



TUGAS AKHIR - RE184804

**STUDI PENERAPAN METODE RCA DAN *SIX SIGMA*
PADA KUALITAS SUNGAI KALIMAS SURABAYA
(SEGMENT TAMAN PRESTASI-JEMBATAN PETEKAN)**

**INO TRI WULANSARI
0321154000040**

**DOSEN PEMBIMBING
Prof. Dr. Ir. NIEKE KARNANINGROEM, MSc.**

**Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, Dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019**



TUGAS AKHIR - RE 184804

**STUDI PENERAPAN METODE RCA DAN SIX SIGMA
PADAKUALITAS SUNGAI KALIMAS SURABAYA
(SEGMENT TAMAN PRESTASI-JEMBATAN PETEKAN)**

INO TRI WULANSARI
0321154000040

DOSEN PEMBIMBING
Prof. Dr. Ir. NIEKE KARNANINGROEM, MSc.

Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, Dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



FINAL PROJECT- RE 184804

**STUDY OF THE APPLICATION OF RCRA AND SIX SIGMA
METHOD FOR QUALITY OF SURABAYA KALIMAS
RIVER (PRESTASI PARK-PETEKAN BRIDGE SEGMENT)**

INO TRI WULANSARI
0321154000040

ADVISOR
Prof. Dr. Ir. NIEKE KARNANINGROEM, MSc.

Department Of Environmental Engineering
Faculty of Civil Environmental and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019

LEMBAR PENGESAHAN

Studi Penerapan Metode RCA dan *Six Sigma* pada Kualitas Sungai Kalimas Surabaya (Segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan)

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik


Pada

Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Oleh:

INO TRI WULANSARI
NRP. 0321154000040

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:



Prof. Dr. Ir. Nieke Kamaningroem, M.Sc.
NIP. 19550128 198503 2 001



STUDI PENERAPAN METODE RCA DAN SIX SIGMA PADA KUALITAS SUNGAI KALIMAS SURABAYA (SEGMENT TAMAN PRESTASI-JEMBATAN PETEKAN)

Nama Mahasiswa : INO TRI WULANSARI
NRP : 0321154000040
Departemen : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem M,Sc

ABSTRAK

Sungai Kalimas merupakan badan air yang melintas Kota Surabaya. Penelitian dilakukan pada Sungai Kalimas (Segment Taman Prestasi-Jembatan Petekan) dengan panjang kurang lebih 6 km. Berdasarkan hasil uji kualitas air Sungai Kalimas (Segment Taman Prestasi-Jembatan Petekan) pada tahun 2016 diperoleh hasil bahwa terdapat beberapa parameter yang tidak memenuhi baku mutu air kelas II yaitu BOD, COD, DO, TSS, dan Fosfat. Dalam Peraturan Daerah Kota Surabaya Tahun 2014-2034 Sungai Kalimas akan digunakan sebagai tempat wisata sungai dan pusat pelayanan angkutan sungai, sehingga kualitas air sungai tersebut perlu ditingkatkan untuk memenuhi baku mutu peruntukan tempat rekreasi air yaitu badan air kelas II.

Mengacu pada permasalahan tersebut adanya penelitian tentang pengendalian kualitas air sungai menjadi sangat penting. Penelitian ini menggunakan metode *Six Sigma* dengan konsep DMAIC. *Six Sigma* adalah suatu upaya terus menerus (*continuous improvement efforts*) untuk menentukan variasi dari proses, agar meningkatkan kapabilitas proses, dalam menghasilkan produk dan meminimalkan tingkat cacat. Terdapat lima tahapan DMAIC sebagai karakteristik pada *Six Sigma*, antara lain, *define-measure-analyze-improve-control*. Beberapa parameter yang akan digunakan yaitu BOD, COD, DO, TSS, pH, Nitrogen, Fosfat, dan Total *Coliform*. Tahap pertama adalah *define* dimana pada tahap ini akan dilakukan pengukuran kualitas air Sungai Kalimas berupa BOD, COD, DO, TSS, pH, Nitrogen dan Fosfat. Kemudian tahap *measure* akan dihitung nilai *Defect per Million Opportunities* (DPMO) dan level sigma. Pada tahap *analyze* akan digunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA) untuk menentukan akar dari permasalahan. Tahap *improve* akan

menentukan solusi-solusi potensial atau *action plan* yang bisa diterapkan. Kemudian tahap *control* dengan membuat rencana untuk mengontrol penerapan *action plan*.

Hasil analisis pada ke enam titik menunjukkan bahwa ada beberapa parameter yang tidak memenuhi baku mutu air kelas II, yaitu DO, BOD, COD, TSS, Fosfat dan Total *Coliform*. Setelah dihitung *Defect per Million Opportunities* pada tahap *measure* didapatkan nilai level sigma pada Sungai Kalimas (segmen taman Prestasi-jembatan petekan) adalah 2,75, sedangkan untuk mencapai baku mutu sungai kelas II nilai level sigma harus 6. Pada tahap *Analyse* digunakan metode RCA untuk menemukan akar permasalahan Sungai Kalimas (Segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan) yang tidak memenuhi baku mutu air kelas II, dan didapatkan akar penyebabnya adalah penerapan sistem pengelolaan sungai dan masuknya limbah serta sampah kedalam sungai. Sehingga didapatkan solusi untuk meanggulangi permasalahan tersebut adalah penertiban bangunan liar di sekitar sungai, pengerukan yang terjadwal, pelibatan masyarakat, pemahaman kepada masyarakat tentang pentingnya sungai, penegakan hukum, pemetaan sumber pencemar, pemberlakuan online monitoring dan juga penegakan AMDAL, RKL dan RPL.

Kata Kunci : Kualitas air, Six Sigma, Sungai Kalimas, Root Cause Analysis (RCA)

STUDY OF THE APPLICATION OF RCA AND SIX SIGMA METHOD FOR QUALITY OF SURABAYA KALIMAS RIVER (PRESTASI PARK-PETEKAN BRIDGE SEGMENT)

Student Name : INO TRI WULANSARI
NRP : 0321154000040
Department : Environmental Engineering
Supervisor : Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem M, Sc

ABSTRACT

Kalimas River is a water body that passes through the city of Surabaya. The study was conducted on the Kalimas River (Segment of the Bridge Achievement Bridge) with a length of approximately 6 km. Based on the results of the water quality test of the Kalimas River (Prestari Park-Petekkan Bridge) in 2016, it was found that there were several parameters that did not meet the Class II of water quality standards, namely BOD, COD, DO, TSS, and Phosphate. According to the Surabaya City Regulation 2014-2034, the Kalimas River will be used as a tourist spot and river transportation service center, so the river water must meet the quality standards for water recreation areas, which is Class II water quality.

Due to these problems, the research on controlling water quality is very important. This study uses the Six Sigma method with DMAIC concept. Six Sigma is a continuous improvement effort to determine variations in the process, in order to improve the capability of that process in producing products and minimizing defects. As a characteristic of Six Sigma, DMAIC consists of five stages, which are define-measure-analyze-improve-control. Some parameters that will be used are BOD, COD, DO, TSS, pH, nitrogen, phosphate and total coliform. The first stage is "define", in which the water quality of the Kalimas River will be measured in the form of BOD, COD, DO, TSS, pH, Nitrogen and Phosphate. Then the "measure" stage will be calculated as Defect per Million Opportunities (DPMO) and sigma levels. In the "analyze" stage, the Root Cause Analysis (RCA) method is used to determine the root of the problem. "Improve" stage will determine potential solutions or action plans that can be

applied. Then the “control” stage is conducted by making a plan to control the implementation of the action plan.

The results of analysis at the six points show that there are several parameters that do not meet the Class II water quality standards, namely DO, BOD, COD, TSS, phosphate and total coliform. After calculating the Defect per Million Opportunities in the “measure” stage, the value of the sigma level in the Kalimas River (Prestasi Park–Petekan Bridge segment) is 2.75. In the “analyze” stage, fishbone diagrams are used to find the root cause of the Kalimas River (Prestasi Park–Petekan Bridge segment) that does not meet Class II water quality standards, and found the root cause is the application of river management systems and the entry of waste and waste into the river. So that a solution to overcome these problems is to control illegal buildings around the river, scheduled dredging, community involvement, understanding the community about the importance of the river, law enforcement, mapping pollutant sources, implementing online monitoring and also enforcing AMDAL, RKL and RPL

Keywords : Water quality, Six Sigma, Kalimas River, Root Cause Analysis (RCA)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT karena berkat rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang **berjudul “Studi Penerapan Metode Six Sigma pada Kualitas Sungai Kalimas Surabaya (Segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan)”**. Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan pada program Strata 1 di Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penyusunan laporan ini dapat terlaksana dengan baik berkat dukungan dari banyak pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc. selaku dosen pembimbing tugas akhir, terima kasih atas arahan, bimbingan, ilmu dan motivasi yang diberikan selama ini.
2. Ibu Ir. Atiek Moesriati, M.Kes, Bapak Ir. Mas Agus Mardyanto, M.E., Ph.D dan Bapak Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE, M.Sc. Ph.D selaku dosen pengarah, terima kasih atas saran, arahan dan bimbingan yang telah diberikan.
3. Bapak Welly Herumurti, ST., M.Sc selaku dosen koordinator Tugas Akhir Departemen Teknik Lingkungan FTSLK.
4. Bapak Hadi dan Bapak Ashari selaku laboran Laboratorium Departemen Teknik Lingkungan FTSLK, terima kasih atas ilmu, arahan kerja dan bantuan yang diberikan selama berada di laboratorium.
5. Iqoh, Marisa, Lifa, Vira, Dian, Emil, Dewi E, Dewi P, Arum, dan Aulia yang selalu memberikan dukungan dan semangat.
6. Teman-teman angkatan 2015 Teknik Lingkungan ITS atas dukungan dan motivasi yang telah diberikan selama ini.

Penulis juga menyampaikan banyak terima kasih kepada Bapak, Ibu, Mbak Amin dan Mbak Dyah yang selama ini selalu memberikan doa, semangat, dan dukungan yang sangat bermanfaat. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga

penulis dapat menjadi lebih baik. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Surabaya, Juli 2019
Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kualitas Air Sungai.....	5
2.2 Parameter Kualitas Air	10
2.2.1 Parameter Fisik	11
2.2.2 Parameter Kimia.....	11
2.2.3 Parameter Mikrobiologi.....	13
2.3 Pencemaran Air	13
2.4 <i>Six Sigma</i>	14
2.4.1 Tahap <i>Define</i>	15
2.4.2 Tahap <i>Measure</i>	15
2.4.3 Tahap <i>Analyse</i>	18
2.4.4 Tahap <i>Improve</i>	22
2.4.5 Tahap <i>Control</i>	22
BAB 3 METODE PENELITIAN	23
3.1 Wilayah Penelitian	23
3.1.1 Penentuan Segmen.....	24
3.2 Deskripsi Umum.....	27
3.3 Kerangka Penelitian.....	27
3.4 Tahapan Pelaksanaan Penelitian.....	30
3.4.1 Ide Penelitian.....	30

3.4.2 Studi Literatur	31
3.4.3 Penelitian Pendahuluan.....	31
3.4.4 Pengumpulan Data.....	34
3.5 Pembahasan.....	34
3.5.1 Tahap <i>Define</i>	34
3.5.2 Tahap <i>Measure</i>	35
3.5.3 Tahap <i>Analyse</i>	35
3.5.4 Tahap <i>Improve</i>	36
3.5.5 Tahap <i>Control</i>	36
3.6 Kesimpulan dan Saran.....	37
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1 Segmentasi Sungai Kalimas	39
4.2 Penggunaan Metode Six Sigma.....	46
4.2.1. <i>Define</i>	46
4.2.2. <i>Measure</i>	59
4.2.3 <i>Analyse</i>	66
4.2.4 <i>Improve</i>	72
4.2.5 <i>Control</i>	76
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	79
6.1 Kesimpulan.....	79
6.2 Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN A	87
LAMPIRAN B	89
LAMPIRAN C	91
BIOGRAFI PENULIS.....	93

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria mutu air berdasarkan kelas	5
Tabel 2.2 Data I Kualitas Sungai Kalimas Surabaya tahun 2016	10
Tabel 2.3 Data II Kualitas Sungai Kalimas Surabaya tahun 2015	10
Tabel 2.4 Nilai Level Sigma	17
Tabel 3.1 Metode Analisis pada Setiap Parameter	33
Tabel 4.1 Data Kualitas Air Sungai Kalimas hari 1.....	49
Tabel 4.2 Data Kualitas Air Sungai Kalimas hari 2.....	49
Tabel 4.3 Nilai Level Sigma.....	62
Tabel 4.4 Rekapitulasi Perhitungan DPMO dan Level Sigma.....	64
Tabel 4.5 Tahap <i>Improve</i>	72
Tabel 4.6 Tahap <i>Control</i>	76

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 The 5-why.....	20
Gambar 2.2 <i>Fishbone Diagram</i>	20
Gambar 3.1 Lokasi Sungai Kalimas yang Menjadi Wilayah Penelitian	23
Gambar 3.2 Sungai Kalimas (segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan)	26
Gambar 3.3 Kerangka Penelitian.....	29
Gambar 3.3 Kerangka Penelitian.....	30
Gambar 3.4 Contoh Pengambilan Sampel	32
Gambar 3.5 Alur Tahapan <i>Six Sigma</i>	37
Gambar 4.1 Segmen 1 (Titik A – Titik 1).....	41
Gambar 4.2 Segmen 2 (Titik 1 – Titik 2)	42
Gambar 4.3 Segmen 3 (Titik 2 – Titik 3)	43
Gambar 4.4 Segmen 4 (Titik 3 – Titik 4)	44
Gambar 4.5 Segmen 5 (Titik 4 – Titik B).....	45
Gambar 4.6 Nilai pH Sungai Kalimas	50
Gambar 4.7 Masuknya Air Limbah	51
Gambar 4.8 Nilai DO Sungai Kalimas.....	52
Gambar 4.9 Nilai BOD Sungai Kalimas	53
Gambar 4.10 Nilai COD Sungai Kalimas	54
Gambar 4.11 Nilai TSS Sungai Kalimas	55
Gambar 4.12 Nilai Nitrat Sungai Kalimas	56
Gambar 4.13 Nilai Fosfat Sungai Kalimas	57
Gambar 4.12 Penduduk yang membuang feses dan urine langsung ke sungai	58
Gambar 4.13 Nilai Total <i>Coliform</i> Sungai Kalimas.....	58
Gambar 4.14 Diagram <i>Fishbone</i>	66
Gambar 4.15 Masuknya Air Limbah	69
Gambar 4.16 Penduduk yang membuang feses dan urine langsung ke sungai	70
Gambar 4.17 Sampah di Sungai Kalimas	71

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perairan secara alami mengandung berbagai mineral dan senyawa kimia yang sangat penting bagi keberlangsungan dan keseimbangan perairan maupun ekosistem secara umum. Majunya perkembangan zaman yang semakin modern serta pembangunan yang bertujuan meningkatkan kualitas hidup manusia, disisi lain sangat berpengaruh buruk terhadap kondisi alami perairan melalui peningkatan senyawa baik dari segi kualitas maupun kuantitasnya. Pada dasarnya fungsi air bagi masyarakat dan makhluk hidup lainnya sangatlah penting, sehingga keberadaan air harus tetap dijaga dengan baik secara kuantitas maupun kualitas. Sungai adalah salah satu sumber air baku untuk memenuhi kebutuhan masyarakat tersebut (Dawud et al., 2016).

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum Bidang Pengairan Jawa Timur (2011) Sungai Kalimas Surabaya merupakan salah satu badan air yang terdapat di kota Surabaya. Sungai Kalimas mengalir di mulai dari pintu air Ngagel hingga kawasan Tanjung Perak. Menurut Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya panjang total sungai Kalimas Surabaya adalah 12 km. Keberadaan Sungai Kalimas yang membentang di tengah kota Surabaya dan melewati daerah padat penduduk menyebabkan potensi pencemaran di Sungai Kalimas sangat tinggi. Potensi pencemaran Sungai Kalimas Surabaya adalah limbah domestik yang bersumber dari pemukiman penduduk, industri kecil sekitar sungai seperti usaha *laundry* yang secara langsung membuang limbah cair ke sungai. Pada Peraturan Daerah Kota Surabaya tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya Tahun 2010-2030 Sungai Kalimas di targetkan untuk memenuhi baku mutu air kelas III, namun setelah diperbaharui pada Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 12 Tahun 2014 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya Tahun 2014-2034 disebutkan bahwa Sungai Kalimas akan digunakan sebagai tempat wisata sungai dan pusat pelayanan angkutan sungai, sehingga berdasarkan pemanfaatan tersebut seharusnya kualitas Sungai Kalimas harus memenuhi baku mutu air kelas II.

Masuknya limbah cair pada suatu badan air secara terus menerus dapat menyebabkan pendangkalan yang mungkin disebabkan oleh bahan-bahan organik yang masuk dan mengendap pada dasar sungai, hal ini merupakan salah satu penyebab banjir saat musim penghujan (Damanik et al., 2013).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Maghfiroh (2016) yang melakukan pengujian kualitas air Sungai Kalimas (Segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan) untuk menentukan daya tampung beban pencemar dengan menggunakan pemodelan Qual 2KW diperoleh hasil bahwa terdapat beberapa parameter yang tidak memenuhi baku mutu air kelas II yaitu BOD, COD, DO, TSS, dan Fosfat. Penelitian yang telah dilakukan oleh Maghfiroh (2016) hanya menghasilkan daya tampung beban pencemar dari masing-masing segmen, sehingga masih diperlukan penelitian yang dapat memberikan sebuah solusi atau *action plan* dan cara mengontrolnya yang dapat diterapkan terkait pengendalian kualitas Sungai Kalimas Surabaya. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk pengendalian kualitas Sungai Kalimas adalah Metode *Six Sigma*. *Six Sigma* adalah sebuah konsep yang berasal dari Motorola Inc. di Amerika Serikat sekitar tahun 1985. Pada saat itu, mereka sedang menghadapi ancaman persaingan Jepang dalam industri elektronik dan diperlukan untuk melakukan perbaikan yang sangat drastis untuk meningkatkan kualitas (Costa et al., 2017). *Six sigma* adalah suatu upaya terus menerus (*continuous improvement efforts*) untuk menurunkan variasi dari proses, agar meningkatkan kapabilitas proses, dalam menghasilkan produk (barang atau jasa) yang bebas kesalahan untuk memberikan nilai kepada pelanggan. Metode *six sigma* memiliki banyak nilai-nilai dasar seperti prinsip-prinsip perbaikan proses, metode statistik, manajemen system, perbaikan terus menerus dan perbaikan terkait keuangan. Terdapat lima tahapan DMAIC sebagai karakteristik pada *Six Sigma*, antara lain, *define-measure-analyze-improve-control* (Rimanthoet al., 2017). Diharapkan dengan metode *six sigma* dapat menjadi rekomendasi untuk mengendalikan kualitas Sungai Kalimas Surabaya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana aplikasi metode *Root Cause Analysis* (RCA) untuk mengetahui penyebab utama yang mempengaruhi penurunan kualitas air Sungai Kalimas?
2. Bagaimana aplikasi metode *Six Sigma* untuk meminimalkan penurunan kualitas air Sungai Kalimas?
3. Bagaimana solusi yang tepat untuk meningkatkan kualitas air Sungai Kalimas?

1.3 Tujuan

Tujuan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengaplikasikan metode *Root Cause Analysis* (RCA) untuk mengetahui penyebab penurunan kualitas air Sungai Kalimas
2. Mengaplikasikan metode *six sigma* untuk menjaga kualitas air Sungai Kalimas Surabaya
3. Mendapatkan solusi untuk meningkatkan kualitas air Sungai Kalimas

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh:

1. Memberikan pengetahuan tambahan tentang penggunaan metode *Six Sigma* pada kualitas Sungai Kalimas Surabaya
2. Menjadi referensi untuk mengetahui cara menjaga dan meningkatkan kualitas Sungai Kalimas Surabaya

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari studi atau penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Wilayah studi meliputi Sungai Kalimas Surabaya dari segmen Taman Pretasi (hulu) sampai Jembatan Petekan (hilir)
2. Pengambilan sampel pada setiap segmen mulai dari Taman Prestasi sampai Jembatan Petekan yang terbagi dalam 5 segmen.

