

## PENGENDALIAN KUALITAS LIMBAH CAIR INDUSTRI GULA DENGAN INTEGRASI METODE PDCA DAN SEVEN TOOLS

Nur Khaerani Busri<sup>1</sup>, Arminas<sup>2</sup>, Alifandi Hidayat<sup>3</sup>

Politeknik ATI Makassar

khaeranibusri@atim.ac.id<sup>1</sup>, arminas.atim@yahoo.com<sup>2</sup>, 19TIA577@atim.ac.id<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Penelitian ini dilatar belakangi dengan adanya parameter air limbah yang melebihi standar baku mutu lingkungan yang ditetapkan oleh pemerintah yang terjadi di Industri Gula XYZ. Penelitian ini akan mengintegrasikan metode PDCA (*Plan, Do, Check, Action*) dan *Seven Tools* pada proses pengolahan limbah cair industri gula. Dalam tahap *plan* digunakan *tool Flowchart* untuk memperoleh informasi berupa proses pengolahan air limbah, *tool Checksheet* digunakan untuk mendapatkan parameter air limbah yang melebihi standar baku mutu lingkungan, *tool Control Chart* digunakan untuk mendapatkan hasil berupa nilai BOD dan COD masih belum terkendali, dan *tool Fishbone Diagram* digunakan untuk mencari penyebab akar masalah dari standar baku mutu yang melebihi batas. Selanjutnya pada tahap *do*, menerapkan usulan perbaikan yang harus dilakukan, tahap *check* adalah mengecek kembali hasil implementasi usulan perbaikan serta tahap *action* memberikan usulan standar baru perusahaan.

**Kata kunci:** Baku mutu, limbah cair, PDCA, dan *seven tools*.

### ABSTRACT

This research is motivated by the presence of wastewater parameters that exceed the environmental quality standards set by the government in XYZ Sugar Industry. This study will integrate the PDCA (Plan, Do, Check, Action) method and the Seven Tools in the sugar industry wastewater treatment process. In the planning phase, the Flowchart tool is used to obtain information about the wastewater treatment process, the Checksheet tool is used to identify wastewater parameters that exceed the environmental quality standards, the Control Chart tool is used to obtain results such as uncontrolled BOD and COD values, and the Fishbone Diagram tool is used to identify the root causes of exceeding the quality standards. Moving on to the implementation phase, improvement proposals are applied. In the checking phase, the results of the implementation of improvement proposals are reviewed, and in the action phase, new company standards are proposed.

**Keywords:** Quality standards, wastewater, PDCA, and seven tools.

### PENDAHULUAN

Kegiatan industri umumnya menghasilkan tidak hanya produk, tetapi juga ada *output* berupa limbah yang dapat menjadi sumber polusi yang berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan. Menurut [1] Pencemaran industri adalah limbah industri sebagai *output* akhir dari proses produksi yang tidak memiliki nilai tetapi dapat merusak lingkungan. Limbah industri dapat berbentuk gas, cair atau padat dan dapat berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia jika tidak ditangani dengan benar.

Untuk mencegah terjadinya pencemaran terhadap lingkungan oleh berbagai aktivitas industri dan aktivitas manusia, maka diperlukan pengendalian terhadap pencemaran lingkungan dengan menetapkan baku mutu lingkungan. Menurut [2], Baku mutu lingkungan adalah batas kadar yang diperkenankan bagi zat atau bahan pencemar terdapat di lingkungan dengan tidak menimbulkan dampak terhadap gangguan makhluk hidup, tumbuhan, atau benda lainnya. Limbah industri, seperti limbah dari industri gula, harus dipastikan memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh peraturan pemerintah sebelum dibuang ke lingkungan.

Industri Gula XYZ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang industri pembuatan gula kristal putih yang dimana kapasitas produksi perusahaan ini sebesar 3.000 TCD (*Ton Cane per Day*). Besarnya kapasitas produksi harian gula dalam bentuk TCD secara langsung berpengaruh terhadap limbah yang dihasilkan. Adapun hasil produksi gula pada tahun

2021 pada Industri Gula XYZ sebesar 17.322.600 ton dengan jumlah air limbah yang dihasilkan dari setiap ton gula yang diproduksi berkisar 0,165-1,1 m<sup>3</sup>. Selain menghasilkan produk gula kristal putih, Industri Gula XYZ juga menghasilkan empat jenis limbah yaitu limbah cair, limbah padat, limbah udara dan limbah B3 (Bahan Beracun dan Berbahaya).

