengan cepat.

Faktor Eksternal

Faktor dari luar juga ikut ambil dalam terjadinya kerusakan pada trafo, namun kita tidak akan mengetahui kapan akan turun hujan atau tidak ataupun oetir yang dapat menaikkan tegangan sehingga akan menambah beban pada transformator, tetapi alangkah baiknya mempersiapkan diri untuk segala kondisi yang nantinya akan terjadi sehingga tidak menimbulkan kerugian bagi perusahaan maupun konsumen menyediakan alat

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh ada beberapa faktor yang mempengaruhi kerusakan trafo diantaranya 2 faktor utama terjadinya kerusakan pada trafo yaitu, faktor internal yang di sebabkan dari dalam trafo itu sendiri yaitu ada beban pelanggan yang melebihi kapasistas dari transformator, kemudian juga disebabkan oleh kebocoran minyak isolasi serta ketidak seimbangan beban phasa. Faktor eksternal berikut adalah faktor tegangan tinggi yang disebabkan

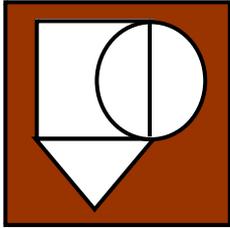
oleh cuaca ekstrim/ petir yang. Kemudian Tindakan perbaikan yang dapat dilakukan antara lain : melakukan penyeimbangan beban trafo, pengukuran berkala, kapasitas sisip trafo, melakukan pemeliharaan yang kontinyu dan teratur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik atas bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu peneliti mengucapkan banyak terima kasih yang kepada semua pihak yang telah bersedia menyediakan waktu dan memberikan data penelitian yang dibutuhkan dalam penulisan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Dogget, A. M. (2005). Root Cause Analysis: A Framework For Tool Selection. *Quality Management Journal*, 34.
- Kuswardana, A. (2017). Analisis Penyebab Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode RCA (Fishbone Diagram Method And 5-Why Analysis) Di PT. PAL Indonesia. *Proceeding 1st Conference On Safety Engineering And 1st Application*, 2581–1770.
- Munandar, M. (2001). Budgeting, Perencanaan Kerja Pengkoodinasian Kerja Pengawasan Kerja. Edisi Pertama. BPFU Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Murnawan, H., & Mustofa. (2014). Pernecanaan Produktivitas Kerja Dari Hasil Evaluasi Produktivitas Dengan Metode Fishbone Di Perusahaan Percetakan Kemasan PT. X. *Jurnal Teknik Industri HEURISTIC*, 11(1), 27–46.
- Wibowo, K., Sugiyarto, & Setiono. (2018). Analisa Dan Evaluasi : Akar Penyebab Dan Biaya Sisa Material Konstruksi Proyek Pembangunan Kantor Kelurahan Di Kota Solo, Sekolah, Dan Pasar Menggunakan Root Cause Analysis (RCA) Dan Fault Tree Analysis (FTA). *Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 303–310.
- Widyastuti, L. N. (2014). Analisis Gangguan Sistem Transmisi Listrik Menggunakan Metode Root Cause Analysis (RCA). *Jurnal Elektrikal*, 4(1), 21–30.



Petunjuk Penulisan

Sampaikan semua korespondensi dan pertanyaan kepada Editor-in-chief. Artikel dikirim secara elektronik, dengan: (a) Menggunakan MS Word, spasi tunggal, Times New Roman 11 pt; (b) Menggunakan bahasa Indonesia atau Inggris A.S.; (c) Menggunakan sistem metrik; dan (d) Menghindari penggunaan catatan kaki.

Naskah harus diatur dalam urutan berikut:

JUDUL/ TITLE

Judul harus singkat, informatif, dan menunjukkan poin utama makalah, maksimal 15 kata.

NAMA PENULIS/ AUTHOR(s)

Harus lengkap tetapi tanpa titel, disertai dengan alamat afiliasi. Sertakan email dari Penulis Korespondensi.