3. Waktu pengambilan sampel dilakukan pada musim penghujan (pengambilan sampel dilakukan pada saat tidak hujan)
4. Waktu pengambilan sampel dilakukan dari pukul 10.00 BBWI yang dilakukan selama 2 hari berturut-turut
5. Titik pengambilan sampel berjumlah 6 titik yaitu titik A di hulu (Taman Prestasi), titik 1 di jembatan Jalan Genteng Kali, titik 2 di jembatan Peneleh (Jalan Achmad Jaiz), titik 3 di jembatan Jalan Kebon Rojo, titik 4 di jembatan Merah (Jalan Kembang Jepun), dan titik B di hilir (jembatan Petekan)
6. Parameter kualitas air yang dianalisis meliputi pH, DO, BOD, COD, TSS, NO_3^- , PO_4^{3-} dan Total *Coliform*.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas Air Sungai

Dalam upaya pengendalian pencemaran lingkungan khususnya pencemaran terhadap air sungai sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air pada bagian ketiga (klasifikasi dan kriteria mutu air), Pasal 8 disebutkan bahwa klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 kelas .

1. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
2. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
3. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan air yang sama dengan kegunaan tersebut.
4. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kriteria mutu air berdasarkan kelas menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Kriteria mutu air berdasarkan kelas

Parameter	Satuan	Kelas				Keterangan
		I	II	III	IV	
FISIKA						
Temperatur	°C	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi Temperatur dari

Parameter	Satuan	Kelas				Keterangan
		I	II	III	IV	
						keadaan alamiah
Residu Terlarut	mg/L	1000	1000	1000	2000	
Residu Tersuspensi	mg/L	50	50	400	400	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi \leq 5000 mg/L
KIMIA ANORGANIK						
pH		6-9	6-9	6-9	5-9	Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah
BOD	mg/L	2	3	6	12	
COD	mg/L	10	25	50	100	
DO	mg/L	6	4	3	0	Angka batas minimum
Total Fosfat sbg p	mg/L	0,2	0,2	1	5	
NO ₃ sebagai N	mg/L	10	10	20	20	
NH ₃ -N	mg/L	0,5	(-)	(-)	(-)	Bagi perikanan, kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka \leq 0,02 mg/L

Parameter	Satuan	Kelas				Keterangan
		I	II	III	IV	
						sebagai NH ₃
Arsen	mg/L	0,05	1	1	1	
Kobalt	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	
Barium	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
Boron	mg/L	1	1	1	1	
Selenium	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	
Kadmium	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	
Khrom (VI)	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,01	
Tembaga	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Cu ≤ 1 mg/L
Besi	mg/L	0,3	(-)	(-)	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Fe ≤ 5 mg/L
Timbal	mg/L	0,03	0,03	0,03	1	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Pb ≤ 0,1 mg/L
Mangan	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
Air Raksa	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,005	
Seng	mg/L	0,05	0,05	0,05	2	Bagi pengolahan air minum secara

Parameter	Satuan	Kelas				Keterangan
		I	II	III	IV	
						konvensional, Zn ≤ 5 mg/L
Khlorida	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
Sianida	mg/L	0,02	0,02	0,02	(-)	
Fluorida	mg/L	0,5	1,5	1,5	(-)	
Nitrit sebagai N	mg/L	0,06	0,06	0,06	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, NO ₂ N ≤ 1 mg/L
Sulfat	mg/L	400	(-)	(-)	(-)	
Khlorin bebas	mg/L	0,03	0,03	0,03	(-)	Bagi ABAM tidak dipersyaratkan
Belerang sebagai H ₂ S	mg/L	0,002	0,002	0,002	(-)	
MIKROBIOLOGI						
<i>Fecal coliform</i>	jml/100 ml	100	1000	2000	2000	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, fecal coliform ≤ 2000 jml/100 ml dan total coliform ≤ 10000 jml/100 ml
Total <i>coliform</i>	jml/100 ml	1000	5000	10000	10000	
RADIOAKTIVITAS						
Gross-A	bg/L	0,1	0,1	0,1	0,1	
Gross-B	bg/L	1	1	1	1	

Parameter	Satuan	Kelas				Keterangan
		I	II	III	IV	
KIMIA ORGANIK						
Minyak dan Lemak	µg/L	1000	1000	1000	(-)	
Detergen sebagai MBAS	µg/L	200	200	200	(-)	
Senyawa Fenol	µg/L	1	1	1	(-)	
Sebagai Fenol	µg/L					
BHC	µg/L	210	210	210	(-)	
Aldrin/Dieldrin	µg/L	17	(-)	(-)	(-)	
<i>Chlordane</i>	µg/L	3	(-)	(-)	(-)	
DDT	µg/L	2	2	2	2	
<i>Heptachlor dan Heptachlor epoxide</i>	µg/L	18	(-)	(-)	(-)	
	µg/L					
Lindane	µg/L	56	(-)	(-)	(-)	
Methoxyctor	µg/L	35	(-)	(-)	(-)	
Endrin	µg/L	1	4	4	(-)	
Toxaphan	µg/L	5	(-)	(-)	(-)	

Keterangan :

- 1) mg = milligram
- 2) µg = mikrogram
- 3) ml = milliliter
- 4) L = liter
- 5) Bq = *Bequerel*
- 6) MBAS = *Methylene Blue Active Substance*
- 7) ABAM = Air Baku untuk Air Minum
- 8) Bagi pH merupakan nilai rentang yang tidak boleh kurang atau lebih dari nilai yang tercantum
- 9) Nilai DO merupakan batas minimum
- 10) Arti (-) di atas menyatakan bahwa untuk kelas termasuk, parameter tersebut tidak dipersyaratkan

Sumber :Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Maghfiroh (2016) data kualitas air pada Sungai Kalimas Surabaya (Segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan) dengan titik sampling pada titik A di hulu (Taman Prestasi), titik 1 di jembatan Jalan Genteng Kali, titik 2 di jembatan Peneleh (Jalan Achmad Jaiz), titik 3 di jembatan Jalan Kebon Rojo, titik 4 di jembatan Merah (Jalan Kembang Jepun), dan titik B di hilir (jembatan Petekan) tahun 2016 dapat dilihat pada Tabel 2.2 dan 2.3

Tabel 2.2 Data I Kualitas Sungai Kalimas Surabaya tahun 2016

Segmen	BOD (mg/l)	DO (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)
Hulu (A)	5,07	3,50	35,56	130
A-1	5,39	2,50	32,88	320
1-2	6,90	2,46	33,36	290
2-3	6,73	2,57	27,76	210
3-4	4,16	2,98	25,56	150
4-B	5,43	2,32	30,69	150

Sumber :Maghfiroh (2016)

Tabel 2.3 Data II Kualitas Sungai Kalimas Surabaya tahun 2015

Segmen	NO ₃ ⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	Temperatur (°C)	pH
Hulu (A)	2,67	0,130	0,33	29,7	7,21
A-1	3,74	0,110	0,75	29,5	7,62
1-2	4,28	0,140	0,73	30,2	7,48
2-3	3,59	0,120	0,68	30,4	7,54
3-4	2,81	0,125	0,71	30,8	7,35
4-B	4,03	0,150	0,74	30,4	7,44

Sumber :Maghfiroh (2016)

2.2 Parameter Kualitas Air

Kualitas Air menyatakan tingkat kesesuaian air terhadap penggunaan tertentu dalam memenuhi kebutuhan hidup manusia, mulai dari air untuk memenuhi kebutuhan langsung yaitu air minum, mandi dan cuci, air irigasi atau pertanian, peternakan, perikanan, rekreasi dan transportasi. Kualitas air mencakup tiga

karakteristik, yaitu fisika, kimia dan biologi (Harianti dan Nurasia, 2016).

2.2.1 Parameter Fisik

Pada tugas akhir ini parameter fisik yang digunakan adalah pH dan kekeruhan.

1. Konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS)

Konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) merupakan satu parameter yang mengindikasikan laju sedimentasi. Pada perairan yang mempunyai konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) yang tinggi cenderung mengalami sedimentasi yang tinggi. Kisaran *Total Suspended Solid* (TSS) dapat menunjukkan kondisi sedimentasi pada suatu perairan, sehingga dapat diminimalkan dampak pendangkalan yang terjadi (Siswanto, 2018).

2.2.2 Parameter Kimia

Parameter kimia yang digunakan adalah DO, BOD, COD, NO_3^- , dan PO_4^{3-}

1. pH (*Puissance de Hydrogen*)

pH (*Puissance de Hydrogen*) adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. pH didefinisikan sebagai logaritma aktivitas ion hidrogen (H^+) yang terlarut. Skala pH bukanlah skala absolute. Ia bersifat relatif terhadap sekumpulan larutan standar yang pH-nya ditentukan berdasarkan persetujuan internasional. Air murni bersifat netral, dengan pH-nya pada suhu 25°C ditetapkan sebagai 7,0. Larutan dengan pH kurang daripada tujuh disebut bersifat asam, dan larutan dengan dengan pH lebih daripada tujuh dikatakan bersifat basa atau alkali (Zulius, 2017).

2. DO (*Dissolved Oxygen*)

Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen* = DO) dibuthkan oleh semua jasad hidup untuk bernapas, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Disamping itu, oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Oksigen memegang peranan penting sebagai

indicator kualitas perairan, karena oksigen terlarut berperan dalam proses oksidasi dan reduksi bahan organik dan anorganik (Salmin, 2005).

3. **Biochemical Oxygen Demand (BOD)**

Biochemical Oxygen Demand (BOD) adalah jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme biologis aerobik di badan air untuk memecah komponen organik yang tersedia yang tersedia pada sampel air pada suhu tertentu selama periode waktu tertentu. BOD adalah ukuran perkiraan dari jumlah bahan organik terdegradasi yang ada pada sampel air (Ahmed et al., 2017).

4. **Chemical Oxygen Demand (COD)**

Menurut Nurhayati (2009), COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan parameter yang menunjukkan banyaknya oksigen yang digunakan untuk oksidasi secara kimiawi. Pada umumnya nilai COD akan lebih besar dari BOD, karena jumlah senyawa kimia yang dapat dioksidasi secara kimiawi lebih besar dibandingkan oksidasi secara biologis.

5. **Fosfat**

Pada perairan, fosfat tidak ditemukan dalam keadaan bebas melainkan dalam bentuk senyawa anorganik yang terlarut (ortofosfat dan polifosfat) dan senyawa organik pebura partikulat. Fosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan dan merupakan unsur yang esensial bagi tumbuhan, sehingga menjadi factor pembatas yang mempengaruhi produktivitas perairan. Fosfat yang terdapat di perairan bersumber dari air buangan penduduk (limbah rumah tangga) berupa deterjen, residu hasil pertanian (pupuk), limbah industri, hancuran bahan organik dan mineral fosfat. Umumnya kandungan fosfat dalam perairan alami sangat kecil dan tidak pernah melampaui 0,1 mg/l kecuali apabila ada penambahan dari luar oleh faktor antropogenik seperti dari sisa pakan ikan dan limbah pertanian (Marganof, 2007).

6. Nitrat

Nitrat dibutuhkan untuk mendukung organisme dalam pertumbuhan dan perkembangan hidup terutama *fitoplankton* (Patty, 2015). Menurut Koesoebiono (1981) dalam Patty (2015) adanya kandungan nitrat yang rendah dan tinggi pada kondisi tertentu dapat disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain adanya arus yang membawa nitrat dan kelimpahan *fitoplankton*.

2.2.3 Parameter Mikrobiologi

a) Total *Coliform*

Total koliform adalah suatu kelompok bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya polusi kotoran. Total koliform menunjukkan kemungkinan adanya mikroba yang bersifat enteropatogenik dan atau toksigenik yang berbahaya pada kesehatan (Pakpahan et al., 2015)

2.3 Pencemaran Air

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 1 Tahun 2010, Pasal 1 : pencemaran air adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu air limbah yang ditetapkan. Dengan adanya pencemaran air maka diperlukan kegiatan pengendalian. Pengendalian pencemaran air adalah upaya pencegahan dan penanggulangan pencemaran air serta pemulihan kualitas air untuk menjamin kualitas air agar sesuai dengan baku mutu air. Kegiatan pengendalian dilakukan melalui inventarisasi sumber pencemar air. Klasifikasi sumber pencemar air dibedakan menjadi 2 sumber yaitu :

1. Sumber Tertentu (*Point Source*)

Sumber-sumber pencemar air secara geografis dapat ditentukan lokasinya dengan tepat. Jumlah limbah yang dibuang dapat ditentukan dengan berbagai cara, antara lain dengan pengukuran langsung, perhitungan neraca massa, dan estimasi lainnya. Sumber pencemar air yang berasal dari sumber tertentu antara lain seperti kegiatan industri dan pembuangan limbah domestik terpadu. Data pencemaran air dari sumber tertentu biasanya diperoleh dari informasi yang dikumpulkan dan dihasilkan pada tingkat kegiatan melalui pengukuran

langsung dari efluen dan perpindahannya atau melalui penggunaan metoda untuk memperkirakan atau menghitung besar pencemaran air. Data yang dibutuhkan untuk inventarisasi sumber tertentu antara lain :

- a) Klasifikasi jenis penghasil limbah, seperti kategori jenis usaha atau kegiatan
- b) Data pencemar spesifik yang dibuang, misalnya jumlah beban pencemar yang terukur atau perkiraan yang dibuang ke air dalam satuan massa per unit waktu
- c) Informasi lokasidan jenis pencemar khusus yang dibuang, misalnya jenis industri tertentu di suatu daerah meneghasilkan beberapa jenis pencemar spesifik.

2. Sumber Tak Tertentu (*Area/Diffuse Source*)

Sumber-sumber pencemar air yang tidak dapat diketahui lokasinya secara tepat, umumnya terdiri dari sejumlah besar sumber-sumber individu yang relatif kecil. Limbah yang dihasilkan antara lain berasal dari kegiatan pertanian, pemukiman dan transportasi. Penentuan jumlah limbah yang dibuang tidak dapat ditentukan secara langsung, melainkan dengan menggunakan data statistik kegiatan yang menggambarkan aktivitas penghasil limbah. Sumber pencemar air tak tentu atau *diffuse source* biasanya berasal dari kegiatan pertanian, peternakan, kegiatan industri kecil-menengah, dan kegiatan domestik atau penggunaan barang-barang konsumsi. Sumber-sumber pencemar air ini umumnya terdiri dari gabungan beberapa kegiatan kecil atau individual yang berpotensi menghasilkan limbah yang dalam kegiatan inventarisasi sumber pencemar air tidak dapat dikelompokkan sebagai sumber tertentu.

2.4 Six Sigma

SixSigma adalah suatu alat manajemen baru yang digunakan untuk menggantikan *Total Quality management (TQM)* yang sangat terfokus terhadap pengendalian kualitas dengan mendalami system secara keseluruhan. Perbedaan penting

antara *SixSigma* dan TQM yaitu, pada umumnya TQM hanya menekankan pada standar minimum kualitas sedangkan *Six Sigma* tidak hanya menekankan pada standar minimum namun juga pada bagaimana cara meningkatkan kinerja.

Six Sigma adalah suatu upaya terus menerus (*continuous improvement efforts*) untuk menurunkan variasi dari proses, agar meningkatkan kapabilitas proses, dalam menghasilkan produk (barang atau jasa) yang bebas kesalahan untuk memberikan nilai kepada pelanggan. Metode ini secara signifikan terkait dengan penerapan metode statistik dan metode ilmiah lainnya untuk meminimalkan tingkat cacat. Metode *six sigma* memiliki banyak nilai-nilai dasar seperti prinsip-prinsip perbaikan proses, metode statistik, manajemen sistem, perbaikan terus menerus dan perbaikan terkait keuangan (Rimanto dan Mariani, 2017).

Menurut Didiharyono et al., (2018) secara sederhana *six sigma* dapat diartikan sebagai suatu proses yang mempunyai kemungkinan (probabilitas) kecacatan sebesar 0,00034% atau 3,4 unit kecacatan dalam satu juta unit yang diproduksi. Metode *six sigma* dilakukan dengan metodologi DMAIC. Metode DMAIC terdiri dari lima fase yaitu *define-measure-analyse-improve-control* (Erturk et al., 2016).

2.4.1 Tahap Define

Fase pertama dalam DMAIC ini sangat penting bagi keberhasilan proyek dan oleh karena itu definisi lengkap untuk setiap unsure-unsurnya harus dilakukan. Untuk tujuan ini, sebuah piagam proyek dibuat, yang mengidentifikasi sebuah masalah dan menetapkan tujuan yang ingin dicapai, serta ruang lingkup dan tim yang akan terlibat (Costa et al., 2017). Menurut Rimanto dan Mariani (2017), *define* merupakan tahapan untuk mendefinisikan proses yang akan dibahas sebelum menentukan karakteristik kualitas dan kebutuhan pelanggan yang lain.

2.4.2 Tahap Measure

Measure merupakan langkah operasional kedua dalam rangka peningkatan kualitas dalam metode DMAIC. Tahap pengukuran ini sangat penting peranannya dalam meningkatkan kualitas, karena dapat diketahui keadaan perusahaan dari data yang ada sehingga menjadi patokan atau dasar untuk melakukan analisis dan perbaikan. Pada tahap ini dilakukan identifikasi pada karakteristik kualitas yang merupakan bagian terpenting untuk

pengendalian kualitas air (Rimanto dan Mariani, 2017). Menurut Prawirosentono (2004) dalam Windarti (2014) pada tahap ini dilakukan identifikasi penyebab masalah kualitas.