Limbah cair yang dihasilkan berupa air sisa-sisa hasil produksi yang kemudian dimanfaatkan kembali untuk proses produksi dan juga sebagian akan diolah pada Unit Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sebelum dibuang ke badan sungai. Untuk limbah padat berupa ampas dan blotong, pada ampas sendiri dimanfaatkan kembali untuk bahan bakar ketel uap dan blotong dimanfaatkan sebagai pupuk di kebun milik perusahaan. Limbah udara berasal dari ketel yang berupa asap pembakaran dari stasiun boiler, limbah ini dibuang ke udara bebas melalui cerobong tetapi disamping asap, abu dari ampas juga ikut. Serta untuk limbah B3 berupa oli bekas stasiun gilingan dan stasiun listrik, larutan accu yang sudah tidak digunakan, dan bahan-bahan kimia bekas laboratorium, limbah ini kemudian akan dikumpulkan di gudang penyimpanan limbah B3 dan akan diambil oleh pihak ketiga.

Pada hasil observasi awal, melihat bahwa Industri Gula XYZ telah mengolah limbahnya, akan tetapi peneliti memperoleh informasi bahwa masih terdapat keluhan masyarakat sekitar pabrik. Keluhan yang diperoleh seperti aroma yang kurang sedap yang berdampak mencemari sungai dan sumur warga sekitar. Oleh karena itu, limbah cair ini membutuhkan perhatian khusus dikarenakan masih mengandung bahan-bahan organik yang cukup tinggi sehingga dapat mengganggu ekosistem air dan berpotensi mencemari lingkungan. Potensi pencemaran yang terkandung dari limbah cair yang dihasilkan oleh industri gula hanya berupa tingginya nilai BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), Minyak dan Lemak, Sulfida dan pH.

Berdasarkan permasalahan di atas, penelitian ini akan menggunakan metode PDCA dengan alat bantu *Seven Tools* untuk melakukan perbaikan secara terus menerus dengan meningkatkan kualitas produk Gula dengan meminimalisir limbah yang dihasilkan. Menurut [3], Siklus PDCA biasanya digunakan untuk menguji dan mengimplementasikan produk masa depan, proses, atau mengubah untuk meningkatkan kinerja sistem. Adapun menurut [4] *Seven Tools* adalah alat statistik sederhana yang digunakan untuk pemecahan masalah.

#### METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah dilakukan pada salah satu Industri Gula di Sulawesi Selatan. Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Maret sampai dengan Juli 2023. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif deskriptif yang digunakan untuk menggambarkan, menjelaskan, atau meringkaskan berbagai kondisi, situasi, fenomena, atau berbagai variabel penelitian menurut kejadian sebagaimana adanya yang dapat dipotret, diwawancara, diobservasi, serta yang dapat diungkapkan melalui bahan-bahan dokumenter [5]. Dalam penelitian ini akan menggambarkan kondisi kualitas dari limbah cair dari Industri Gula.

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah penelitian lapangan (*Field Research*) bersifat data primer, berupa wawancara yang dilakukan kepada karyawan/ operator pengelola unit IPAL dan asisten stasiun limbah di Industri Gula XYZ serta observasi dengan pengamatan langsung pada unit IPAL yang bertujuan untuk penerapan perbaikan hasil pemecahan masalah. Selain itu, untuk data sekunder yang dibutuhkan berupa data parameter air limbah di Industri Gula XYZ, data standar baku mutu lingkungan industri gula Permen LH No. 05 Tahun 2010, dan beberapa jurnal yang bertema limbah cair industri.

