

# PENGENDALIAN KUALITAS AIR DI UNIT CLARIFIER PDAM TIRTANADI INSTALASI SUNGGAL

## TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Ujian Sarjana Pada Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area



Oleh :

**ADE TRISNA PURBA**  
NIM : 01.815.0036



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2005**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 9/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

**PENGENDALIAN KUALITAS AIR  
DI UNIT CLARIFIER  
PDAM TIRTANADI INSTALASI SUNGGAL**

Oleh :  
**ADE TRISNA PURBA**  
01.815.0036



Disetujui :

Pembimbing I,

(Ir. Kamil Mustafa, MT)

Pembimbing II

(Ir. M. Banjarnahor)

Mengetahui :

Dekan,

(Drs. Dadan Ramdan, M. Eng, MSc)

Ka. Program Studi,

(Ir. Kamil Mustafa, MT)

Tgl. Lulus:

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2005**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 9/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)9/1/24

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini. Laporan ini ditulis berdasarkan hasil kerja praktek yang dilaksanakan di PDAM Tirtanadi Instalasi Sunggal Medan.

Dalam menyelesaikan skripsi / tugas akhir guna melengkapi syarat ujian sarjana teknik industri, penulis banyak mendapatkan informasi serta bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Dadan Ramdan, Msc, M.Eng, selaku Dekan Fakultas Teknik
2. Bapak Ir. Kamil Mustafa, MT, selaku Ketua Jurusan di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri Universitas Medan Area dan Dosen Pembimbing I
3. Bapak Ir. M. Banjarnahor, selaku dDosen Pembimbing II.
4. Seluruh staff dan karyawan PDAM Tirtanadi Medan yang dengan rasa akrab memberikan informasi dan masukan hingga penyelesaian tugas akhir ini.

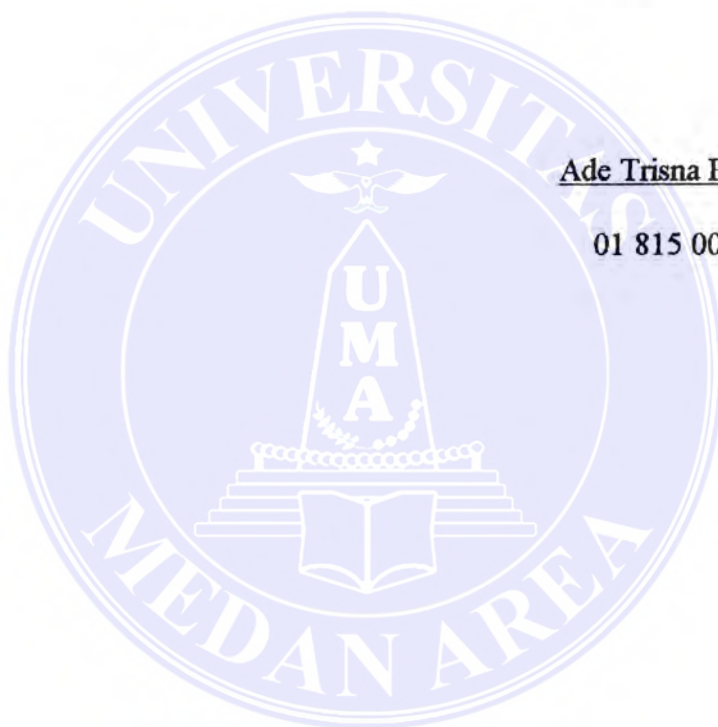
Teristimewa terima kasih penulis ucapkan kepada suami dan putriku yang tercinta yang telah memberikan semangat dan dorongan serta restu dan do'a dari ayahanda beserta ibunda yang terhormat.

Berbagai upaya telah penulis lakukan demi kesempurnaan penulisan ini. Namun tidak tertutup kemungkinan sejumlah kesalahan masih terdapat pada tulisan ini. Untuk itu penulis mohon maaf, kritik dann saran yang membangun dapat menjadi masukan yang baik dalam penulisan ini.

Akhir kata semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan memberi sumbangsih bagi dunia pendidikan terutama bagi almamater Teknik Industri Universitas Medan Area.

Medan, Februari 2005

Penulis



Ade Trisna Purba

01 815 0036

## ABSTRAKSI

ADE TRISNA PURBA, “ PENGENDALIAN KUALITAS AIR DI UNIT CLARIFIER PDAM TIRTANADI INSTALASI SUNGGAL “, Dibawah bimbingan Bapak Ir. Kamil Mustafa, MT, sebagai Pembimbing I dan Bapak Ir. M. Banjarnahor, sebagai Pembimbing II.

Untuk memproduksi suatu barang atau jasa, maka yang sangat diperhatikan adalah mutu produk dan efisiensi produk yang dihasilkan. Disini penulis membatasi permasalahan hanya pada salah satu proses yaitu proses koagulasi di unit Clarifier pada air hasil proses di Zona Primary Clarifier.

Untuk mengetahui kualitas air bersih sebagai produk yang dilakukan sesuai dengan syarat-syarat air bersih yang telah ditetapkan pihak PDAM Tirtanadi melakukan pengujian rutin secara laboratories dan diawasi secara langsung oleh pejabat yang terkait.