Menurut Hartoyo et al., (2013) pada tahap *measure* akan dilakukan pengukuran pada tingkat *output*. Pengukuran pada tingkat *output* dilakukan untuk mengetahui sejauh mana *output* dari suatu proses dalam memenuhi kebutuhan pelanggan. Pengukuran tingkat *output* dapat dilakukan dengan cara menghitung nilai DPMO (*Defect per Million Opportunity*). DPMO adalah ukuran kegagalan dalam program peningkatan kualitas *six sigma*, yang menunjukkan kegagalan per satu juta kesempatan. Adapun langkah-langkah untuk menghitung *Defect Per-Million Opportunities* (DPMO) dan mengkonversi nilai sigma berdasarkan table sigma adalah sebagai berikut :

- a) Menghitung *Defects per Unit* (DPU)
Defects per Unit (DPU) adalah metric yang mengungkapkan kinerja produk atau proses berdasarkan jumlah cacat. DPU mengacu pada jumlah cacat rata-rata per unit sampel produk atau layanan. DPU mengevaluasi rata-rata jumlah unit yang membawa satu atau lebih cacat. Secara umum DPU artinya semua tentang jumlah rata-rata cacat per unit produk. Berikut adalah kalkulasi penentuan DPU

$$DPU = \frac{\text{Total cacat}}{\text{Total sampel}}$$

- b) Menghitung *Defect Per Opportunities* (DPO)
Defect adalah kegagalan untuk memberikan apa yang diinginkan oleh pelanggan. Sedangkan *Defect Per Opportunities* (DPO) merupakan ukuran kegagalan yang dihitung dalam program peningkatan kualitas *six sigma*, yang menunjukkan banyaknya cacat atau kegagalan per satu kesempatan. Berikut adalah kalkulasi penentuan DPO

$$DPO = \frac{DPU}{CTQ}$$

- c) Menghitung *Defect per Million Opportunity* (DPMO)
Defect per Million Opportunity (DPMO) merupakan ukuran kegagalan dalam program peningkatan *six sigma*, yang menunjukkan kegagalan per satu juta kesempatan. Berikut adalah kalkulasi penentuan DPMO

$$\text{DPMO} = \text{DPO} \times 1.000.000$$

d) Menentukan Level Sigma

Ukuran sigma atau level sigma adalah variable paling penting dalam metode *six sigma* karena variable ini mengindikasikan variabilitas proses dan sampai pada level berapa sigma proses dikelola. Ukuran ini juga mengindikasikan apakah proses saat ini sudah efisien dan berkualitas atau belum. Setelah ditemukan DPMO dapat dihitung nilai level sigma berdasarkan table nilai level sigma. Nilai level sigma dapat dilihat pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Nilai Level Sigma

Yield	DPMO	Level Sigma
6,66	933.200	0
8,45	915.450	0,125
10,56	894.400	0,25
13,03	869.700	0,375
15,87	841.300	0,5
19,08	809.200	0,625
22,66	773.400	0,75
26,59	734.050	0,875
30,85	691.500	1
35,43	645.650	1,125
40,13	598.700	1,25
45,03	549.750	1,375
50,00	500.000	1,5
54,98	450.250	1,625
59,87	401.300	1,75
64,56	354.350	1,875
69,15	308.500	2
73,41	265.950	2,125
77,34	226.600	2,25

Yield	DPMO	Level Sigma
93,32	66.800	3
94,79	52.100	3,125
95,99	40.100	3,25
96,96	30.400	3,375
97,73	22.700	3,5
98,32	16.800	3,625
98,78	12.200	3,75
99,12	8.800	3,875
99,28	6.200	4
99,57	4.350	4,125
99,70	3.000	4,25
99,80	2.050	4,375
99,87	1.300	4,5
99,91	900	4,625
99,94	600	4,75
99,96	400	4,875
99,98	230	5
99,982	180	5,125
99,987	130	5,250

<i>Yield</i>	<i>DPMO</i>	<i>Level Sigma</i>
6,66	933.200	0
8,45	915.450	0,125
10,56	894.400	0,25
13,03	869.700	0,375
15,87	841.300	0,5
19,08	809.200	0,625
22,66	773.400	0,75
26,59	734.050	0,875
30,85	691.500	1
35,43	645.650	1,125
40,13	598.700	1,25
45,03	549.750	1,375
50,00	500.000	1,5
54,98	450.250	1,625
59,87	401.300	1,75
64,56	354.350	1,875
69,15	308.500	2
80,92	190.800	2,375
84,13	158.700	2,5
86,97	130.300	2,625
89,44	105.600	2,75
91,55	84.550	2,875

<i>Yield</i>	<i>DPMO</i>	<i>Level Sigma</i>
93,32	66.800	3
94,79	52.100	3,125
95,99	40.100	3,25
96,96	30.400	3,375
97,73	22.700	3,5
98,32	16.800	3,625
98,78	12.200	3,75
99,12	8.800	3,875
99,28	6.200	4
99,57	4.350	4,125
99,70	3.000	4,25
99,80	2.050	4,375
99,87	1.300	4,5
99,91	900	4,625
99,94	600	4,75
99,96	400	4,875
99,98	230	5
99,992	80	5,375
99,997	30	5,5
99,9967	23,35	5,625
99,99833	16,70	5,75
99,999	10,05	5,875
99,99969	2,40	6

2.4.3 Tahap *Analyse*

Tujuan dari fase ini adalah untuk menentukan akar penyebab cacat, serta sumber variasi dalam proses. Setelah menganalisa data yang dikumpulkan, diagram Ishikawa disusun untuk menetapkan hubungan sebab-akibat (Costa et al., 2017). Menurut Rimanto dan Mariani (2017), dalam tahap ini hal yang

perlu dilakukan adalah menganalisis hasil yang akan didapat pada tahap *measure*, dan mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab kecacatan atau kegagalan. Pada tahap ini akan dilakukan beberapa hal berikut : mengidentifikasi jenis-jenis cacat dan membuat prioritas cacat mana yang memiliki kontribusi dominan terhadap menurunnya kualitas produk secara keseluruhan. Kemudian menginventarisasi dan menganalisis berbagai akar penyebab masalah dari cacat-cacat yang dominan tersebut, ditinjau dari segi *man*, *machine*, *method* dan *material*. Selain itu, juga dilakukan pencarian penyebab yang paling dominan diantara seluruh daftar akar penyebab masalah diatas. Untuk memperlihatkan faktor yang berpengaruh dan menunjukkan faktor-faktor sebab dan akibat dapat digunakan *RCA (Root Cause Analysis)*.

Root Cause Analysis (RCA) digunakan untuk mendefinisikan penyebab sebuah kegagalan dan mencegah kegagalan tersebut untuk terulang dengan menunjukkan bagaimana dan mengapa dari sebuah solusi (Auricchio et al., 2016) Menurut Perbiannya (2017) ada beberapa tahap dan metode yang biasa digunakan pada *Root Cause Analysis (RCA)*

A. Metode-metode dalam Root Cause Analysis (RCA)

1) The 5-why

5-why 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. 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 pertanyaan-pertanyaan terus diminta sampai penyebab sebenarnya diidentifikasi. Gambar untuk *The 5-why* dapat dilihat pada Gambar 2.2

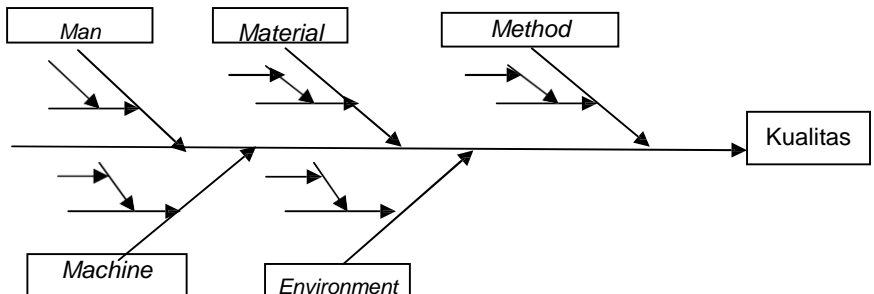


Gambar 2.1 The 5-why

Sumber :Perbiansya (2017)

2) *Fishbone diagrams* atau *The Cause-and-Effect Diagrams* (CED)

Metode kedua adalah *fishbone diagram*. 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. Contoh *fishbone diagram* dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.2 Fishbone Diagram

Sumber :Imamoto (2008) dalam Wahyuningsih (2018)

Menurut Imamoto (2008) dalam Wahyuningsih (2018) manfaat analisis tulang ikan yaitu :

- a) Menperjelas penyebab suatu masalah atau persoalan.
- b) Dapat menggunakan kondisi yang sesungguhnya untuk tujuan perbaikan kualitas produk atau jasa, lebih efisien dalam penggunaan sumber daya, dan dapat mengurangi biaya.

- c) Dapat mengurangi dan menghilangkan kondisi yang menyebabkan ketidaksesuaian produk atau jasa, dan keluhan pelanggan.
- d) Dapat membuat suatu standarisasi operasi yang ada maupun yang direncanakan.
- e) Dapat memberikan pendidikan dan pelatihan bagi karyawan dalam kegiatan pembuatan keputusan dan melakukan tindakan perbaikan.

B. Tahap-tahap dalam Root Cause Analysis (RCA)

- 1) Mendefinisikan masalah (*Define the non-conformity*)
Dalam tahap ini yang harus diketahui dan terdefinisi secara jelas adalah masalah apa yang sedang terjadi saat ini, kemudian menjelaskan *symptom* secara spesifik yang menandakan terjadinya masalah.
- 2) Melakukan investigasi akar penyebab masalah (*investigate the root cause*)
Tahap ini merupakan tahap yang paling penting dalam RCA karena ketika salah dalam menemukan akar penyebab masalah maka *action plan* yang akan diambil tidak dapat menyelesaikan masalah secara tepat sehingga tidak dapat menghindari permasalahan yang sama terulang kembali. Pada tahap ini akan digunakan tools ataupun metode untuk menggali akar penyebab masalah.
- 3) Mengajukan *action plan* (*create proposed action plan*)
Pada tahap ini akan dihasilkan solusi yang ditawarkan berupa *action plan* untuk mencegah masalah muncul kembali.
- 4) Mengimplementasikan *action plan* (*implement proposed action*)
Pada tahap ini akan ditetapkan siapa yang bertanggung jawab untuk implementasi atas *action plan*, bagaimana agar *action plan* dapat dijalankan, kemudian yang paling penting juga adalah menetapkan *time scales*, yaitu jadwal waktu dan target implementasi ini dilaksanakan.
- 5) Melakukan *monitoring* (*verification & monitoring of effectiveness*)
Tindakan ini sangat diperlukan untuk memastikan bahwa perubahan ataupun kegiatan baru yang dilaksanakan benar-benar telah berjalan sesuai dengan *action plan* yang diusulkan.

Kemudian tahap ini juga membantu member keyakinan apakah langkah perbaikan yang dilakukan sudah tepat untuk mengelola akar penyebab masalah atau malah memunculkan masalah tambahan.

Pada penelitian ini, tahap RCA yang digunakan hanya tahap ke 2 yaitu *investigate the root cause*, karena metode RCA digunakan sebagai metode pada tahap *analyse* untuk *Six Sigma* dan metode yang digunakan adalah metode *fishbone*.

2.4.4 Tahap Improve

Pada fase ini seseorang mengidentifikasi dan memilih langkah-langkah perbaikan yang harus dilakukan tentang terjadinya gangguan (Costa et al., 2017). Setelah sumber-sumber dan akar penyebab dari masalah kualitas teridentifikasi, maka perlu dilakukan penetapan rencana tindakan (*action plan*) untuk melaksanakan peningkatan kualitas *six sigma*. Pengembangan rencana tindakan merupakan salah satu aktivitas yang penting dalam program peningkatan kualitas *six sigma* harus memutuskan apa yang harus dicapai (berkaitan dengan target yang ditetapkan), alasan kegunaan (mengapa), rencana tindakan itu harus dilakukan dimana rencana tindakan ini akan diterapkan atau dilakukan, bilamana rencana tindakan itu akan dilakukan, siapa yang akan menjadi penanggung jawab dari rencana tindakan itu, bagaimana melaksanakan rencana tindakan itu, dan berapa besar biaya untuk melaksanakan rencana tindakan itu serta manfaat positif yang diterima dari implementasi rencana tindakan itu (Wisnubroto dan Anggoro, 2012).

2.4.5 Tahap Control

Menurut Manggala (2005) dalam Wisnubroto dan Anggoro (2012), tahap *control* merupakan tahap operasional terakhir dalam proyek peningkatan kualitas *six sigma*, membuat rencana dan desain pengukuran agar hasil yang sudah baik dari perbaikan tim bisa berkesinambungan yaitu dengan selalu memonitor dan mengkoreksi, bila sudah mulai menurun maka dilakukan perbaikan lagi.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Wilayah Penelitian

Sungai Kalimas merupakan badan air yang melintas Kota Surabaya. Sungai ini berhulu di daerah Ngagel dan bermuara di Selat Madura. Panjang total Sungai Kalimas adalah 12 km. Kondisi sungai yang dahulu sangat berbeda dengan sekarang. Hasil penelitian yang dilakukan oleh BLH Kota Surabaya tahun 2012 menunjukkan bahwa saat ini kualitas air Sungai Kalimas masuk kedalam kualitas badan air kelas III. Pemerintah Kota Surabaya merencanakan menjadikan Kalimas sebagai tempat rekreasi air, sehingga air sungai tersebut harus memenuhi baku mutu peruntukan tempat rekreasi air yaitu badan air kelas II. Lokasi Sungai Kalimas yang menjadi objek penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Lokasi Sungai Kalimas yang Menjadi Wilayah Penelitian

Sumber : *Google Earth* (2019)

Dalam penelitian ini yang menjadi objek penelitian adalah sungai Kalimas Surabaya pada segmen Taman Prestasi Surabaya hingga Jembatan Petekan yang memiliki panjang 4,0235 km. Keberadaan Sungai Kalimas yang membentang di tengah Kota Surabaya dan melewati daerah padat penduduk menyebabkan potensi pencemaran di Sungai Kalimas sangat tinggi. Potensi pencemaran Sungai Kalimas Surabaya adalah limbah domestik yang bersumber dari pemukiman penduduk,

industri kecil sekitar sungai seperti usaha *laundry* yang secara langsung membuang limbah cair ke sungai.

3.1.1 Penentuan Segmen

Penelitian ini akan dilakukan pada Sungai Kalimas dengan panjang kurang lebih 6 km dari hulu (jembatan Jalan Yos Sudarso) hingga hilir (Jembatan Petekan). Sungai akan dibagi menjadi 5 segmen. Segmentasi sungai ini diperlukan untuk mempermudah dalam penentuan titik pengambilan sampel air sungai. Pembagian segmen ini didasarkan atas masukan dari anak sungai, adanya tempat untuk pengambilan sampel, belokan, perubahan dimensi sungai serta keluaran dari sungai menuju anak sungai. Hal tersebut adalah dasar penentuan segmen sehingga didapatkan 5 segmen. Adapun ke-lima segmen tersebut adalah sebagai berikut:

a. Segmen 1 (Titik A – Titik 1)

Segmen Titik A – Titik 1 ini merupakan segmen pertama. Titik A terletak pada jembatan Jalan Yos Sudarso dan Titik 1 terletak pada jembatan Jalan Genteng Kali. Panjang segmen pertama ini adalah 1,2 km. Segmen ini dibagi berdasarkan adanya masukan anak sungai ke Sungai Kalimas maupun keluaran dari Sungai Kalimas menuju anak sungai.

b. Segmen 2 (Titik 1 – Titik 2)

Segmen Titik 1 – Titik 2 ini merupakan segmen kedua. Titik 1 terletak pada jembatan Jalan Genteng Kali dan Titik 2 terletak pada jembatan Peneleh Jalan Achmad Jaiz. Panjang segmen kedua ini adalah 0,89 km. Segmen ini dibagi berdasarkan adanya belokan.

c. Segmen 3 (Titik 2 – Titik 3)

Segmen Titik 2 – Titik 3 ini merupakan segmen ketiga. Titik 2 terletak pada jembatan Peneleh Jalan Achmad Jaiz dan Titik 3 terletak pada jembatan Jalan Kebon Rojo. Panjang segmen ketiga ini adalah 1,58 km. Segmen ini dibagi berdasarkan adanya belokan dan perubahan pada dimensi Sungai Kalimas.

d. Segmen 4 (Titik 3 – Titik 4)

Segmen Titik 3 – Titik 4 ini merupakan segmen keempat. Titik 3 terletak pada jembatan Jalan Kebon Rojo dan Titik 4 terletak pada jembatan Merah. Panjang segmen keempat ini adalah 0,75 km. Segmen ini dibagi berdasarkan adanya perubahan pada dimensi Sungai Kalimas.

e. Segmen 5 (Titik 4 – Titik B)

Segmen Titik 4 – Titik 5 ini merupakan segmen kelima. Titik 4 terletak pada jembatan jembatan Merah dan Titik B terletak pada jembatan Petekan. Panjang segmen kelima ini adalah 1,64 km. Segmen ini dibagi berdasarkan adanya perubahan pada dimensi Sungai Kalimas.

Peta untuk segmen sungai Kalimas (segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan) dapat dilihat pada Gambar 3.2



**Gambar 3.2 Sungai Kalimas (segmen Taman Prestasi-
Jembatan Petekan)**

Sumber : Google Earth (2019)

3.2 Deskripsi Umum

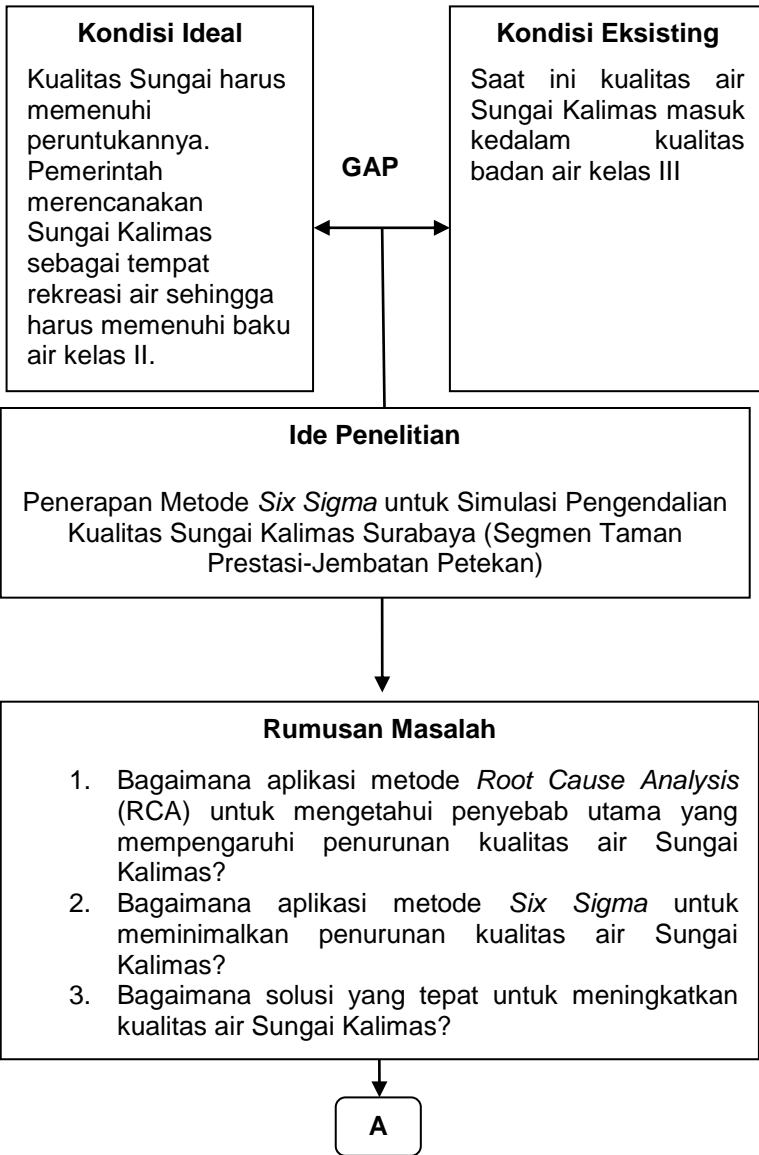
Metode penelitian digunakan sebagai dasar prosedur dan langkah-langkah sistematis dalam melakukan penelitian. Pada penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan status kualitas Sungai Kalimas segmen Taman Prestasi hingga Jembatan Petekan dan juga untuk mendapatkan cara mengendalikan kualitas Sungai Kalimas segmen Taman Prestasi hingga Jembatan Petekan dengan menggunakan metode *Six Sigma*.

3.3 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian merupakan kerangka acuan yang berisi rangkaian pokok kegiatan yang akan dilakukan dalam penelitian. Kerangka penelitian dapat berupa diagram alir yang disusun dengan menggambarkan langkah kerja yang sistematis dan terencana. Kerangka penelitian dapat mempermudah proses pengerjaan penelitian agar konsisten dengan tujuan dan rumusan yang telah direncanakan. Berikut merupakan fungsi dari kerangka penelitian :

1. Mengetahui tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam penelitian
2. Memudahkan pembaca dalam memahami mengenai penelitian yang akan dilakukan
3. Mengetahui hal-hal yang berkaitan dengan penelitian agar tujuan penelitian tercapai
4. Sebagai pedoman awal penelitian, sehingga kesalahan penelitian dapat dihindari.

Kerangka penelitian dalam tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.3.