Data yang telah diperoleh dari hasil penelitian dianalisa menggunakan metode PDCA (*Plan Do Check Action*) dengan menggunakan beberapa *tools* dalam *Seven Tools* dengan langkah- langkah sebagai berikut:

1. *Plan*, pada tahap ini akan dilakukan dengan menggunakan beberapa tools dalam seven tools, sebagai berikut :
  - a. Mengamati proses pengolahan limbah di unit IPAL dan membuat *Flow Chart* proses pengolahan air limbah.
  - b. Selanjutnya mengidentifikasi masalah pengolahan air limbah dengan menggunakan alat bantu *Check Sheet* berupa data pengujian air limbah bulanan unit IPAL di Industri Gula XYZ.
  - c. Kemudian menganalisis data pengujian bulanan air limbah yang <sup>[[SEP]]</sup>melewati standar baku mutu lingkungan apakah sudah dalam keadaan terkendali atau tidak dengan menggunakan *Tool Control Chart*.
  - d. Selanjutnya dilakukan analisis akar penyebab dengan bantuan *Tool Fishbone Diagram*.
  - e. Setelah didapatkan akar penyebabnya, akan ditentukan rencana perbaikan untuk mengatasi atau menghilangkan akar penyebab tersebut sehingga diharapkan permasalahan yang terjadi tidak terjadi kembali. <sup>[[SEP]]</sup>
2. *Do*, pada tahapan ini dilaksanakan perbaikan dari rencana yang telah dibuat, perbaikan dilaksanakan dengan melihat kondisinya.
3. *Check*, pada tahapan ini dilakukan pemantauan kembali pada nilai BOD & COD dari air limbah setelah dilakukan perbaikan yang telah diterapkan.

4. *Action*, pada tahapan ini selanjutnya akan dibuatkan standar yang akan selalu diterapkan dalam aktivitas dalam proses pengolahan air limbah.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data parameter air limbah dari hasil laboratorium pihak ketiga yang dikumpulkan di Industri Gula XYZ dari bulan Februari – Juli 2022 seperti pada tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Data Parameter Air Limbah Periode Februari – Juli di Industri Gula XYZ Tahun 2022

Tanggal	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	Minyak & Lemak (mg/L)	Sulfida (mg/L)	pH
19-Feb-22	19,4115	44,2453	8	3	<0,001	6,6
23-Mar-22	19,2207	58,2758	8	5	<0,001	7,6
20-Apr-22	19,3142	38,2521	60	3	<0,001	6,3
24-Mei-2022	23,2177	52,1545	10	2	<0,001	6,5
28-Jun-22	80,8175	354,315	58	6	<0,001	5,2
20-Jul-22	104,531	479,813	8	6	<0,001	3,7

Adapun data standar baku mutu lingkungan yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 05 Tahun 2010, dapat dilihat pada tabel 2 berikut :

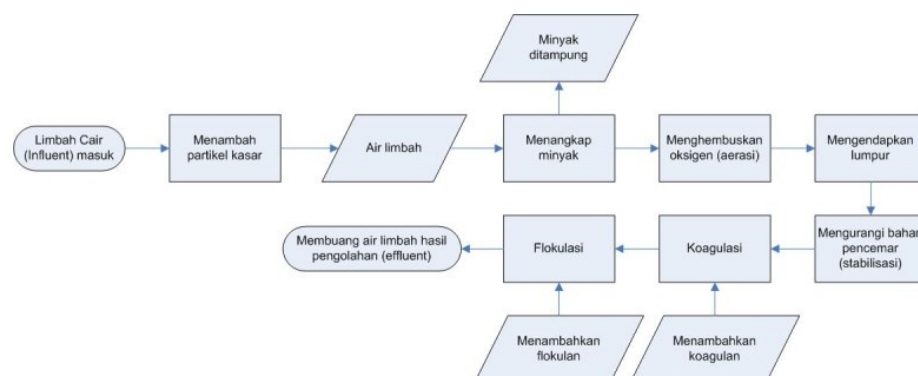
**Tabel 2.** Standar baku mutu air limbah industri gula

Parameter	Kadar maksimum	Parameter	Kadar maksimum
BOD	60 mg/L	Minyak & Lemak	Minyak & Lemak
COD	100 mg/L	Sulfida	Sulfida
TSS	50 mg/L	pH	pH

(Sumber : Permen LH No. 05 Tahun 2010)

Dari tabel 2 di atas diketahui standar baku mutu air limbah industri gula berdasarkan Permen LH No. 05 Tahun 2010, artinya jika parameter yang diperoleh dari hasil pengujian laboratorium melebihi standar baku mutu maka perlu dilakukan analisa untuk mengetahui penyebabnya kemudian memberikan solusi untuk meminimalisir tingginya nilai parameter. Dengan metode PDCA (*Plan Do Check Action*) sebagaimana yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, bahwa untuk membahas permasalahan yang didapatkan di lapangan digunakan metode PDCA dengan langkah-langkah pengolahan data sebagai berikut.