ABSTRAK/ ABSTRACT

Abstrak menyatakan tujuan penelitian, hasil utama, dan kesimpulan utama. Tidak lebih dari 200 kata dan dibuat dalam 1 paragraf, dengan dua bahasa: bahasa Indonesia dan bahasa Inggris.

KATA KUNCI/ KEYWORD(s)

Disertakan di bawah abstrak dan *abstract*, untuk membantu pencarian elektronik (3-6 kata kunci)

1. PENDAHULUAN/ INTRODUCTION

Bagian Pendahuluan harus menjelaskan: (a) Latar belakang penelitian; (b) Tujuan; (c) Ringkasan literatur yang mendukung; dan (d) Alasan mengapa penelitian itu diperlukan.

2. BAHAN DAN METODE/ MATERIAL AND METHOD

Bagian metode harus mencakup: (a) Desain dan setting penelitian; (b) Karakteristik partisipan atau deskripsi materi; (c) Deskripsi yang jelas tentang semua proses dan metodologi yang digunakan; (d) Jenis analisis statistik yang digunakan; (e) Studi yang melibatkan partisipan manusia, data, atau jaringan atau hewan harus menyertakan pernyataan tentang persetujuan dan persetujuan etika.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN/ RESULT AND DISCUSSION

Mencakup temuan studi, hasil analisis statistik, baik dalam teks atau sebagai tabel dan gambar. Harus membahas implikasi temuan dalam konteks penelitian yang ada dan menyoroti keterbatasan penelitian.

4. KESIMPULAN/ CONCLUSION

Menyatakan dengan jelas kesimpulan utama dan menjelaskan pentingnya dan relevansi penelitian dengan lapangan. Kesimpulan ditulis dalam satu paragraf.

UCAPAN TERIMA KASIH/ ACKNOWLEDGMENT

DAFTAR PUSTAKA/ REFERENCE

Gunakan model American Psychological Association (APA) edisi 6 atau 7. Gunakan [Mendeley](#) atau [Zotero](#) untuk memudahkan.

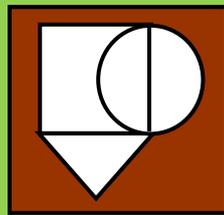
Petunjuk untuk Online Submission

Penulis harus melakukan registrasi pada <https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/arika/about/submissions>. Setelah melengkapi semua isian, klik tombol "Register". Selanjutnya, Penulis akan diarahkan pada *online submission interface* dimana Penulis harus mengklik "New Submission". Berikut lima langkah *submission process*:

1. **Tahap 1 - Starting the Submission:** Penulis harus mencentang semua persyaratan *submission checklists*. Penulis harus mengetik atau copy-paste *Cover Letter* pada bagian "Comments for the Editor".
2. **Tahap 2 – Uploading the Submission:** Untuk mengunggah artikel, penulis dapat mengklik pada *Upload submission file* dan pilih file artikel (.doc/.docx), kemudian klik "Upload".
3. **Tahap 3 – Entering Submission's Metadata:** Pada tahap ini, semua detail Penulis (-penulis) harus dimasukkan, termasuk menandai Penulis korespondensi. Selanjutnya, Judul Artikel, Abstrak serta keyword harus dimasukkan dengan cara *copy-paste* pada kotak yang tersedia.
4. **Tahap 4 – Uploading Supplementary Files:** *Supplementary files* dapat diunggah, termasuk *Submission Letter*.
5. **Tahap 5 – Confirming the Submission:** Penulis melakukan pengecekan terakhir terhadap semua kelengkapan artikel yang diunggah. Jika sudah lengkap, klik "Finish Submission". Penulis korespondensi akan menerima email penerimaan artikel. Proses selanjutnya dapat dilihat pada laman jurnal.

Jika Penulis mendapat masalah dalam proses *submission*, silahkan menghubungi editor melalui email berikut:

arika@fatek.unpatti.ac.id atau arika.unpatti@gmail.com.



ARIKA

Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Pattimura
Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka – Ambon
e-mail: arika@fatek.unpatti.ac.id
Website: <https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/arika>