A

Tujuan

1. Mengaplikasikan metode *Root Cause Analysis* (RCA) untuk mengetahui penyebab utama yang menyebabkan penurunan kualitas air Sungai Kalimas
2. Mengaplikasikan metode *six sigma* untuk meminimalkan penurunan kualitas air Sungai Kalimas Surabaya
3. Mendapatkan solusi yang tepat untuk meningkatkan kualitas air Sungai Kalimas

Pengumpulan Data

1. Data Primer : hasil analisis laboratorium
2. Data Sekunder : Peta Sungai Kalimas, baku mutu kualitas air sungai Kelas II

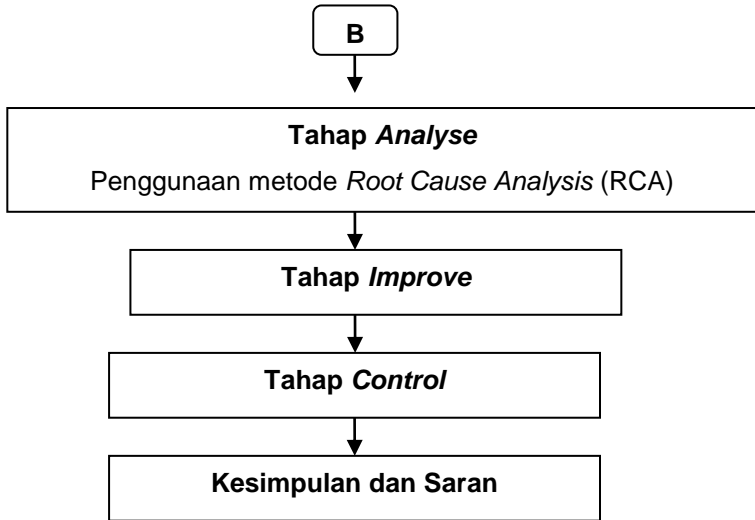
Tahap *Define*

1. Penentuan *Critical to Quality* (CTQ)
2. Analisis Laboratorium : BOD, COD, TSS, DO, pH, Nitrat, Fosfat dan Total *Coliform*

Tahap *Measure*

1. Perhitungan nilai DPMO dan level sigma

B



Gambar 3.3 Kerangka Penelitian

3.4 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Tahapan penelitian berisi tentang langkah-langkah yang dilakukan saat penelitian. Tahapan penelitian meliputi ide studi, studi literatur, pengumpulan data, survei lapangan, pelaksanaan penelitian, analisa data dan pembahasan, kesimpulan dan saran. Tujuan dari pembuatan tahapan penelitian adalah untuk memudahkan pemahaman dan penjelasan melalui deskripsi setiap tahap penelitian. Berikut langkah atau tahapan yang dilakukan dalam penelitian :

3.4.1 Ide Penelitian

Menurut penelitian Perum Jasa Tirta (2007) yang selanjutnya didukung data penelitian Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya (2015), kualitas air Sungai Kalimas tergolong buruk dan memenuhi baku mutu air kelas III untuk parameter COD, TSS, pH, fecal coliform, dan deterjen. Pemerintah Kota Surabaya merencanakan menjadikan Kalimas sebagai tempat rekreasi air, sehingga air sungai tersebut harus memenuhi baku mutu peruntukan tempat rekreasi air yaitu badan air kelas II.

Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu dilakukan pengendalian kualitas air Sungai Kalimas Surabaya dengan menggunakan metode *Six Sigma*.

3.4.2 Studi Literatur

Studi literatur yang digunakan pada penelitian ini berasal dari berbagai sumber yaitu jurnal penelitian baik internasional maupun nasional, *text book*, laporan kerja praktik, tugas akhir, tesis, peraturan pemerintah, makalah seminar, dan *website* yang memuat informasi yang berkaitan dengan penelitian ini. Literatur yang diperlukan antara lain adalah kualitas air Sungai Kalimas, Baku mutu badan air, Metode *Six Sigma* dan Penelitian terdahulu.

3.4.3 Penelitian Pendahuluan

1. Penentuan Lokasi Penelitian

Lokasi dari Sungai Kalimas segmen Taman Prestasi hingga Jembatan Petekan dengan panjang kurang lebih 6 km. Dalam penelitian ini ada 5 segmen. Pembagian segmen didasarkan pada masukan dari anak sungai, adanya tempat untuk pengambilan sampel, belokan, perubahan dimensi sungai serta masukan dari sumber pencemar. Dari 5 segmen ada 6 titik untuk pengambilan sampel yaitu titik A di hulu (Taman Prestasi), titik 1 di jembatan Jalan Genteng Kali, titik 2 di jembatan Peneleh (Jalan Achmad Jaiz), titik 3 di jembatan Jalan Kebon Rojo, titik 4 di jembatan Merah (Jalan Kembang Jepun), dan titik B di hilir (jembatan Petekan). Sampling digunakan untuk mewakili kondisi badan air dalam segmen tersebut.

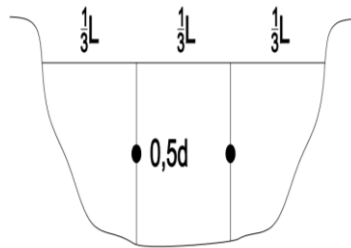
2. Pelaksanaan Penelitian Laboratorium

Penelitian pendahuluan dilakukan dengan melalui sampling air Sungai Kalimas segmen Taman Prestasi hingga Jembatan Petekan.

a. Pengambilan Sampel

Sungai Kalimas dari Taman Prestasi hingga Jembatan Petekan yang dibagi 5 segmen. Dalam menentukan titik sampling didasarkan pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.57:2008 dimana titik pengambilan sample didasarkan pada debit sungai. Berdasarkan data sekunder, debit air Sungai Kalimas sebesar $6,26 \text{ m}^3/\text{detik}$. Sehingga, menurut (SNI)

6989.57:2008 sengai dengan debit antara $5 \text{ m}^3/\text{detik}$ – $150 \text{ m}^3/\text{detik}$, contoh diambil pada dua titik masing-masing pada jarak $1/3$ dan $2/3$ lebar sungai pada kedalaman $0,5$ kali kedalaman dari permukaan atau diaambil dengan alat *integrated sampler* sehingga diperoleh contoh air dari permukaan sampai ke dasar secara merata (dapat dilihat pada Gambar 3.4) kemudian dicampurkan.



Gambar 3.4 Contoh Pengambilan Sampel

Sumber : SNI 6989.57:2008

Pada saat pengambilan sample harus dipastikan bahwa alat yang digunakan bersih. Cara pengambilan sampel dengan menggunakan ember plastic yang diikat dan didalam ember diberi pemberat. Selanjutnya untuk menyimpan air sampel menggunakan botol plastik karena mudah untuk dibawa dan relative aman. Botol plastic dicelupkan ke dalam ember hingga penuh dan tidak ada gelembung udara yang tersisa kemudian botol ditutup.

b. Analisis Laboratorium

Analisis laboratorium dilakukan untuk mengetahui kualitas sungai apakah telah memenuhi atau melebihi baku mutu yang ditetapkan. Analisis laboratorium yang dilakukan adalah pengukuran kualitas air Sungai Kalimas dengan parameter BOD, COD, TSS, DO, pH, Nitrat, Fosfatdan Total *Coliform*. Berikut persiapan alat dan bahan yang diperlukan untuk analisis laboratorium:

(1) Persiapan Alat

- Peralatan untuk pengambilan sampel yaitu botol plastic untuk menyimpan sampel.
- *Box* pendingin digunakan untuk menyimpan sampel dengan rentang temperature 2°-4°C
- Peralatan untuk analisis laboratorium.

(2) Persiapan Bahan

Berikut penjelasan dari masing-masing parameter yang dianalisis yang disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Metode Analisis pada Setiap Parameter

No	Parameter	Tujuan	Metode	Sumber
1	BOD	Mengetahui tingkat biodegradabilitas pada air Sungai Kalimas	<i>Metode Winkler</i>	SNI 6898.72:2009
2	COD	Mengetahui jumlah oksigen yang diperlukan agar limbah organik yang ada di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia	<i>Closed Reflux and colorimetric</i>	<i>Standart Methods of Water and Wastewater, 22nd edition, 2012</i>
3	DO	Mengetahui jumlah oksigen terlarut dalam air Sungai Kalimas	<i>Metode Winkler</i>	SNI 06-6989 14-2004
4	TSS	Mengetahui kadar solid yang terkandung pada air Sungai Kalimas	Gravimetri	<i>Standart Methods of Water and Wastewater, 22nd edition, 2012</i>
5	pH	Menganalisis tingkat keasaman pada bahan yang diuji	Potensiometri	SNI 06-6989.11-2004
6	Nitrat	Mengetahui kandungan nitrogen pada bahan yang diuji	Nessler	SNI 6989.79:2011

No	Parameter	Tujuan	Metode	Sumber
7	Fosfat	Mengetahui kandungan fosfat pada bahan yang diuji	Asam Askorbat	SNI 06-6989.31-2005
8	Total Coliform	Mengetahui total bakteri coliform yang ada di air Sungai Kalimas	Inkubasi	SNI 01-2332.2-2006

3.4.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan sebagai acuan yang akan digunakan dalam penentuan parameter penelitian. Data yang dikumpulkan yaitu :

1. Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan analisis laboratorium air Sungai Kalimas.

2. Data Sekunder

Data sekunder yang dibutuhkan untuk penelitian ini yaitu baku mutu badan air kelas II.

3.5 Pembahasan

Metode *six sigma* dilakukan dengan metodologi DMAIC. Metode DMAIC terdiri dari lima tahap yaitu *define-measure-analyse-improve-control*.

3.5.1 Tahap Define

Tahapan pertama dalam proses *six sigma* merupakan tahapan untuk mendefinisikan proses yang akan dibahas. Dalam fase ini dilakukan penentuan tujuan dari proyek *six sigma*. Dalam penelitian ini yang akan menjadi objek untuk proyek *six sigma* adalah kualitas air Sungai Kalimas (Segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan). Pada tahap ini dilakukan pengukuran mengenai kualitas air Sungai Kalimas pada setiap titik yaitu titik A di hulu (Taman Prestasi), titik 1 di jembatan Jalan Genteng Kali, titik 2 di jembatan Peneleh (Jalan Achmad Jaiz), titik 3 di jembatan Jalan Kebon Rojo, titik 4 di jembatan Merah (Jalan Kembang Jepun), dan titik B di hilir (jembatan Petekan). Parameter yang digunakan dalam pengukuran kualitas air Sungai

Kalimas adalah BOD, COD, TSS, DO, pH, Nitrat, Fosfat dan Total *Coliform*.

3.5.2 Tahap *Measure*

Berdasarkan hasil pada tahap *define*, selanjutnya dilakukan *measure* yang merupakan langkah operasional dalam rangka peningkatan kualitas. Tahap pengukuran ini sangat penting peranannya dalam meningkatkan kualitas, karena dapat diketahui keadaan Sungai Kalimas dari data yang ada sehingga menjadi patokan atau dasar untuk melakukan analisis dan perbaikan. Pada tahap ini akan digunakan *software* minitab untuk membuat *control chart* dan menghitung nilai DPMO dan level sigma.

3.5.3 Tahap *Analyse*

Dalam tahap ini yang perlu dilakukan adalah menganalisis hasil yang akan didapat pada tahap *measure* dan mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab parameter-parameter tidak memenuhi baku mutu. Pada tahap ini akan dilakukan beberapa tahap berikut : mengidentifikasi parameter-parameter yang tidak memenuhi baku mutu badan air kelas II. Kemudian, menginventarisasi dan menganalisis berbagai akar penyebab masalah dari parameter yang tidak memenuhi baku mutu. Faktor-faktor sebab dan akibat akan diidentifikasi dengan menggunakan *Root Cause Analysis (RCA)*. Metode pada *Root Cause Analysis* yang digunakan adalah metode *Fishbone*. Langkah-langkah dalam *fishbone analysis* antara lain adalah :

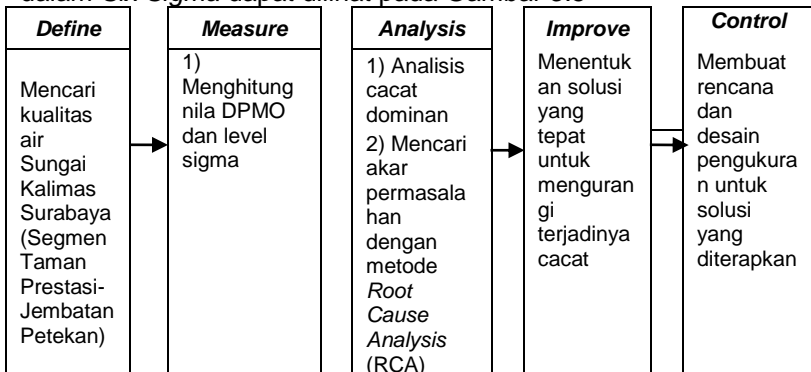
- a. Langkah 1 : Menyiapkan sesi analisis tulang ikan
- b. Langkah 2 : Mengidentifikasi akibat atau masalah. Akibat atau masalah yang akan ditangani ditulis pada kotak sebelah paling kanan diagram tulang ikan.
- c. Langkah 3 : Mengidentifikasi berbagai kategori sebab utama. Dari garis horizontal utama, terdapat garis diagonal yang menjadi cabang. Setiap cabang mewakili sebab utama dari masalah yang ditulis.
- d. Langkah 4 : Menemukan sebab-sebab potensial dengan cara sumbang saran.
- e. Langkah 5 : mengkaji kembali setiap kategori sebab utama.

3.5.4 Tahap *Improve*

Pada fase ini akan diidentifikasi dan diilih langkah-langkah perbaikan yang harus dilakukan untuk meningkatkan kualitas air Sungai Kalimas berdasarkan hasil dari tahap *measure*. Akan ditetapkan rencana tindakan (*action plan*) untuk melaksanakan peningkatan kualitas air Sungai Kalimas. Penetapan *action plan* harus memutuskan apa yang harus dicapai (berkaitan dengan target yang ditetapkan), alasan kegunaan (mengapa), *action plan* harus dilakukan dimana rencana tindakan ini akan diterapkan atau dilakukan, bilamana rencana tindakan itu akan dilakukan, siapa yang akan menjadi penanggung jawab dari rencana tindakan itu, bagaimana melaksanakan rencana tindakan itu, dan berapa besar biaya untuk melaksanakan rencana tindakan itu serta manfaat positif yang diterima dari implementasi rencana tindakan itu

3.5.5 Tahap *Control*

Pada tahapan sesudah *improve* adalah fase *control*. Fase ini merupakan fase terakhir dalam proyek peningkatan *six sigma*. Pada tahap ini akan dibuat rencana dan desain pengukuran agar hasil yang sudah baik bisa berkesinambungan yaitu dengan selalu memonitor dan mengkoreksi, bila sudah mulai menurun maka dilakukan perbaikan lagi. Tahapan-tahapan dalam *Six Sigma* dapat dilihat pada Gambar 3.5



Gambar 3.5 Alur Tahapan *Six Sigma*

3.6 Kesimpulan dan Saran

Dari pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil suatu kesimpulan yang menyatakan ringkasan dan jawaban dari rumusan masalah penelitian. Saran diberikan untuk perbaikan penelitian dan pelaksanaan penelitian lebih lanjut.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Segmentasi Sungai Kalimas

Penelitian dilakukan dengan menganalisis Sungai Kalimas dengan panjang kurang lebih 6 km dari hulu (Taman Prestasi) hingga hilir (Jembatan Petekan). Pada penelitian ini sungai dibagi menjadi 5 segmen. Segmentasi ini dilakukan untuk keperluan pemodelan dan untuk mempermudah dalam penentuan titik pengambilan sampel air sungai. Pembagian segmen di dasarkan atas masukan dari anak sungai, adanya tempat pengambilan sampel (jembatan), belokan, perubahan dimensi sungai serta keluaran dari sungai menuju anak sungai. Adapun ke-lima segmen tersebut adalah sebagai berikut:

f. Segmen 1 (Titik A – Titik 1)

Segmen Titik A – Titik 1 ini merupakan segmen pertama. Titik A terletak pada jembatan Jalan Yos Sudarso dan Titik 1 terletak pada jembatan Jalan Genteng Kali. Panjang segmen pertama ini adalah 1,2 km. Segmen ini dibagi berdasarkan adanya masukan anak sungai ke Sungai Kalimas maupun keluaran dari Sungai Kalimas menuju anak sungai. Peta segmen 1 dapat dilihat pada Gambar 4.1.

g. Segmen 2 (Titik 1 – Titik 2)

Segmen Titik 1 – Titik 2 ini merupakan segmen kedua. Titik 1 terletak pada jembatan Jalan Genteng Kali dan Titik 2 terletak pada jembatan Peneleh Jalan Achmad Jaiz. Panjang segmen kedua ini adalah 0,89 km. Segmen ini dibagi berdasarkan adanya belokan. Peta segmen 2 dapat dilihat pada Gambar 4.2.

h. Segmen 3 (Titik 2 – Titik 3)

Segmen Titik 2 – Titik 3 ini merupakan segmen ketiga. Titik 2 terletak pada jembatan Peneleh Jalan Achmad Jaiz dan Titik 3 terletak pada jembatan Jalan Kebon Rojo. Panjang segmen ketiga ini adalah 1,58 km. Segmen ini dibagi berdasarkan adanya belokan dan perubahan pada dimensi Sungai Kalimas. Peta segmen 3 dapat dilihat pada Gambar 4.3.

i. Segmen 4 (Titik 3 – Titik 4)

Segmen Titik 3 – Titik 4 ini merupakan segmen keempat. Titik 3 terletak pada jembatan Jalan Kebon Rojo dan Titik 4 terletak pada jembatan Merah. Panjang segmen keempat ini adalah 0,75 km. Segmen ini dibagi berdasarkan adanya perubahan pada dimensi Sungai Kalimas. Peta segmen 4 dapat dilihat pada Gambar 4.4.

j. Segmen 5 (Titik 4 – Titik B)

Segmen Titik 4 – Titik 5 ini merupakan segmen kelima. Titik 4 terletak pada jembatan jembatan Merah dan Titik B terletak pada jembatan Petekan. Panjang segmen kelima ini adalah 1,64 km. Segmen ini dibagi berdasarkan adanya perubahan pada dimensi Sungai Kalimas. Peta segmen 5 dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.1 Segmen 1 (Titik A – Titik 1)
Sumber : *Google Earth* (2019)



Gambar 4.2 Segmen 2 (Titik 1 – Titik 2)
Sumber : *Google Earth* (2019)

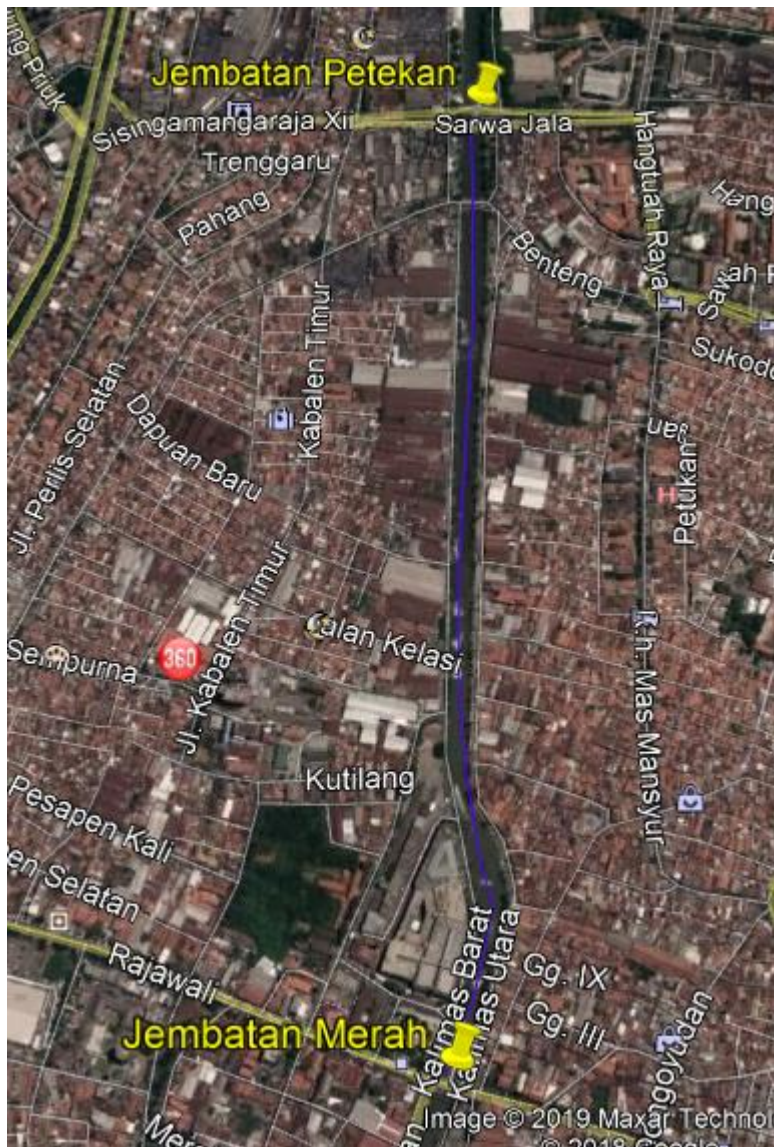


Gambar 4.3 Segmen 3 (Titik 2 – Titik 3)

Sumber : Google Earth (2019)



Gambar 4.4 Segmen 4 (Titik 3 – Titik 4)
Sumber : Google Earth (2019)



Gambar 4.5 Segmen 5 (Titik 4 – Titik B)

Sumber : Google Earth (2019)

4.2 Penggunaan Metode Six Sigma

Menurut Pete dan Holpp (2002) dalam Khadijah et al., (2017), tahap-tahap implementasi peningkatan kualitas dengan *six sigma* terdiri dari lima langkah yaitu menggunakan metode DMAIC atau *Define, Measure, Analyse, Improve* dan *Control*. Metode DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve* dan *Control*) merupakan salah satu penerapan *six sigma*, dimana metode DMAIC ini merupakan sebuah proses untuk peningkatan yang dilakukan terus menerus, bersifat *systematic, scientific* dan berdasarkan dengan data yang ada (*fact based*). DMAIC adalah proses berulang (*closed-loop process*) yang bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan proses produksi yang tidak produktif yang berfokus pada pengukuran yang baru dan mengaplikasikan teknologi untuk meningkatkan kualitas. Berikut implementasi tahapan-tahapan tersebut dalam penelitian.