1. **Plan**, akan menggunakan beberapa tools dalam seven tools, diantaranya sebagai berikut :
  - a. *Flowchart* digunakan untuk menggambarkan urutan prosedur pengolahan air limbah industri gula pada unit IPAL yang dapat dilihat pada gambar 1 berikut :



**Gambar 1** Flowchart Pengolahan Air Limbah

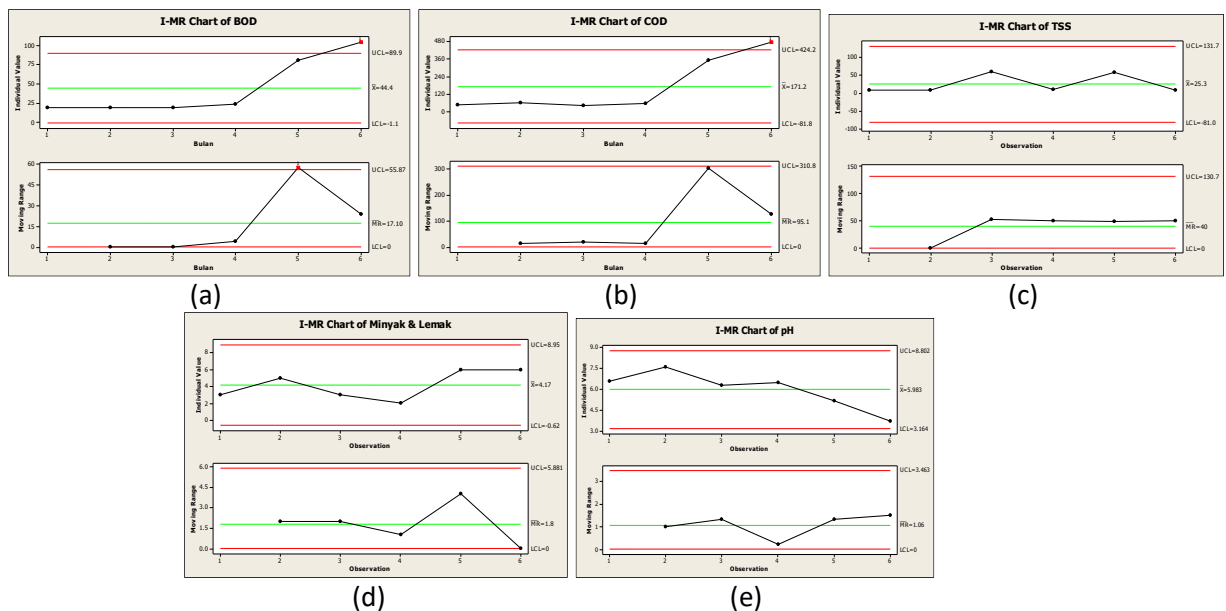
- b. *Check Sheet* digunakan untuk mengumpulkan data parameter mutu air limbah industri gula di unit IPAL pada enam bulan terakhir, dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

**Tabel 3.** Check Sheet Parameter Air Limbah Bulan Februari – Juli 2022

Parameter	Tanggal					
	19 Feb 22	23 Maret 22	20 Apr 22	24 Mei 22	28 Juni 22	20 Jul 22
BOD (Max. 60 mg/L)	19.4115	19.2207	19.3142	23.2177	80.8175	104.531
COD (Max. 100 mg/L)	44.2453	58.2758	38.2521	52.1545	354.315	479.813
TSS (Max. 50 mg/L)	8	8	60	10	58	8
Minyak & Lemak (Max. 5 mg/L)	3	5	3	2	6	6
Sulfida (Max. 0.5 mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
pH (6.0 – 9.0)	6.6	7.6	6.3	6.5	5.2	3.7

Dari tabel 3 di atas menunjukkan dari ke-enam parameter air limbah pada unit IPAL terdapat lima parameter yang melewati batas baku mutu yaitu BOD, COD, TSS, Minyak & Lemak serta pH.