4.2.1. Define

Menurut Gaspersz (2005), pada tahap ini dilakukan penetapan sasaran dari aktivitas peningkatan kualitas *six sigma*. Langkah ini untuk mendefinisikan rencana-rencana tindakan yang harus dilakukan untuk melaksanakan peningkatan dari setiap tahap proses bisnis kunci.

a) Penentuan *Critical to Quality* (CTQ)

Critical to Quality (CTQ) merupakan karakteristik dari sebuah produk atau jasa yang memenuhi kebutuhan kosumen. Identifikasi CTQ membutuhkan pemahaman akan suara pelanggan/VOC (*voice of costumer*), yaitu kebutuhan pelanggan yang diekspresikan oleh pelanggan itu sendiri. Adapun *Critical to Quality* dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. pH

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kabasaan yang dimiliki oleh suatu larutan (Khadijah et al., 2017). Kadar pH yang baik adalah kadar pH dimana masih memungkinkan kehidupan biologis di dalam air berjalan baik. Sebagian besar biota akuatik sensitive terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7-8,5.

2. DO (*Dissolved Oxygen*)
Dissolved Oxygen merupakan banyaknya oksigen terlarut dalam suatu perairan. Semakin besar nilai kandungan DO, maka kualitas air tersebut semakin baik. Oksigen terlarut sangat berperan pada proses respirasi atau pernapasan oleh biota air karena merupakan sumber oksigen yang berada dalam air.
3. BOD (*Biological Oxygen Demand*)
Kebutuhan oksigen biologis menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme hidup untuk memecah atau mengoksidasi bahan organik dalam air. Makin besar nilai BOD, menunjukkan makin besarnya aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik. Nilai BOD yang besar tidak baik bagi kehidupan organisme perairan. Perairan alami yang baik untuk perikanan memiliki nilai BOD berkisar antara 0,5-7,0 mg/l dan perairan dengan nilai BOD melebihi 10 mg/l telah dianggap mengalami pencemaran (Effendi, 2003 dalam Patricia et al., 2018)
4. COD (*Chemical Oxygen Demand*)
Chemical Oxygen Demand atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air.
5. TSS (*Total Suspended Solid*)
Menurut Patricia et al., (2018), TSS adalah bahan-bahan tersuspensi (diameter > 1 μ m) yang tertahan pada saringan millipore dengan diameter pori 0,45 μ m. TSS terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasadrenik terutama yang disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi yang terbawa ke dalam badan air. Masuknya padatan tersuspensi ke dalam perairan dapat menimbulkan kekeruhan air. Hal ini menyebabkan menurunnya laju fotosintesis fitoplankton, sehingga produktivitas primer perairan menurun, yang pada gilirannya menyebabkan terganggunya keseluruhan rantai makanan.
6. Nitrat
Nitrat merupakan bentuk nitrogen utama di perairan alami (Mustofa, 2015). Menurut Irwan et al., (2017) dalam Patricia et al., (2018), nitrat merupakan nutrisi yang

penting bagi tanaman, tetapi jika berada pada kadar yang berlebihan dapat menyebabkan masalah kualitas air yang signifikan. Nitrat yang berlebih akan mempercepat eutrofikasi dan menyebabkan peningkatan pertumbuhan tanaman air sehingga mempengaruhi kadar oksigen terlarut, suhu, dan parameter lainnya.

7. Fosfat

Fosfat merupakan salah satu unsure makroutrien, dimana P dalam perairan berupa PO_4 . Fosfat secara alami berasal dari sedimen yang selanjutnya akan terfiltrasi dalam air tanah dan akhirnya masuk ke system perairan. Apabila kadar fosfat terlalu tinggi dapat menyebabkan eutrofikasi sehingga terjadi *blooming* (perkembangan tidak terkendali) dari salah satu jenis fitoplankton yang mengeluarkan toksin.

8. Total Coliform

Total *coliform* merupakan indikator bakteri yang digunakan untuk menentukan aman tidaknya air dikonsumsi. Apabila total *coliform* dalam air ditemukan dalam jumlah yang tinggi maka kemungkinan dalam air tersebut terdapat bakteri patogenik, sehingga diperlukan pengolahan air sebelum melakukan pemanfaatan.

b) Hasil Analisis

Pengambilan sampel dilakukan pada 6 titik, yaitu titik A di hulu (Taman Prestasi), titik 1 di jembatan Jalan Genteng Kali, titik 2 di jembatan Peneleh (Jalan Achmad Jaiz), titik 3 di jembatan Jalan Kebon Rojo, titik 4 di jembatan Merat dan titik B di jembatan Petekan pada 2 hari berturut-turut. Pengambilan sampel dilakukan pada tanggal 4 Maret 2019-5 Maret 2019 dimulai dari jam 10.00. pengambilan sampel didasarkan pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.57.2008 apabila debit sungai 5-150 m/s menurut data sekunder, maka sampel pada sungai diambil pada dua titik masing-masing pada jarak 1/3 dan 2/3 lebar sungai pada kedalaman 0,5 kali kedalaman dari permukaan. Sampel akan dianalisis dengan 8 parameter yaitu pH, DO, BOD, COD, TSS, Nitrat, Fosfat, dan Total Koliform. Hasil uji kualitas dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Data Kualitas Air Sungai Kalimas hari 1

Titik	pH	DO	BOD	COD	TSS	Nitrat	Fosfat	Total Koliform
		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(MPN/100 ml)
A	7.6	3.3	6.2	40	237	1.186	0.202	16×10^5
1	7.4	3	3.42	24	188	1.220	0.217	9×10^5
2	7.5	2.9	4.1	56	240	1.127	0.226	9×10^5
3	7.6	3.4	3.5	24	210	0.814	0.289	16×10^5
4	7.4	2.9	7	64	240	0.859	0.236	35×10^4
B	7.4	2.7	3.4	24	242	0.852	0.244	16×10^5

Sumber : Hasil analisis laboratorium (2019)

Tabel 4.2 Data Kualitas Air Sungai Kalimas hari 2

Titik	pH	DO	BOD	COD	TSS	Nitrat	Fosfat	Total Koliform
		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(MPN/100 ml)
A	7.7	3.2	4.1	20.3	208	1.031	0.140	14×10^5
1	7.5	3.1	6.8	27.6	180	1.089	0.148	3×10^6
2	7.5	2.8	5.4	42,85	174	1.141	0.190	11×10^5
3	7.5	2.6	4.7	20.3	204	0.773	0.259	9×10^6
4	7.6	2.8	4.1	35.1	184	0.787	0.127	16×10^6
B	7.6	2.7	4.3	42.85	172	0.945	0.217	33×10^4

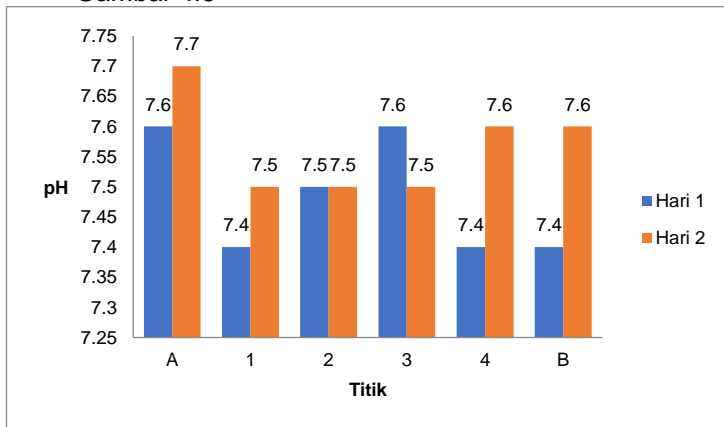
Sumber : Hasil analisis laboratorium (2019)

Dari Tabel 4.1 dan 4.2 diatas, maka dapat dijelaskan seperti berikut ini :

1. pH

Berdasarkan Tabel 4.1 dan 4.2, pola distribusi konsentrasi pH air Sungai Kalimas menunjukkan pola yang fluktuatif. Menurut Ramadhani (2016) kadar pH yang naik disebabkan oleh masuknya beban pencemar. Dibandingkan data yang diperoleh dari hasil penelitian Maghfiroh (2016) parameter pH kurang lebih sama, pada beberapa titik ada yang naik dan ada yang turun, namun

secara keseluruhan masih memenuhi baku mutu air kelas II. Peningkatan nilai derajat keasaman atau pH dipengaruhi oleh limbah organik maupun anorganik yang dibuang ke sungai, sehingga peningkatan pH pada titik 3 dikarenakan adanya aktifitas buangan air limbah domestik yang masuk ke sungai Kalimas. Menurut Kordi (2000) dalam Suhmana (2012) fluktuasi pH sangat dipengaruhi oleh proses respirasi, karena gas karbondioksida yang dihasilkannya. Semakin banyak karbondioksida yang dihasilkan dari proses respirasi, maka pH akan semakin rendah. Namun sebaliknya jika aktivitas fotosintesis semakin tinggi maka akan menyebabkan pH semakin tinggi. Baku mutu air sungai Kelas II untuk pH adalah 6-9, sehingga dari hasil uji menunjukkan bahwa pH di Sungai Kalimas segmen Taman Prestasi hingga Jembatan Petekan memenuhi baku mutu air sungai Kelas II. Maka kadar pH air sungai Kalimas di daerah penelitian masih sangat memungkinkan bagi mikroorganisme, maupun tumbuhan air seperti eceng gondok yang bertugas mendekomposir dan mengoksidasi bahan polutan dalam air, untuk bisa hidup di aliran air sungai. Nilai pH dapat dilihat pada Gambar 4.6



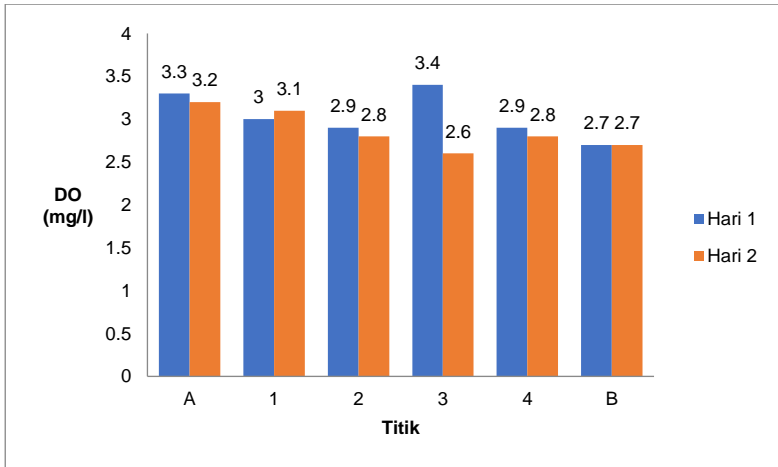
Gambar 4.6 Nilai pH Sungai Kalimas

2. DO

Hasil pengukuran oksigen terlarut air sungai Kalimas menunjukkan hasil yang fluktuatif. Baku mutu air kelas II untuk DO adalah 4 mg/l, sehingga nilai DO pada semua titik tidak memenuhi baku mutu air kelas II. Nilai DO terendah ada pada titik B yaitu pada jembatan Petekan, hal ini disebabkan oleh tanpa adanya kesempatan untuk reoksigenasi dalam tubuh air untuk meningkatkan kadar oksigen, yang disebabkan oleh pendangkalan dasar sungai di lokasi terakhir, serta masuknya kembali beban limbah ke dalam sungai pada titik sebelum jembatan Petekan yang dapat dilihat pada Gambar 4.7. Dibandingkan data yang diperoleh dari hasil penelitian Maghfiroh (2016) parameter DO kurang lebih sama, pada beberapa titik ada yang naik dan ada yang turun, namun secara semua titik tidak memenuhi baku mutu air kelas II. Nilai DO dapat dilihat pada Gambar 4.8



Gambar 4.7 Masuknya Air Limbah

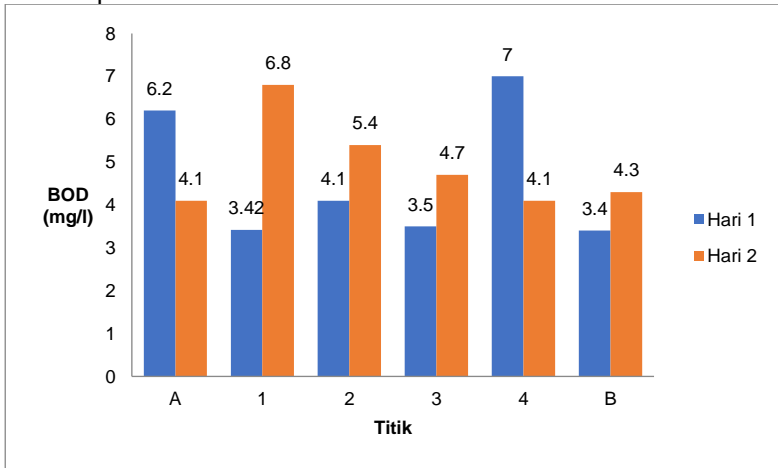


Gambar 4.8 Nilai DO Sungai Kalimas

3. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, menunjukkan distribusi nilai konsentrasi BOD yang fluktuatif. Nilai baku mutu air kelas II untuk BOD adalah 3 mg/l, sehingga pada semua titik nilai BOD tidak memenuhi baku mutu air kelas II. Pada titik 2 (jembatan Peneleh) dan 4 (jembatan Merah) nilai BOD mengalami peningkatan, peningkatan nilai BOD menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan reaksi mikroorganisme terhadap bahan organik dari air limbah yang masuk ke aliran sungai. Selain itu peningkatan nilai BOD juga mengindikasikan bahwa pada lokasi tersebut limbah cair yang masuk telah tercampur dengan sempurna sehingga air limbah menjadi lebih pekat dan aktifitas dekomposisi berada dalam intensitas yang tinggi baik yang berjalan secara *aerob* maupun *anaerob*. Masuknya beban pencemar ke sungai dapat dilihat pada Gambar 4.7. Pada titik 1 (jembatan Jalan Genteng Kali), 3 (jembatan Jalan Kebon Rojo), dan B (jembatan Peneleh) nilai BOD mengalami penurunan, penurunan ini menunjukkan bahwa pada lokasi tersebut bahan polutan telah teroksidasi dengan baik dan

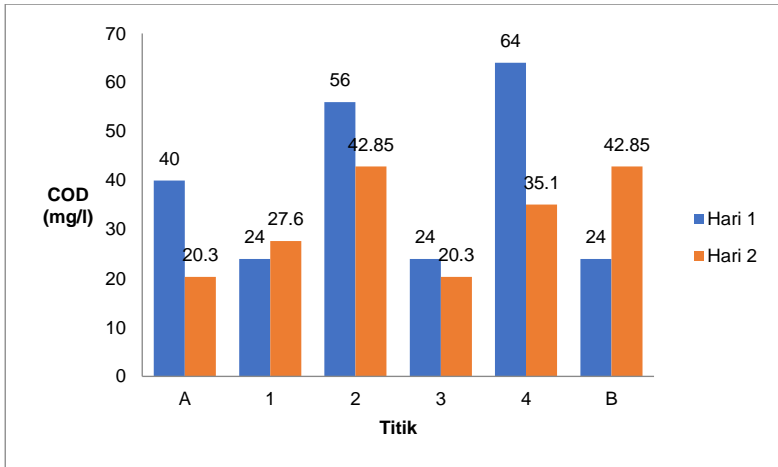
mengindikasikan terjadinya peningkatan kadar oksigen. Dibandingkan data yang diperoleh dari hasil penelitian Maghfiroh (2016) parameter BOD mengalami sedikit penurunan pada beberapa titik, namun semua titik belum memenuhi baku mutu air kelas II. Nilai BOD dapat dilihat pada Gambar 4.9



Gambar 4.9 Nilai BOD Sungai Kalimas

4. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

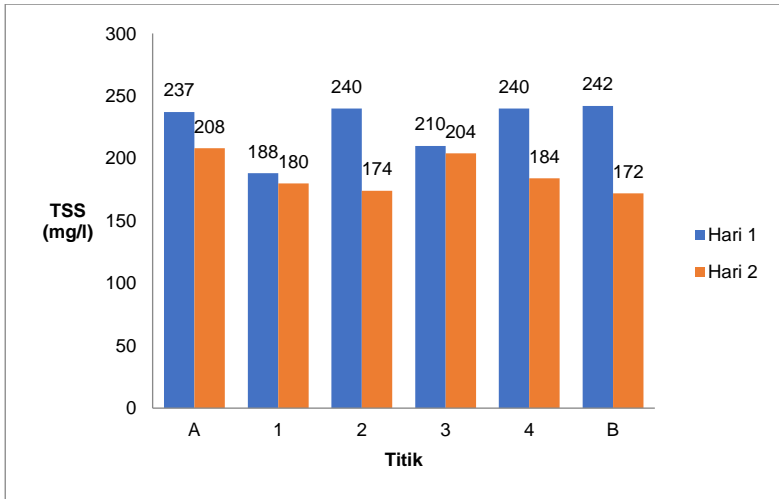
Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, menunjukkan distribusi nilai konsentrasi COD yang fluktuatif. Nilai baku mutu air kelas II untuk COD adalah 25 mg/l, sehingga pada beberapa titik nilai COD tidak memenuhi baku mutu air kelas II. Peningkatan nilai COD menandakan bahwa beban limbah yang masuk ke aliran sungai telah tercampur sempurna dan hal tersebut selaras dengan tingginya nilai kadar BOD pada lokasi tersebut. Dibandingkan data yang diperoleh dari hasil penelitian Maghfiroh (2016) parameter COD kurang lebih sama, pada beberapa titik ada yang naik dan ada yang turun, namun secara keseluruhan masih ada beberapa titik yang tidak memenuhi baku mutu air kelas II. Nilai COD dapat dilihat pada Gambar 4.10



Gambar 4.10 Nilai COD Sungai Kalimas

5. TSS (*Total Suspended Solid*)

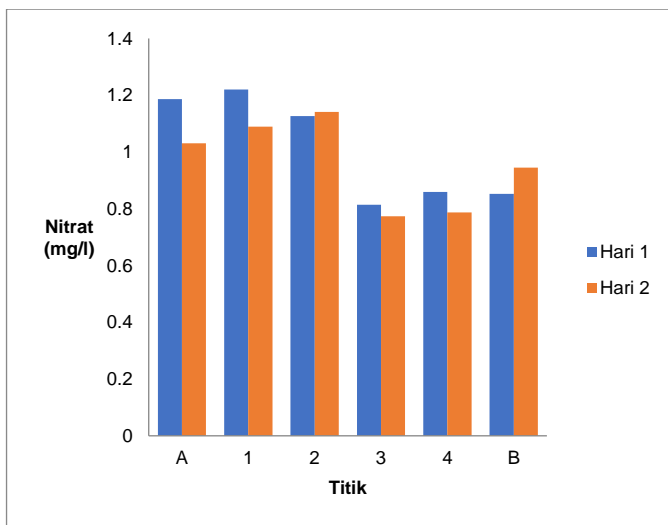
Hasil uji laboratorium kadar TSS menunjukkan pola persebaran konsentrasi TSS yang fluktuatif, dimulai dari titik awal hingga titik terakhir pengambilan sampel. Nilai baku mutu air kelas II untuk TSS adalah 50 mg/l, sehingga pada semua titik nilai TSS tidak memenuhi baku mutu air kelas II. Kenaikan TSS sangat dipengaruhi oleh debit air terutama pada saat hujan. Peningkatan kadar TSS ini kemungkinan disebabkan karena banyaknya air limbah domestik dari pemukiman yang masuk ke dalam sungai atau kemungkinan ada pembuangan air limbah industri yang dilakukan pada saat hujan. Pada beberapa titik terjadi penurunan nilai TSS, hal ini bisa terjadi karenan berkurangnya laju aliran air sehingga sebagian TSS terendapkan dan debit aliran air berkurang. Dibandingkan data yang diperoleh dari hasil penelitian Maghfiroh (2016) parameter TSS kurang lebih sama, pada beberapa titik ada yang naik dan ada yang turun, namun secara keseluruhan masih ada beberapa titik yang tidak memenuhi baku mutu air kelas II. Nilai TSS dapat dilihat pada Gambar 4.11



Gambar 4.11 Nilai TSS Sungai Kalimas

6. Nitrat

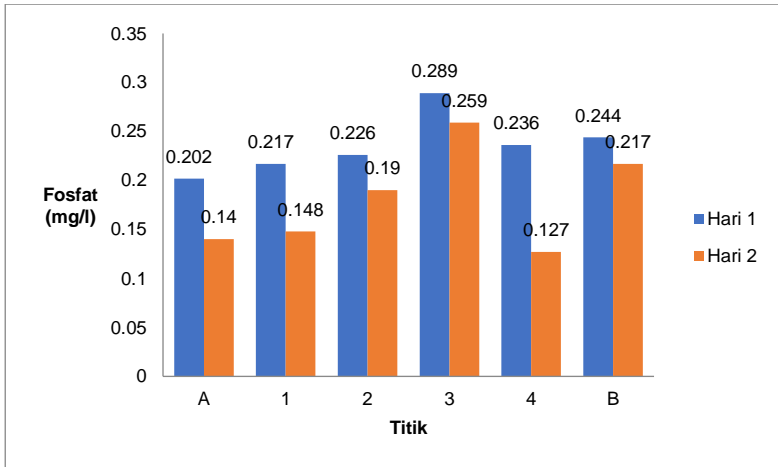
Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, menunjukkan distribusi nilai konsentrasi nitrat yang fluktuatif. Nilai baku mutu air kelas II untuk nitrat adalah 10 mg/l, sehingga pada semua titik nilai nitrat telah memenuhi baku mutu air kelas II. Nilai nitrat yang rendah pada sungai Kalimas (Segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan) disebabkan oleh keberadaan sungai yang jauh dari wilayah pertanian. Dibandingkan data yang diperoleh dari hasil penelitian Maghfiroh (2016) parameter nitrat mengalami penurunan pada semua titik, sehingga semua titik memenuhi baku mutu air kelas II. Nilai Nitrat dapat dilihat pada Gambar 4.12



Gambar 4.12 Nilai Nitrat Sungai Kalimas

7. Fosfat

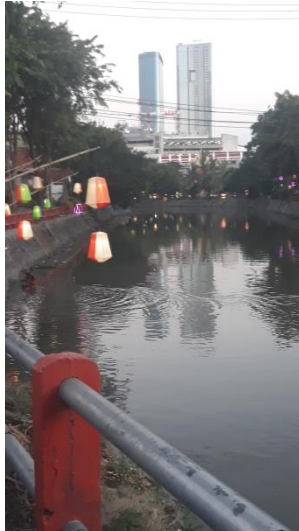
Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, menunjukkan distribusi nilai konsentrasi fosfat yang fluktuatif. Nilai baku mutu air kelas II untuk fosfat adalah 0,2 mg/l, sehingga pada beberapa titik nilai fosfat tidak memenuhi baku mutu air kelas II. Penyebab dari naiknya nilai fosfat adalah dikarenakan masuknya limbah domestik yang mengandung detergen. Dibandingkan data yang diperoleh dari hasil penelitian Maghfiroh (2016) parameter fosfat mengalami penurunan pada semua titik, namun secara keseluruhan semua titik belum memenuhi baku mutu air kelas II. Nilai Fosfat dapat dilihat pada Gambar 4.13



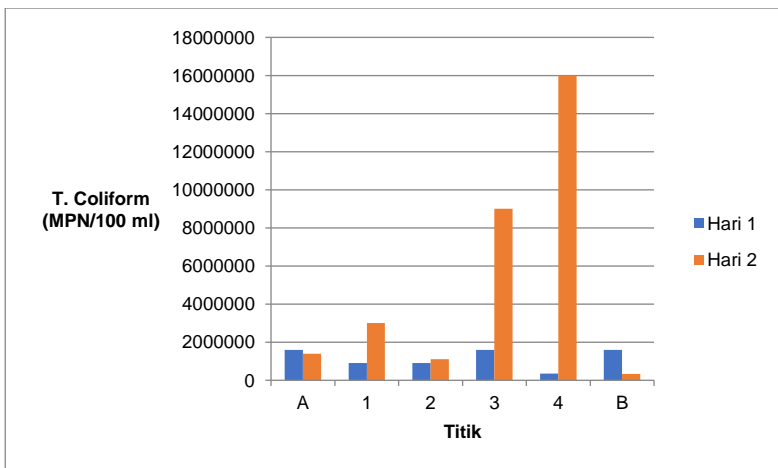
Gambar 4.13 Nilai Fosfat Sungai Kalimas

8. Total *Coliform*

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, menunjukkan distribusi nilai konsentrasi total *coliform* yang fluktuatif. Nilai baku mutu air kelas II untuk total *coliform* adalah 5000 MPN/100 ml, sehingga pada semua titik nilai total *coliform* tidak memenuhi baku mutu air kelas II. Nilai total *coliform* yang sangat tinggi menunjukkan bahwa ada pembuangan limbah rumah tangga yang langsung ke dalam sungai serta kemungkinan bahwa penduduk sekitar cenderung membuang *urine* dan feses langsung ke sungai yang dapat dilihat pada Gambar 4.14. Nilai total *coliform* dapat dilihat pada Gambar 4.15



Gambar 4.12 Penduduk yang membuang feses dan urine langsung ke sungai



Gambar 4.13 Nilai Total Coliform Sungai Kalimas

4.2.2. Measure

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang digunakan untuk mengukur performasi proses sebelum dilakukan perbaikan. Tahapan yang akan dilakukan adalah perhitungan *Defect per Million Opportunities* (DPMO) dan menentukan level sigma. Perhitungan Nilai DPMO dan Level Sigma

e) Menghitung *Defects per Unit* (DPU)

Defects per Unit (DPU) adalah metric yang mengungkapkan kinerja produk atau proses berdasarkan jumlah cacat. DPU mengacu pada jumlah cacat rata-rata per unit sampel produk atau layanan. DPU mengevaluasi rata-rata jumlah unit yang membawa satu atau lebih cacat. Secara umum DPU artinya semua tentang jumlah rata-rata cacat per unit produk. Berikut adalah kalkulasi penentuan DPU

- $DPU_{DO} = \frac{\text{Total cacat}}{\text{Total sampel}} = \frac{12}{12} = 1$
- $DPU_{BOD} = \frac{\text{Total cacat}}{\text{Total sampel}} = \frac{12}{12} = 1$
- $DPU_{COD} = \frac{\text{Total cacat}}{\text{Total sampel}} = \frac{7}{12} = 0,58$
- $DPU_{TSS} = \frac{\text{Total cacat}}{\text{Total sampel}} = \frac{12}{12} = 1$
- $DPU_{Fosfat} = \frac{\text{Total cacat}}{\text{Total sampel}} = \frac{7}{12} = 0,58$
- $DPU_{\text{Total Coliorm}} = \frac{\text{Total cacat}}{\text{Total sampel}} = \frac{12}{12} = 1$

f) Menghitung *Defect Per Opportunities* (DPO)

Defect adalah kegagalan untuk memberikan apa yang diinginkan oleh pelanggan. Sedangkan *Defect Per Opportunities* (DPO) merupakan ukuran kegagalan yang dihitung dalam program peningkatan kualitas *six sigma*, yang menunjukkan banyaknya cacat atau kegagalan per satu kesempatan. Berikut adalah kalkulasi penentuan DPO

- $DPO_{DO} = \frac{DPU}{CTQ} = \frac{1}{8} = 0,125$
- $DPO_{BOD} = \frac{DPU}{CTQ} = \frac{1}{8} = 0,125$
- $DPO_{COD} = \frac{DPU}{CTQ} = \frac{0,58}{8} = 0,0725$

- $DPO_{TSS} = \frac{DPU}{CTQ} = \frac{1}{8} = 0,125$
- $DPO_{Fosfat} = \frac{DPU}{CTQ} = \frac{0,58}{8} = 0,0725$
- $DPO_{Total\ Coliorm} = \frac{DPU}{CTQ} = \frac{1}{8} = 0,125$

g) Menghitung *Deffect per Million Opportunity* (DPMO)
Deffect per Million Opportunity (DPMO) merupakan ukuran kegagalan dalam program peningkatan *six sigma*, yang menunjukkan kegagalan per satu juta kesempatan. Berikut adalah kalkulasi penentuan DPMO

- $DPMO_{DO} = DPO \times 1.000.000$
 $= 0,125 \times 1.000.000$
 $= 125.000$
- $DPMO_{BOD} = DPO \times 1.000.000$
 $= 0,125 \times 1.000.000$
 $= 125.000$
- $DPMO_{COD} = DPO \times 1.000.000$
 $= 0,0725 \times 1.000.000$
 $= 72.500$
- $DPMO_{TSS} = DPO \times 1.000.000$
 $= 0,125 \times 1.000.000$
 $= 125.000$
- $DPMO_{Fosfat} = DPO \times 1.000.000$
 $= 0,0725 \times 1.000.000$
 $= 72.500$
- $DPMO_{Total\ Coliorm} = DPO \times 1.000.000$
 $= 0,125 \times 1.000.000$
 $= 125.000$

h) Menentukan Level Sigma

Ukuran sigma atau level sigma adalah variable paling penting dalam metode *six sigma* karena variable ini mengindikasikan variabilitas proses dan sampai pada level berapa sigma proses dikelola. Ukuran ini juga mengindikasikan apakah proses saat ini sudah efisien dan berkualitas atau belum. Setelah ditemukan DPMO dapat dihitung nilai level sigma berdasarkan table nilai level sigma. Nilai level sigma dapat dilihat pada Tabel 4.3.

- Level sigma DO
 $B_1 = 130.300 - 125.000 = 5.300$

$$B_2 = 130.300 - 105.600 = 24.700$$

$$\begin{aligned} X &= H_1 \frac{B_1}{B_2} (H_1 - H_2) \\ &= 2,625 \frac{5.300}{24.700} (2,625 - 2,75) \\ &= 2,652 \end{aligned}$$

- Level sigma BOD

$$B_1 = 130.300 - 125.000 = 5.300$$

$$B_2 = 130.300 - 105.600 = 24.700$$

$$\begin{aligned} X &= H_1 \frac{B_1}{B_2} (H_1 - H_2) \\ &= 2,625 \frac{5.300}{24.700} (2,625 - 2,75) \\ &= 2,652 \end{aligned}$$

- Level sigma COD

$$B_1 = 84.550 - 72.500 = 12.050$$

$$B_2 = 84.550 - 66.800 = 17.750$$

$$\begin{aligned} X &= H_1 \frac{B_1}{B_2} (H_1 - H_2) \\ &= 2,875 \frac{12.050}{17.750} (2,875 - 3) \\ &= 2,959 \end{aligned}$$

- Level sigma TSS

$$B_1 = 130.300 - 125.000 = 5.300$$

$$B_2 = 130.300 - 105.600 = 24.700$$

$$\begin{aligned} X &= H_1 \frac{B_1}{B_2} (H_1 - H_2) \\ &= 2,625 \frac{5.300}{24.700} (2,625 - 2,75) \\ &= 2,652 \end{aligned}$$

- Level sigma Fosfat

$$B_1 = 84.550 - 72.500 = 12.050$$

$$B_2 = 84.550 - 66.800 = 17.750$$

$$\begin{aligned} X &= H_1 \frac{B_1}{B_2} (H_1 - H_2) \\ &= 2,875 \frac{12.050}{17.750} (2,875 - 3) \\ &= 2,959 \end{aligned}$$

- Level sigma total *coliform*

$$B_1 = 84.550 - 72.500 = 12.050$$

$$B_2 = 84.550 - 66.800 = 17.750$$

$$X = H_1 \frac{B_1}{B_2} (H_1 - H_2)$$

$$= 2,875 - \frac{12.050}{17.750} (2,875 - 3)$$

$$= 2,959$$

Dari perhitungan level sigma setiap parameter didapatkan rata-rata level sigma pada sungai Kalimas (Segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan) adalah 2,754. Untuk mencapai kualitas sungai Kalimas (Segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan) kelas II, level sigma yang harus dicapai adalah 6, dimana untuk mencapai level 6 sigma presentase parameter yang tidak memenuhi baku mutu air kelas II adalah 0,00034% dari total parameter yang diukur.

Tabel 4.3 Nilai Level Sigma

<i>Yield</i>	<i>DPMO</i>	<i>Level Sigma</i>
6,66	933.200	0
8,45	915.450	0,125
10,56	894.400	0,25
13,03	869.700	0,375
15,87	841.300	0,5
19,08	809.200	0,625
22,66	773.400	0,75
26,59	734.050	0,875
30,85	691.500	1
35,43	645.650	1,125
40,13	598.700	1,25
45,03	549.750	1,375
50,00	500.000	1,5
54,98	450.250	1,625
59,87	401.300	1,75
64,56	354.350	1,875
69,15	308.500	2
73,41	265.950	2,125
77,34	226.600	2,25

<i>Yield</i>	<i>DPMO</i>	<i>Level Sigma</i>
93,32	66.800	3
94,79	52.100	3,125
95,99	40.100	3,25
96,96	30.400	3,375
97,73	22.700	3,5
98,32	16.800	3,625
98,78	12.200	3,75
99,12	8.800	3,875
99,28	6.200	4
99,57	4.350	4,125
99,70	3.000	4,25
99,80	2.050	4,375
99,87	1.300	4,5
99,91	900	4,625
99,94	600	4,75
99,96	400	4,875
99,98	230	5
99,982	180	5,125
99,987	130	5,250

<i>Yield</i>	<i>DPMO</i>	<i>Level Sigma</i>
6,66	933.200	0
8,45	915.450	0,125
10,56	894.400	0,25
13,03	869.700	0,375
15,87	841.300	0,5
19,08	809.200	0,625
22,66	773.400	0,75
26,59	734.050	0,875
30,85	691.500	1
35,43	645.650	1,125
40,13	598.700	1,25
45,03	549.750	1,375
50,00	500.000	1,5
54,98	450.250	1,625
59,87	401.300	1,75
64,56	354.350	1,875
69,15	308.500	2
80,92	190.800	2,375
84,13	158.700	2,5
86,97	130.300	2,625
89,44	105.600	2,75
91,55	84.550	2,875

<i>Yield</i>	<i>DPMO</i>	<i>Level Sigma</i>
93,32	66.800	3
94,79	52.100	3,125
95,99	40.100	3,25
96,96	30.400	3,375
97,73	22.700	3,5
98,32	16.800	3,625
98,78	12.200	3,75
99,12	8.800	3,875
99,28	6.200	4
99,57	4.350	4,125
99,70	3.000	4,25
99,80	2.050	4,375
99,87	1.300	4,5
99,91	900	4,625
99,94	600	4,75
99,96	400	4,875
99,98	230	5
99,992	80	5,375
99,997	30	5,5
999,767	23,35	5,625
99,99833	16,70	5,75
99,999	10,05	5,875
99,99969	2,40	6

Hasil perhitungan DPMO dan level sigma dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Perhitungan DPMO dan Level Sigma

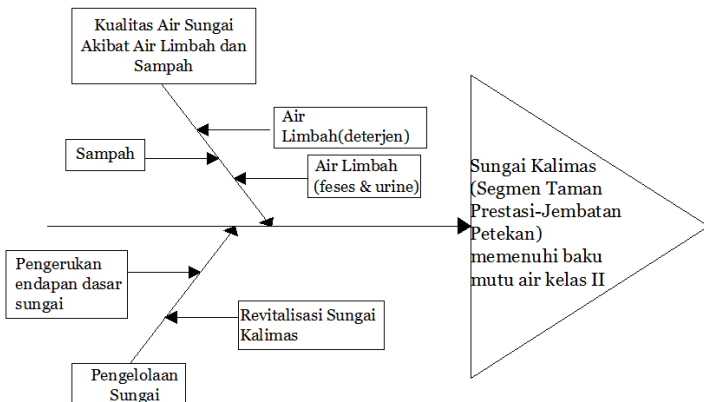
Tabel 4.4 Rekapitulasi Perhitungan DPMO dan Level Sigma

Sampel	Parameter	pH	DO	BOD	COD	TSS	Nitrat	Fosfat	Total Coliform
1		7,6	3,3	6,2	40	237	1,186	0,202	16 x 10 ⁵
2		7,4	3,0	3,42	24	188	1,220	0,217	9 x 10 ⁵
3		7,5	2,9	4,1	56	240	1,127	0,226	9 x 10 ⁵
4		7,6	3,4	3,5	24	210	0,814	0,289	16 x 10 ⁵
5		7,4	2,9	7	64	240	0,859	0,236	35 x 10 ⁴
6		7,4	2,7	3,4	24	242	0,852	0,244	16 x 10 ⁵
7		7,7	3,2	4,2	20,3	208	1,031	0,140	14 x 10 ⁵
8		7,5	3,1	6,8	27,6	180	1,089	0,148	3 x 10 ⁶
9		7,5	2,8	5,4	42,85	174	1,141	0,190	11 x 10 ⁵
10		7,5	2,6	4,7	20,3	204	0,773	0,259	9 x 10 ⁶
11		7,6	2,8	4,1	35,1	184	0,787	0,127	16 x 10 ⁶
12		7,6	2,7	4,3	42,85	172	0,945	0,217	33 x 10 ⁴
Total		-	12	12	7	12	-	7	12
DPU		-	1	1	0,58	1	-	0,58	1
DPO		-	0,125	0,125	0,0725	0,125	-	0,0725	0,125
DPMO		-	125.000	125.000	72.500	125.000	-	72.500	125.000

Parameter Sampel	pH	DO	BOD	COD	TSS	Nitrat	Fosfat	Total Coliform
Tingkat Kemampuan Sigma	-	2,652	2,652	2,959	2,652	-	2,959	2,652
Rata-rata tingkat kemampuan sigma 2,754								

4.2.3 Analyse

Pada tahap *analyse* akan dilakukan analisis pada data yang telah dikumpulkan dan mencari hubungan antar data tersebut untuk menemukan *root cause* dari *defect*. Salah satu carayang bisa digunakan untuk menemukan *root cause* adalah dengan menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA). *Root Cause Analysis* (RCA) adalah proses pemecahan masalah untuk melakukan investigasi ke dalam suatu masalah kekhawatiran atau ketidaksesuaian masalah yang ditemukan. Metode RCA yang digunakan pada penelitian ini adalah *Fishbone Analysis*. *Fishbone analysis* digunakan untuk mempermudah dalam mengidentifikasi penyebab kualitas air Sungai Kalimas yang tidak memnuhi baku mutu air sungai kelas II. Dengan *fishbone analysis* akan ditemukan akar penyebab permasalahan pada Sungai Kalimas. Diagram *fishbone* dapat dilihat pada Gambar 4.14



Gambar 4.14 Diagram *Fishbone*

Dari gambar 4.14 yang diperoleh dari pengamatan dan permasalahan di lapangan sepanjang sungai Kalimas (Segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan) maka dapat dijelaskan sebagai berikut :

a) Pengelolaan Sungai

- Revitalisasi Sungai Kalimas

Dalam dokumen Rencana Penataan dan Revitalisasi Sungai Kalimas disebutkan bahwa salah satu strategi dalam revitalisasi Sungai Kalimas adalah dengan menciptakan ruang terbuka hijau baru disepanjang kawasan Sungai Kalimas. Hal ini diperkuat dalam dokumen RTRW Kota Surabaya Tahun 2013 bahwa pemerintah mengarahkan pada kawasan serta kali yang sudah ditertibkan tidak lagi ditempati bangunan-bangunan liar, maka ada baiknya jika kawasan tersebut diubah dan dibangun berbagai fasilitas public, seperti taman kota, tempat bermain untuk anak-anak, lapangan olah raga, dan sejenisnya yang dapat dimanfaatkan oleh warga. Pada saat ini memang telah dibangun fasilitas-fasilitas publik di sepanjang kawasan Sungai, namun masih ada beberapa titik dimana terdapat kegiatan-kegiatan masyarakat yang berlangsung di sepanjang sungai yang mana dapat mempengaruhi kondisi sungai.