- c. **Control Chart**, penelitian ini menggunakan *Control Chart Variabel I-MR (Individual-Moving Range)* yang bertujuan untuk mengetahui parameter air limbah apakah dalam keadaan terkendali atau tidak. Adapun parameter air limbah yang diolah menggunakan control chart yaitu hanya parameter yang melebihi standar baku mutu air limbah industri gula berdasarkan Permen LH No. 05 Tahun 2010 yaitu BOD, COD, TSS, minyak & lemak, dan pH. Control chart I-MR dipilih dalam pengolahan data ini karena jenis data yang digunakan tidak memungkinkan jika mengumpulkan sampel sebanyak  $n > 1$  dan siklus proses pengolahan air limbah dilakukan secara lama serta proses pengujian laboratorium yang tidak dilakukan oleh perusahaan sendiri melainkan oleh pihak ketiga sehingga data pengujian sampel yang diperoleh bersifat individual. Adapun pengolahan data menggunakan Software Minitab 2016 seperti pada gambar 2 – 5 berikut:



**Gambar 2** (a) Control chart I-MR parameter BOD, (b) Control chart I-MR parameter COD, (c) Control chart I-MR parameter TSS (d) Control chart I-MR parameter minyak & lemak (e) Control chart I-MR parameter pH

Dari hasil pengolahan data control chart I-MR menggunakan software minitab 2016 adapun parameter air limbah yang melewati batas kontrol baik UCL maupun LCL yaitu parameter BOD dan COD.

- d. **Fishbone diagram**, mencari penyebab dari parameter BOD & COD air limbah yang keluar dari batas kendali, seperti pada gambar 3 berikut:



	Saran Perbaikan (How?)	Perawatan pada pipa penghembusan udara minimal satu bulan satu kali	Penggantian pompa air yang baru
<b>Material</b>	Permasalahan (What?)	Suplai oksigen dari aerator kurang	banyaknya kandungan minyak pada air limbah
	Tempat (Where?)	Kolam aerasi	Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)
	Penanggung Jawab (Who?)	Pekerja/operator unit IPAL	Pekerja/operator unit IPAL
	Waktu Terjadi (When?)	Saat penghembusan oksigen pada kolam aerasi	Saat proses pengolahan air limbah berlangsung
	Penyebab (Why?)	Disebabkan pipa penyuplai oksigen yang tersumbat	Disebabkan oleh air sisa produksi mengandung oli dari mesin di bagian gilingan dan pengolahan
	Saran Perbaikan (How?)	Perawatan pada pipa penghembusan udara minimal satu kali satu bulan	Pembersihan kolam penangkap minyak minimal satu kali satu bulan
<b>Metode</b>	Permasalahan (What?)	Kurang diperhatikannya aliran air masuk	Tidak rutinnya dilakukan pengecekan pH
	Tempat (Where?)	Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)	Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)
	Penanggung Jawab (Who?)	Pekerja/operator unit IPAL	Pekerja/operator unit IPAL
	Waktu Terjadi (When?)	Saat proses pengolahan air limbah berlangsung	Saat proses pengolahan air limbah berlangsung
	Penyebab (Why?)	Disebabkan SOP tidak dijalani sesuai aturan	Disebabkan SOP tidak dijalani sesuai aturan
	Saran Perbaikan (How?)	Memberikan arahan untuk peningkatan kesadaran terhadap operator minimal satu kali satu bulan pada saat apel pagi	Memberikan arahan untuk peningkatan kesadaran terhadap operator minimal satu kali satu bulan pada saat apel pagi

Dari tabel 4 di atas rencana perbaikan telah dilaksanakan pada tanggal 21-26 September 2022 dengan persetujuan unit IPAL yaitu orang yang memegang tanggung jawab penuh pada unit IPAL. Adapun tindakan perbaikan yang dilakukan seperti pada gambar 4 (a) memberikan arahan untuk peningkatan kesadaran terhadap operator minimal satu kali satu bulan pada saat apel pagi dan gambar 4 (b) perawatan pipa penghembusan udara pada kolam aerasi minimal satu bulan satu kali. Adapun untuk saran perbaikan pada penambahan karyawan di unit IPAL, penggantian pompa air yang baru dan pembersihan kolam penangkap minyak minimal satu kali satu bulan tidak dilaksanakan dikarenakan melihat kondisi yang tidak memungkinkan untuk dilaksanakan yaitu saat waktu untuk dilaksanakan asisten stasiun limbah fokus pada departemen pengolahan yang dimana asisten stasiun limbah ini juga merangkap jabatan sebagai asisten stasiun pemurnian di departemen pengolahan pabrik dan juga atas saran dari asisten stasiun limbah untuk tidak dilakukan dulu.