- Pengerukan endapan dasar sungai

Program pengerukan telah dilakukan oleh pemerintah. Pengerukan sungai yang termasuk dalam program kali bersih telah dilakukan, namun baru sebulan dilakukan pengerukan, Sungai Kalimas harus dikeruk kembali karena proses pengendapan sungai merupakan suatu peristiwa yang terjadi karena pengendapan partikel padatan yang terbawa oleh arus sungai. Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya pendangkalan pada sungai adalah pembuangan sampah rumah tangga dan sampah ranting pohon. Banyaknya warga yang berkegiatan di sekitar sungai Kalimas (Segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan) juga membuat sampah yang masuk ke sungai menjadi lebih banyak, karena warga terbiasa dan lebih memilih membuang sampah ke sungai. Kandungan limbah yang berasal dari buangan limbah industri dan rumah tangga ini lambat laun mengakibatkan pendangkalan dan penyempitan sungai (Susmarkanto, 2002)

b) Kualitas Air Sungai Akibat Air Limbah dan Sampah

Pencemaran air dapat diartikan sebagai masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat atau energy, dan komponen lain ke dalam air atau berubahnya tatanan (komposisi) air oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas air turun sampai tingkat tertentu yang menyebabkan air menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. 02/MENKLH/1988). Adapun penyebab terjadinya pencemaran air di Sungai Kalimas adalah :

- Air limbah (deterjen)

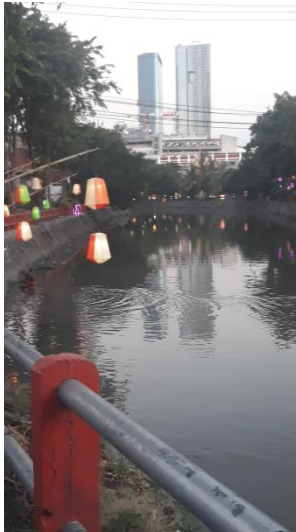
Ada beberapa sumber *point source* dan *non point source* yang masuk ke sungai. Sumber *non point source* yang berasal dari limbah pemukiman, perkantoran, hotel, dan lain sebagainya mengandung banyak deterjen karena selain air limbah deterjen dari rumah tangga, limbah usaha *laundry* juga masuk kedalam sumber pencemar *non point source* yang masuk ke sungai. Deterjen merupakan bahan yang digunakan sebagai media pembersih karena dapat mengangkat kotoran dan mensuspensikan kotoran yang telah terlepas. Penggunaan deterjen yang tidak diiringi oleh proses pendegradasian yang baik akan menimbulkan pendangkalan perairan atau munculnya *eutrofikasi* (pengkayaan hara), sehingga transfer oksigen terhambat dan mengakibatkan terganggunya proses penguraian limbah di perairan. Dampak pencemaran tersebut menyebabkan kualitas air di perairan menjadi menurun seperti munculnya bau yang tidak sedap di sekitar perairan. Kandungan deterjen juga mengakibatkan peningkatan fosfat yang terkandung dalam badan air. Masuknya air limbah ke Sungai Kalimas dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Masuknya Air Limbah

- Air limbah (feses dan urin)
Sumber pencemar *non point source* yang masuk ke sungai Kalimas (segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan) berupa limbah domestik. Selain dari *non point source*, limbah feses dan urin yang masuk ke sungai juga disebabkan oleh adanya beberapa masyarakat yang langsung membuang kotorannya ke dalam sungai. Sungai banyak dijadikan sebagai tempat pembuangan kotoran dan sampah terutama pada kota-kota besar (Indarsih et al., 2011; Shoolikhah et al., 2014 dalam Arisanty et al., 2017). Kotoran manusia dapat menghasilkan bakteri patogen berupa *Escherichia coli*, *Shigella sp.*, *Vibrio cholera*, *Campylobacter jejuni* dan *fecal coliform*. Bakteri ini dapat menyebabkan terjadinya diare pada manusia. *Escherichia coli* apabila dikonsumsi dalam jangka panjang akan berdampak pada timbulnya penyakit seperti radang usus, diare, infeksi pada saluran kemih dan saluran empedu (Prayitno, 2009 dalam Arisanty et al., 2017). Menurut Khotimah (2013) pengaruh limbah feses atau sisa makan lainnya masih

mendominasi sebagai factor penyebab pencemaran lingkungan air. Lokasi pemukiman padat penduduk dengan kerapatan penduduk yang tinggi, jarak antara pembuangan limbah dan *septic tank* sumber air cenderung cenderung berdekatan serta kebiasaan penduduk ditepian sungai membuang limbah secara langsung ke sungai menyebabkan pencemaran bakteri *coliform*. Feses termasuk dalam limbah organik, dimana limbah organik menyebabkan nilai BOD dan COD pada air sungai menjadi tinggi. BOD merupakan gambaran bahan organik mudah urai yang ada di perairan sedangkan COD merupakan jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air. Gambar yang menunjukkan bahwa masyarakat masih membuang feses dan urine langsung ke sungai dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Penduduk yang membuang feses dan urine langsung ke sungai

- Sampah
Selama ini sudah ada petugas yang bertugas untuk mengambil sampah-sampah di Sungai Kalimas dengan

menggunakan perahu karet. Namun masih terdapat cukup banyak sampah di sungai Kalimas (segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan). Kebanyakan sampah yang ada di sungai adalah sampah plastik dan juga daun kering. Selain itu juga ditemukan sampah sisa makanan seperti semangka, sampah *Styrofoam*, sampah popok bayi dan lain sebagainya. Menurut Khotimah (2013) sampah yang langsung dibuang ke sungai menyebabkan tingginya angka *coliform* pada sungai. Sampah organik yang masuk ke sungai juga menyebabkan nilai BOD dan COD pada sungai menjadi tinggi. Sedangkan sampah anorganik yang mengapung di sungai contohnya plastik dapat menghalangi cahaya matahari yang masuk ke sungai sehingga mengganggu proses fotosintesis yang ada di sungai. Gambar yang menunjukkan bahwa masih ada sampah di Sungai Kalimas dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Sampah di Sungai Kalimas

4.2.4 Improve

Pada langkah ini diterapkan suatu rencana tindakan untuk melaksanakan peningkatan kualitas *six sigma*. Setelah mengetahui akar masalah dari tahap *analyse* maka disusun rekomendasi usulan tindakan perbaikan secara umum dalam upaya menekan tingkat kecacatan. Tahapan *improve* memperbaiki target proses dengan merancang solusi kreatif untuk mengatasi dan mencegah masalah. Solusi-solusi yang di ajukan dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Tahap Improve

Permasalahan	Solusi	Keterangan
Pengelolaan Sungai	Penertiban bangunan liar di sekitar sungai	Pemerintah telah melakukan penertiban bangunan liar di bantaran Sungai Kalimas, namun masih ada beberapa masyarakat yang melakukan kegiatan di sekitar Sungai Kalimas. Segala bentuk bangunan dan kegiatan yang bukan hasil dari revitalisasi harus dipindahkan. Karena kegiatan masyarakat yang tidak tertata di sekitar sungai bisa mempengaruhi kualitas air sungai karena kecenderungan masyarakat yang langsung membuang limbah dan sampah kedalam sungai.
	Penjadwalan Pengerukan	Program pengerukan telah dilakukan oleh pemerintah. Dikarenakan proses pengerukan yang cukup cepat maka harus dilakukan pengerukan yang terjadwal supaya program pengerukan berlangsung dengan efektif. Sebelum ditetapkan jadwal pengerukan harus diidentifikasi terlebih dahulu

Permasalahan	Solusi	Keterangan
		<p>karakteristik di sungai yang meliputi debit, pasang surut air sungai dan analisa sedimen. Kemudian dilakukan analisis simulasi pengerukan, dimana alat pengerukan juga mempengaruhi. Setelah dilakukan simulasi baru bisa ditetapkan efektifitas pengerukan dan juga jadwal pengerukan.</p>
	<p>Melibatkan masyarakat dalam pengelolaan lingkungan sungai</p>	<p>Pemerintah telah melakukan kegiatan pemicuan STOP BABS dan monitoring serta evaluasi pasca pemicuan melalui tim fasilitator STBM (Sanitasi Total Berbasis Masyarakat) yang telah terbentuk di puskesmas.. Selain dalam bentuk sosialisasipemerintah juga bisa mengadakan kegiatan-kegiatan yang terjun langsung ke sungai supaya masyarakat tertarik untuk mengikuti. Pemerintah juga bisa mengadakan kerjasama dengan sekolah-sekolah untuk mengedukasi siswa-siswi tentang pentingnya merawat sungai.</p>
<p>Pencemaran Sungai</p>	<p>Pemahaman kepada masarakat tentang pentingnya tidak membuang sampah ke sungai dan tidak membuang limbah rumah tangga langsung ke sungai</p>	<p>Selain dalam bentuk sosialisasipemerintah juga bisa mengadakan kegiatan-kegiatan yang terjun langsung ke sungai supaya masyarakat tertarik untuk mengikuti. Pemerintah juga bisa mengadakan kerjasama dengan sekolah-sekolah untuk mengedukasi siswa-siswi tentang pentingnya merawat sungai.</p>
	<p>Penegakan hukum ke industri atau pelaku lain yang terbukti mencemari sungai dengan cara kerjasama yang aktif dalam pemantauan dan pengawasan pada pihak industri dengan melibatkan</p>	<p>Hukum-hukum yang telah ada harus benar-benar di tegakkan. Selain pemerintah, masyarakat juga harus berperan aktif apabila mengetahui ada pelaku yang mencemari sungai. Hukum-hukum tentang industri yang membuang limbah pada sungai tercantum pada :</p> <p>a. Peraturan daerah Kota</p>

Permasalahan	Solusi	Keterangan
	masyarakat.	<p>Surabaya no 12 thn 2014 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya Tahun 2014-2034</p> <p>Pasal 34 poin B yang berbunyi“mewajibkan pelaku usaha untuk menyediakan fasilitas pengelolaan air limbah pada industri besar dan menengah maupun industri kecil”</p> <p>b. Peraturan Daerah Kota Surabaya No 02 Tahun 2004 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran AirPasal 16 poin 1 yang berbunyi“Setiap penanggung jawab usaha dan atau kegiatan yang membuang air limbah ke air atau sumber-sumber air wajib mencegah dan menanggulangi terjadinya pencemaran air”</p>
	Memetakan sumber-sumber pencemar yang masuk ke sungai	<p>Pemetaan sumber-sumber pencemar dapat bermanfaat kedepannya untuk pemantauan secara berkala terhadap sumber pencemaran sungai Kalimas.Peraturan Daerah Kota Surabaya No 02 Tahun 2004 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Pasal 15 poin 1 : Dalam mewujudkan kelestarian fungsi sumber-sumber air, Kepala Daerah menetapkan inventarisasi dan identifikasi sumber-sumber air serta sumber pencemaran.</p>

Permasalahan	Solusi	Keterangan
	<p>Penegakan AMDAL, RKL, RPL pada bangunan sepanjang Sungai Kalimas</p>	<p>Segala pembangunan yang memerlukan AMDAL, RKL, RPL harus membuat AMDAL, RKL, RPL dan memenuhi semua yang tercantum di dalamnya, supaya kualitas sungai Kalimas tetap terjaga walaupun ada beban pencemar yang masuk ke sungai. Seperti yang tertera pada Peraturan Daerah Kota Surabaya No 02 Tahun 2004 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Pasal 20 poin 1 (i) yang berbunyi "mematuhi persyaratan lain yang ditentukan oleh hasil penilaian AMDAL atau UKL dan UPL yang erat kaitannya dengan pengendalian pencemaran air bagi usaha/kegiatan yang wajib melaksanakan AMDAL atau UKL dan UPL"</p>
	<p>Pemberlakuan <i>online monitoring</i> kualitas air sungai yang telah dikembangkan oleh BPPT</p>	<p><i>Online monitoring</i> (ONLIMO) adalah system pemantauan kualitas air secara online dan realtime menggunakan unit sensor yang terintegrasi dengan unit data logger, unit transmisi data dan system software. ONLIMO telah diterapkan di beberapa sungai di Indonesia. Untuk mempermudah dalam pemantauan kualitas, <i>online monitoring</i> juga bisa diterapkan di sungai Kalimas</p>

4.2.5 Control

Tahap terakhir dari metode *six sigma* adalah tahap *control*. Pada tahap ini ditentukan kontrol yang akan dilakukan ketika solusi yang telah diberikan pada tahapan *improve* dilaksanakan. Fungsi pada tahap control ini adalah supaya solusi yang diterapkan bisa berjalan dengan baik dan pengecekan apakah solusi yang diterapkan memberikan hasil yang efektif. Tahap *control* dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Tahap Control

No	Solusi	Kontrol
1	Penertiban bangunan liar di sekitar sungai	Dilakukan pengecekan langsung ke lapangan supaya warga tidak kembali lagi untuk melakukan aktivitas di sekitar sungai, dan juga penertiban apabila ada masyarakat yang melanggar.
2	Penjadwalan Pengerukan	Sebelum ditetapkan jadwal pengerukan harus diidentifikasi terlebih dahulu karakteristik di sungai yang meliputi debit, pasang surut air sungai dan analisa sedimen. Kemudian dilakukan analisis simulasi pengerukan, dimana alat pengerukan juga mempengaruhi. Setelah dilakukan simulasi baru bisa ditetapkan efektifitas pengerukan dan juga jadwal pengerukan.
3	Melibatkan masyarakat dalam pengelolaan lingkungan sungai	Perlu didokumentasikan dan juga disebarluaskan kepada masyarakat tentang kegiatan apa saja yang telah dilakukan dan juga dampak positifnya yang telah terjadi pada sungai Kalimas (segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan)
4	Pemahaman kepada masarakat tentang pentingnya tidak membuang sampah ke sungai dan tidak membuang limbah rumah tangga langsung ke sungai	

No	Solusi	Kontrol
5	<p>Penegakan hukum ke industri atau pelaku lain yang terbukti mencemari sungai dengan cara kerjasama yang aktif dalam pemantauan dan pengawasan pada pihak industri dengan melibatkan masyarakat.</p>	<p>Melakukan pengecekan secara berkala pada industri-industri yang membuang limbahnya ke sungai Kalimas (segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan)sesuai dengan Peraturan Daerah Kota Surabaya No 02 Tahun 2004 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Pasal 23 poin 3:</p> <p>a. pemantauan dan evaluasi ketaatan persyaratan perizinan pembuangan air limbah</p> <p>b. evaluasi laporan pengelolaan air limbah yang dilakukan oleh penanggung jawab usaha/kegiatan</p>
6	<p>Memetakan sumber-sumber pencemar yang masuk ke sungai</p>	<p>Melakukan pengecekan secara berkala pada sungai Kalimas (segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan) terkait apakah ada sumber pencemar baru yang masuk ke sungai</p>
7	<p>Pemberlakuan <i>online monitoring</i> kualitas air sungai yang telah dikembangkan oleh BPPT</p>	<p>Melakukan pengecekan dan perawatan pada alat yang digunakan.</p>
8	<p>Penegakan AMDAL, RKL, RPL pada bangunan sepanjang Sungai Kalimas</p>	<p>Melakukan pengecekan pada setiap pembangunan yang ada disekitar sungai, terutama pembangunan yang harus dilengkapi dengan AMDAL, RKL, RPL dan juga pada industri yang berpotensi menyebabkan pencemaran sungai. Seperti yang tercantum pada Peraturan Daerah Kota Surabaya No 02 Tahun 2004 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Pasal 24 poin 2 (c) :</p>

No	Solusi	Kontrol
		membuat salinan dari dokumen dan atau catatan yang diperlukan antara lain dokumen perizinan, dokumen AMDAL, UKL, UPL, data hasil swapantau, dokumen surat keputusan organisasi perusahaan.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian dan analisis yang telah dilakukan adalah :

1. Berdasarkan hasil *Root Cause Analysis* (RCA) penyebab penurunan dari kualitas sungai Kalimas (Segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan) adalah kualitas dari air limbah dan sampah yang masuk ke sungai dan juga dari pengelolaan air sungai.
2. Dengan Metode *Six Sigma* didapatkan bahwa kualitas sungai Kalimas (Segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan) tidak memenuhi baku mutu air sungai kelas II. Nilai level sigma untuk sungai Kalimas (Segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan) adalah 2,754, sedangkan untuk memenuhi baku mutu air sungai kelas II nilai level sigma yang harus dicapai adalah 6.
3. Untuk meningkatkan nilai sigma solusi yang bisa diberikan adalah penertiban bangunan liar di sekitar sungai, pengerukan yang terjadwal, pelibatan masyarakat, pemahaman kepada masyarakat tentang pentingnya sungai, penegakan hukum, pemetaan sumber pencemar, pemberlakuan online monitoring dan juga penegakan AMDAL, RKL dan RPL.

6.2 Saran

Saran yang diberikan oleh penulis :

1. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan *six sigma* setelah solusi yang diberikan telah diterapkan.
2. Perhitungan kedalaman, kecepatan dan debit pada setiap titik sangat diperlukan karena juga berpengaruh pada kualitas sungai.
3. Penelitian lanjutan dengan penambahan segmen sangat diperlukan.
4. Penelitian lanjutan dengan perbedaan musim dan hari juga perlu dilakukan, agar hasil penelitian dapat dibandingkan dengan hasil penelitian pada musim penghujan dan pada hari libur.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto, R., 2018. "Pemantauan Jumlah Bakteri *Coliform* di Perairan Sungai Provinsi Lampung". *Majalah Teknologi Argo Industri (Tegi)* Vol 10 No. 1.
- Ahmed, A.A. Masrur., dan Shah, S.M.A., 2017. "Application of Adaptive Neuron-Fuzzy Inference System (ANFIS) to Estimate the Biochemical Oxygen Demand (BOD) of Surma River". *Journal of King Saud University-Engineering Sciences* 29, 237-238
- Andhikapitra, G., 2018. "Strategi Pengendalian Pencemaran Kali Surabaya (Segmen Tambangan Cangkir-Karangpilang)".
- Arisanty, D., Adyatma, S., dan Huda, N., 2017. "Analisis Kandungan Bakteri *Fecal Coliform* pada Sungai Kuin Kota Banjarmasin". *Majalah Geografi Indonesia* Vol. 31 No. 2
- Auriscchio, M., Bracewell, R., dan Hooey, B.L., 2016. "Rational Mapping and Functional Modelling Enhanced Root Cause Analysis". Elsevier. *Safety Science* 85 Page 242
- Barkah, A., dan Setiyawan, G., 2005. "Menejemen Kualitas Air di Sungai Sigeleng Desa Randusanga kulon Brebes". Volume 13 No. 2 edisi XXXII
- Costa, T., Silva, F.J.G., dan Ferreira, L.P., 2017. "Improve the Extrusion Process in Tire production using Six Sigma Methodology". *Procedia Manufacturing* 13. 1106-1109
- Damanik, D. A., Karnaningroem, N., dan Supryadi, D. B., 2013. "Model Prediksi Kualitas Air di Sungai Kalimas Surabaya (Segmen Ngagel-taman Prestasi) dengan Pemodelan QUAL2Kw".
- Dawud, M., Namara, I., Chayati, N., dan Muhammad LT, F., 2016. "Analisis Sistem Pengendalian Pencemaran Air Sungai Cisadane Kota Tangerang Berbasis Masyarakat". *SEMNASTEK*, 2.
- Dewa, C., Susanawati, L.D., dan Widiatmono, B.R., 2016. "Daya Tampung Sungai gede Akibat Pencemaran Limbah Cair Industri Tepung Singkong di Kecamatan Ngadiluwih Kabupaten Kediri". *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*.
- Didiharyono., Marsal., dan Bakhtiar., 2018."Analisis Pengendalian Kualitas Produksi dengan Metode Six Sigma pada Industri

- Air Minum PT Asera Tirta Posidonia, Kota Palopo". Jurnal Sainsmat. Universitas Andi Djema Palopo
- Erturk, Muzaffer., dan Tuerdi, M., 2016. "The Effects of Six Sigma Approach on Business Performance : A Study of White Goods (home appliances) Sector in Turkey. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 229. 447
- Hartoyo, F., Yudhistira, Y., Chandra, A., dan Chie, H.H., 2013. "Penerapan Metode DMAIC dalam Peningkatan *Acceptance Rate* untuk Ukuran Panjang Produk *Bushing*". *ComTech* Vol. 4 No.1., Teknik Industri, Universitas Binus
- Hasani, U.O., 2016. "Analisis Kualitas Air Sungai Konaweha Provinsi Sulawesi Tenggara". *Ecogreen* Vol. 2 No. 2.
- Hasrianti., dan Nurasia. 2016. "Analisis Warna, Suhu, pH dan Salinitas Air Sumur Bor di Kota Palopo". *Prosiding Seminar Nasional*. 02: 747
- Khadijah, A., Muantulloh., Krisnaningsih, E., dan Kristiningrum, E., 2017. "Analisis Mutu Air dengan Pendekatan *Six Sigma* untuk Peningkatan Mutu Plat Baja". *Jurnal Standarisasi* Vol. 19 No. 2
- Khotimah, S., 2013. "Kepadatan bakteri *Coliform* di Sungai Kapuas Kota Pontianak". *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*
- Naryanto, H.S., Prihartanto., dan ganesha, D., 2019. "Kajian Kualitas Air Tanah dan Sungai pada Kawasan Rawan Banjir di kabupaten Serang Kaitannya dengan Penyediaan Air Bersih".
- Ndani, L.P.L.M., 2016. "Penentuan Kadar Senyawa Fosfat di Sungai Way Kuripan dan Way Kuala dengan Spektrofotometri UV-Vis". Universitas Lampung
- Novilyansa, E., 2017. "Analisis Kualitas Air di Wilayah Sungai Seputih-Sekampung Berbasis Sistem Informasi Geografis". Universitas Lampung
- Nurhayati,N.D., 2009. "Analisis BOD dan COD di Sungai Sroyo Sebagai Dampak Industri di Kecamatan Jatén. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia*. 376
- Nurmalita., Maulidia., dan Syukri, M., 2013. "Analisa Kekeuhan dan Kandungan Sedimen dan Kaitannya dengan Kondisi DAS Sungai Krueng Aceh". *Seminar Nasional Pengelolaan*

- daerah Aliran Sungai Berbasis Masyarakat Menuju Hutan Aceh.
- Maghfiroh, L., 2016. "Penentuan Daya Tampung Beban Pencemar Sungai Kalimas Surabaya (Segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan) dengan Permodelan Qual 2KW".
- Mahyudin., Soemarno., dan Prayoga, T.P., 2015. "Analisis Kualitas Air dan strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Metro di Kota Kepanjen Kabupaten Malang".
- Marganof. 2007. "Model Pengendalian pencemaran Perairan di Danau Maninjau Sumatra Barat". Bogor : Laporan Hasil Penelitian Sekolah Pasca Sarjana, IPB Bogor.
- Muhaemin, A., 2012."Analisis Pengendalian Kualitas Produk dengan Metode *Six Sigma* pada Harian Tribun Timu". Universitas Hasanuddin.
- Pakpahan, R.S., Picauly, I., dan Mahayasa, I.N.W., 2015. "Cemaran Mikroba *Eschericia Coli* dan Bakteri Koliform pada Air Minum Isi Ulang". Jurnal Kesehatan Masyarakat. Vol 9 No 4
- Patricia,C., Astono, W., dan Hendrawan, D.I., 2018. "Kandungan Nitrat dan Fosfat di Sungai Ciliwung". Seminar Nasional Cendekiawan ke 4
- Patty, S.I., 2015. "karakteristik Fosfat, Nitrat dan Oksigen Terlarut di Perairan Selat Lembeh, Sulawesi Utara". Jurnal Pesisir dan Laut Tropis. Vol 2 No 1
- Pemerintah Kota Surabaya. 2014. "Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 12 Tahun 2014 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya 2014-2034.
- Pemerintah Kota Surabaya. 2018. "Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Tahun 2017".
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Perbiansya, T., 2017. "Penerapan Root Cause Analysis (RCA) dalam Menyelesaikan Permasalahan Pengelolaan Barang Milik Daerah". Universitas Lampung
- Permadi, L.N., 2016. "Studi Kualitas Air di Sungai Donan Sekitar Area Pembuangan Limbah Industri Pertamina RU IV Cilacap".

- Pohan, D.A.S., Budiyo dan Syafrudin., 2016."Analisis Kualitas Air Sungai Guna Menentukan Peruntukan Ditinjau dari Aspek Lingkungan". *Jurnal Ilmu Lingkungan Volume 14 Issue 2*.
- Ramadhani, E., 2016., "Analisis Pencemaran Kualitas Air Sungai Bengawan Solo Akibat Limbah Industri di Kecamatan Kebakkramat Kabupaten Karanganyar". Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Rimantho, D., dan Mariani, D.M., 2017. "Penerapan Metode Six Sigma pada Pengendalian Kualitas Air Baku pada Produksi Makanan". *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. 16(1):1-11
- Salmin., 2005. "Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) sebagai salah satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*. XXX(3):22
- Sara, P.S., Astono, W., dan Hendraan, D.I., 2018. "Kajian Kualitas Air di Sungai Ciliung dengan Parameter BOD dan COD. Seminar Nasional Cendekiaan ke 4
- Siswanto, A.D., 2018. "Analisa Sebaran Total Suspended Solid (TSS) di Perairan Pantai Kabupaten Bangkalan Pasca Jembatan Suramadu". *Jurnal Kelautan*. 3(2):91
- Suhmana, D., 2012. "Dinamika Kualitas Air Sungai pada Berbagai Penggunaan Lahan di sub DAS Cisane". Institut Pertanian Bogor
- Susmarkanto., 2002."Pencemaran Lingkungan Perairan Sungai Salah Satu Faktor Penyebab Banjir Kota Jakarta". *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Vol. 3 No. 1
- Sutamihardja, R.T.M., Azizah, M., dan Hardini, Y., 2018. "Studi Dinamika Senyawa Fosfat dalam Kualitas Air Sungai Ciliung Hulu Kota Bogor". *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa* Vol. 8 No. 1
- Sutarti, 2009. "Penggunaan Metode Analisis Runtun Waktu dengan Bantuan Minitab 11 for Window untuk Forecasting Produksi Textil pada PT. Prima Texco Indonesia Kabupaten Batang Tahun 2009. UNNES
- Triane, D., dan Suharyanto., 2015. "Pemodelan Kualitas Air Menggunakan Model Qual2K (Studi Kasus : DAS Ciliung)". *Jurnal Teknik Lingkungan* Vol. 21 No. 2

- Wahyuningsih, dan Nisak, K., 2017. "Strategi Pengelolaan Kualitas Air Sungai Kalimas Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur".
- Wahyuningsih, I., 2018. "Pengurangan Resiko Kegagalan Kualitas Produksi Air Minum Isis Ulang Kecamatan Gubeng Kota Surabaya Menggunakan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)".
- Wibowo, M., 2017. "Kajian Kualitas Air dan Sedimen Dasar Sungai Kutai Lama-Kab. Kutai Kartanegara Sebagai Pertimbangan Awal Rencana Pengerukan". Jurnal Presipitasi Vol. 14 No. 1.
- Windarti, T., 2014. "Pengendalian Kualitas untuk Meminimalisasi Produk Cacat pada Proses Produksi Besi Beton". J@TI UNDIP. Vol IX No 3
- Wisnubroto, P., dan Anggoro, T., 2012. "Analisis Kualitas Pelayanan Jasa dengan Metode Six Sigma pada Hotel Malioboro Inn Yogyakarta". Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III
- Yudo, S., dan Said, N.I., 2019."Kondisi Kualitas Air Sungai Surabaya". Jurnal Teknologi Lingkungan Vol. 20 No. 1
- Zulius, Antoni., 2017. "Rancang Bangun Monitoring pH Air Menggunakan Soil Moisture Sensor di SMK N 1 Tebing Tinggi Kabupaten Empat Lawang". JUSIKOM. 2(1):38

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN A

Kondisi Sungai



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

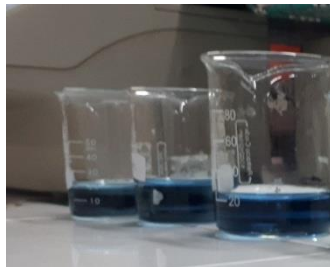
LAMPIRAN B

Foto-foto sampling



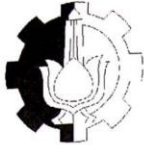


Foto-foto analisis laboratorium



LAMPIRAN C

Hasil analisis total *coliform*



LABORATORIUM MANAJEMEN KUALITAS LINGKUNGAN
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387

DATA PEMERIKSAAN AIR

Pengirim : Sdri. Ino Tri Wulansari
Dikirim Tanggal : 05 Maret 2019
Lokasi/Sampel : Air Sungai

Kode Sampel	Total Koliform (MPN/100 mL)
A	14×10^5
B	3×10^6
Titik-1	11×10^5
Titik-2	9×10^6
Titik-3	16×10^6
Titik-4	33×10^4
Metoda Analisis	Fermentasi Multi Tabung

Surabaya, 09 April 2019
Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan
Departemen Teknik Lingkungan FTSLK ITS
Kepala,

Catatan :
Laporan ini dibuat untuk cuplikan air
yang diterima laboratorium kami

Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.
NIP. 195501281985032001



Scanned with
CamScanner



LABORATORIUM MANAJEMEN KUALITAS LINGKUNGAN
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387

DATA PEMERIKSAAN AIR

Pengirim : Sdri. Ino Tri Wulansari
Dikirm Tanggal : 04 Maret 2019
Lokasi/Sampel : Air Sungai

Kode Sampel	Total Koliform (MPN/100 mL)
A-1	16×10^5
B-1	9×10^5
Titik-1	9×10^5
Titik-2	16×10^5
Titik-3	35×10^4
Titik-4	16×10^5
Metoda Analisis	Fermentasi Multi Tabung

Surabaya, 09 April 2019
Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan
Departemen Teknik Lingkungan FTSLK ITS
Kepala,

Catatan :
Laporan ini dibuat untuk cuplikan air
yang diterima laboratorium kami

Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.
NIP. 195501281985032001

BIOGRAFI PENULIS



Penulis berasal dari Blitar yang lahir pada 25 Februari 1997. Penulis mengenyam pendidikan dasar pada tahun 2004-2009 di SDN 3 Kanigoro. Kemudian dilanjutkan di SMP N 1 Kanigoro pada tahun 2009-2012. Pendidikan tingkat atas dilalui di SMA N 1 Garum pada tahun 2012-2015. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan di S1 Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya pada tahun 2015.

Penulis pernah melakukan KerjaPraktik di PT. Geo Dipa Energi (Persero) Unit Dieng selama satu bulan dan melakukan studi terkait “Perencanaan Bangunan Pengolah Air Limbah Setempat Power Plant PT Geo Dipa Energi (Persero) Unit Dieng”. Penulis juga merupakan aktifis sebuah organisasi intrakampus diantaranya Sekretaris 2 Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan Periode 2016/2017 dan Sekretaris 1 Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan Periode 2017/2018, Selain itu penulis juga aktif sebagai kepanitiaan di lingkungan departemen. Berbagai pelatihan dan seminar telah banyak diikuti oleh penulis dalam rangka mengembangkan diri. Penulis dapat dihubungi via email innotri.it@gmail.com



PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN-ITS
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948886, Fax: 031-5928387

KTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR
Periode: Genap 2018/2019

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR KTA-02
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing
Seminar Kemajuan Tugas Akhir

Hari, tanggal : Senin, 6 Mei 2019
Pukul : 09.00-10.00
Lokasi : TL 102
Judul : Penerapan Metode RCA dan Six Sigma untuk Simulasi Pengendalian Kualitas Sungai Kalimas Surabaya (Segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan)
Nama : Ino Tn Wulansari
NRP. : 0321154000040
Topik : Penelitian

Nilai TOEFL : 450

Tanda Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Seminar Kemajuan Tugas Akhir
1.	Buatlah gb 3 segmen & sungai
2.	coba cari literatur yg terkait mg fisik, kimia & biologis ✓
3.	Pengendalian kualitasnya ?, tanpa cacat!
4.	Lihat dlm bab I utk menarik kesimpulan & lihat dibuku
5.	Judul simbah studi RCA & SSIGMA → sekarang tercapainya Kualitas kalimas sbg menjadi kelas II

me Nleke
29/05/19

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir KTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Pengarah dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:

1. Dapat melanjutkan ke Tahap Ujian Tugas Akhir
2. Tidak dapat melanjutkan ke Tahap Ujian Tugas Akhir

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Nleke Karmaningroam, M.Sc.



KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Ino Tri Wulansari
 NRP : 032115410000010
 Judul : Studi Penerapan Metode RCA dan Six Sigma pada Kualitas Sungai Kalimas Surabaya (sagmen Taman Prestasi - Jemberikan Petekan)

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1	1 / 19 / 03	- Parameter Parameter yang akan diuji	<i>Mika</i>
2	12 / 19 / 03	- Hasil analisis COD, pH, DO, nitrat, fosfat, TSS	<i>Mika</i>
3	26 / 19 / 03	- Hasil analisis semua parameter	<i>Mika</i>
4	5 / 19 / 04	- Jelaskan alasan pemilihan titik sampling - Gambar google earth yang jelas	<i>Mika</i>
5	12 / 19 / 04	- Penjelasan CTQ pada definisi → dijelaskan - Definisi → hasil analisis dijelaskan	<i>Mika</i>
6	16 / 19 / 04	- Penjelasan pada definisi - Perhitungan DPMO	<i>Mika</i>
7	27 / 19 / 04	- Hasil perhitungan DPMO dan level sigma - Diagram fishbone diperbaiki → tujuan utama	<i>Mika</i>
8	29 / 19 / 04	- Jelaskan masing-masing simp pada fish bone	<i>Mika</i>

Surabaya,
 Dosen Pembimbing



KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Iho Tri Nugraeni
NRP : 08211540000040
Judul : Studi Penerapan Metode RCA dan Six Sigma pada Kualitas Sungai Kalimas Surabaya (Segmen Taman Prestasi - Jembatan Petekani)

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
9	17/19 /6	- Fehone disesuaikan kenyataan di lapangan	<i>Mika</i>
10	18/19 /6	- Improve sesuaikan dengan kondisi lapangan dan dicocokkan dengan jurnal	<i>Mika</i>
11	20/19 /6	- Solusi di improve dijelaskan	<i>Mika</i>
12	24/19 /6	- Kontrol lihat di jurnal, dicocokkan, apakah mendukung	<i>Mika</i>
13	25/19 /6	- Kontrol diberarkan lagi	<i>Mika</i>
14	27/19 /6	- Saran → tidak seperti itu → buat selanjutnya	<i>Mika</i>

Surabaya,
Dosen Pembimbing



UTA-S1-TL-02 TUGAS AKHIR
Periode: Genap 2018-2019

Kode/SKS : RE104804 (0/6/0)
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-02
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal Jumat, 5 Juli 2019

Nilai TOEFL 457

Pukul 09 00-11 00

Lokasi TL 101

Judul Studi Penerapan Metode RCA dan Six Sigma pada Kualitas Sungai Kalimas Surabaya (Segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan)

Nama : Ino Tri Wulansari
NRP. : 0321154000040
Topik : Penelitian

Tanda Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Ujian Tugas Akhir
1.	Perkembangan unsur yang sebelumnya di Indonesia
2.	Atasan = perlu diperjelas
3.	Metode = diperjelas & apa peran timman Surabaya
4.	Tahap = yg ada di six sigma perlu dituliskan
5.	Peran ditambahkan bkr ke dalam diagram
6.	sebelum solusi timman 3 → RCA & six sigma
7.	Tingudulcan blw RCA & six sigma fungsinya

nee Niek 24/10/19

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus dibawa mahasiswa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:

1. Lulus Ujian Tugas Akhir
2. harus mengulang Ujian Tugas Akhir semester berikutnya
3. Tugas Akhir dinyatakan gagal atau harus mengganti Tugas Akhir (lebih dari 2 semester)

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc.



FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : IHO TRI WULANSARI
NRP : 082115410000210
Judul Tugas Akhir : Studi Penerapan Metode PCA dan Six Sigma pada Kualitas Sungai Kalimas (Sagmen Ternan Prestasi - Termbakan Pekanbaru)

No	Saran Perbaikan (sesuai Form UTA-02)	Tanggapan / Perbaikan (bila perlu, sebutkan halaman)
1.	Perkataan asing sebaiknya di Indonesiakan	Perkataan asing sudah diindonesiakan
2.	Aliran-aliran perlu dijelaskan	Sudah dijelaskan pada Bab IV.
3.	Metode-metode diperjelas & apa perlu tujuan dirubah	Metode sudah disesuaikan dengan tujuan
4.	Tahap-tahap yang ada di six sigma perlu dilakukan	Sudah ditambahkan di pembahasan
5.	Perlu ditambahkan berapa kilo gramnya	Sudah ditambahkan di abstrak
6.	Sebelum solusi tujuan 3 → PCA & Six sigma	sudah disesuaikan dengan tujuan 3
7.	Tunjukkan bhw PCA & Six Sigma fungsinya	Sudah ditunjukkan fungsi PCA dan Six sigma

Dosen Pembimbing,

Prof. Dr. Ir. Ateke Karnaningroem, M.Sc.

Mahasiswa Ybs.

Iho Tri Wulansari