(a) (b)  
**Gambar 4.** Tindakan perbaikan

3. **Check**, memeriksa kembali data parameter air limbah BOD & COD apakah sudah berada dalam batas baku mutu lingkungan yang sesuai dengan Permen LH No. 05 Tahun 2010 atau belum. Berikut hasilnya seperti pada tabel 5.

**Tabel 5** Data Parameter Air Limbah BOD & COD Bulan September Industri Gula XYZ Tahun 2022

Tanggal	BOD (Max 60 mg/L)	COD (Max 100 mg/L)
27-Sep-22	68, 334	101, 453

Setelah didapat data parameter air limbah BOD & COD bulan september dapat dilihat pada tabel 4.9 diatas dan dibandingkan dengan data standar baku mutu lingkungan industri gula menurut Permen LH No. 05 Tahun 2010 pada tabel 2 pengumpulan data sehingga dapat dijelaskan bahwa parameter air limbah BOD masih belum sesuai dengan standar baku mutu air limbah walaupun sudah diterapkan perbaikan memberikan arahan untuk peningkatan kesadaran terhadap operator minimal satu kali satu bulan pada saat apel pagi dan perawatan pipa penghembusan udara pada kolam aerasi minimal satu bulan satu kali.

4. **Action**, memberikan usulan standar baru bagi perusahaan dengan membuat berupa lembar kontrol harian operator pada unit IPAL agar monitoring dapat dilakukan setiap hari yang bertujuan untuk memonitoring kinerja sistem IPAL guna memudahkan melakukan tindakan dini jika terjadi hal-hal yang tidak diinginkan. Adapun lokasi monitoring dilakukan pada semua bak/ kolam yang ada di unit IPAL. Monitoring rutin ini dapat menjaga agar sistem tetap berjalan secara optimal. Adapun usulan lembar kontrol harian operator disajikan pada tabel 6 berikut.

**Tabel 6.** Usulan lembar kontrol harian operator pada unit IPAL

Nama Operator jaga :

Komponen sistem IPAL	Parameter	Tanggal
Bak Pengendapan Awal	Suhu	
Kolam Penangkap Minyak	Volume	
Kolam Penampung Minyak	pH	
Kolam Aerasi	TSS	
Kolam Pengendapan Lumpur		
Kolam Stabilisasi		
Kolam Koagulasi		
Kolam Flokulasi		

#### KESIMPULAN

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode PDCA (*Plan Do Check Action*) dengan menggunakan beberapa *tools* dari *Seven Tools* masih belum didapatkan hasil yang sesuai harapan, akan tetapi dapat meminimalisir nilai BOD dan COD yang tidak terkendali dengan adanya penurunan nilai BOD dan COD pada bulan September dibandingkan dengan nilai BOD dan COD pada bulan Juni-Juli.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asmiwati, Mulyadi A, Zamri A, Mubarak. 2016. Manajemen Pengelolaan Limbah Cair Minyak Bumi di Dumai. *Jurnal Prosiding Seminar Nasional Pelestarian Lingkungan & Mitigasi Bencana* 76-81
- [2] Arief L, M. 2016. *Pengolahan Limbah Industri Dasar-dasar Pengetahuan dan Aplikasi di Tempat Kerja*. Penerbit CV. Andi Offset, Yogyakarta.
- [3] Fatah A, Al-Faritsy A Z. 2021. Peningkatan dan Pengendalian Kualitas Produk dengan Menggunakan Metode PDCA (Studi Kasus pada PT. "X"). *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)* 21-30.
- [4] W N A. 2018. *Pengendalian Kualitas Produk Baju Kerja Perawat Untuk Meminimasi Jumlah Produk Cacat Dengan Metode Seven Tools (Studi Kasus CV. Laras Mitra Sejati)*. Penerbit Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, Yogyakarta.
- [5] Bungin, Burhan. 2005. *Metode Penelitian Kuantitatif*. Jakarta: Prenadamedia.