Ada beberapa faktor yang perlu diamati dalam pengendalian mutu suatu produksi, yaitu :

- Keadaan Raw Material (bahan baku)
- Proses Produksi berjalan
- Pemeriksaan Out Put/ In Put itu sendiri

Ketiga faktor diatas pengaruhnya terhadap usaha pengendalian mutu sangat besar sekali dan saling terkait, terutama factor produksi sangat memegang peranan penting. Proses produksi merupakan system interaksi yang diperlukan untuk menghasilkan produk jadi.

PDAM Tirtanadi Instalasi Sunggal adalah salah satu Instalasi Pengolahan Air yang ada di PDAM Tirtanadi. Pada unit clarifier terjadi proses penambahan tawas yang berfungsi sebagai zat penggumpal larutan koloid yang terkandung dalam air.

Oleh karena itu penelitian dilakukan hanya difokuskan pada air hasil proses koagulasi di Zona Primary Clarifier saja. Proses Koagulasi ini sangat mempengaruhi komposisi turbiditi air hasil pengolahan yaitu :

- Turbiditi Air Baku (Nephelometric Turbidity Units)
- Dosis Tawas (ppm)

Tujuan dari faktor ini adalah untuk mengetahui faktor apa saja yang paling berpengaruh terhadap turbidity air zona primary clarifier. Dengan diketahuinya faktor yang paling berpengaruh maka dapat diketahui kondisi yang optimum sehingga diperoleh turbidity air hasil proses koagulasi yang optimum pula.

Dalam mencapai tujuan penelitian ini sejumlah langkah-langkah pemecahan masalah dilakukan yaitu :

1. Melakukan percobaan dengan mengkombinasikan taraf dan masing-masing faktor mengikuti model eksperimen factorial  $2^2$ .
- 2 Menghitung efek dua faktor
- 3 Tahap Optimasi melibatkan dua faktor yang paling berpengaruh yaitu faktor turbiditi (kekeruhan) air baku dan dosis tawas. Tahap optimasi dengan menggunakan lintas pendakian tercuram, maka diperoleh persamaan :

$$Y = 3.953 - 0.298 X_1 - 0.873 X_2$$

- 4 Hasil optimasi kedua faktor tersebut diperoleh :

Turbiditi Air Baku dalam NTU (Nephelometric Turbidity Units)

- Taraf Rendah : 27.5 NTU

- Taraf Tinggi : 51.5 NTU

Dosis Tawas dalam ppm

- Taraf Rendah : 37.325 ppm

- Taraf Tinggi : 42.325 ppm



## ABSTRACT

PURBA, ADE TRISNA, " WATER QUALITY CONTROLLING IN CLARIFIER UNIT AT INSTALLATION TIRTANADI PDAM OF SUNGGAL", has been conducted, under guidance of Mr. Musatafa, Kamil, MT. Whose acting as the first counselor and Mr. Banjarnahor, M, Ir as the second counselor.

To produce a service or goods, hence is which is very paid attention is quality of yielded product efficiency and product. Here writer limit problems only at one of the process that is process of koagulasi in unit of clarifier at water result of process in zona primary of clarifier.

To know the quality of clean water as done/conducted product as according to clean water conditions which have been specified by party/side of PDAM Tirtanadi (do/conduct) examination of routine by laboratories and observed directly by related/relevant functionary.

There are some factor which need to be perceived in quality control of a production, that is :

- Situation of Raw Material
- Production process walk
- Inspection of put out / inself put in.

Third of factor above its inflience to effort quality control very monstrous and each other is related / relevant, especially factors of production very important



playing a part. Production process represent needed to interaction system yield product become.

Installation Tirtanadi PDAM of Sunggal is one of the installation processing of water exist in Tirtanadi PDAM. At unit of clarifier happened process addition of functioning alum as a koagulant of cloid condensation which consist in underwaterly.

There for research done/conducted only focused at water result of process of koagulationin zona of primary just clarifier. This process of koagulation is very influencing of composition of turbidity irrigate result of processing that is :

- Raw Water Turbidity (Nephelometric Turbidity Units)
- Alum dose (ppm)

Intention of this factor is to mknow any kind of most having an effect on to turbidity irrigate zona of primary clarifier. Known of most having an effect on factor hence can know by the condition of optimum is so that obtained by turbidity irrigater result of process of koagulation optimum also.

In reaching the target of this research a number of trouble – shooting stages, steps (done/conducted) by that is.

- 1 Doing / conducting attempt by combining level and each factor follow model factorial experiment  $2^2$
- 2 Counting / calculating effect two factor.
- 3 Phase of optimasi entangle two most factor having an effect on. Phase of optimasi by using steep angle of pitch, hence obtained equation :

$$Y = 3.953 - 0.298 X_1 - 0.873 X_2.$$

4 Result of optimasi both of the factor obtained :

Raw water turbidity in Nephelometric Turbidity Units (NTU)

Low level : 27.5 NTU

High level : 51.5 NTU

Alum dose (ppm)

Low level : 37.325 ppm

High level : 42.325 ppm



## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>ABSTRAKSI</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	1
I.1 Sejarah Singkat Perusahaan.....	1
I.2 Bidang Kegiatan PDAM Tirtanadi.....	4
I.3 Struktur Organisasi PDAM Tirtanadi.....	6
I.4 Uraian Tugas, Wewenang & Tanggung Jawab.....	9
I.5 Tenaga Kerja.....	18
I.6 jam Kerja.....	19
I.7 Sistem Pengupahan.....	19
I.8 Latar Belakang Masalah.....	20
I.9 Perumusan Masalah.....	21
I.10 Metode Pemecahan Masalah.....	22
I.11 Batasan Masalah & Asumsi.....	22

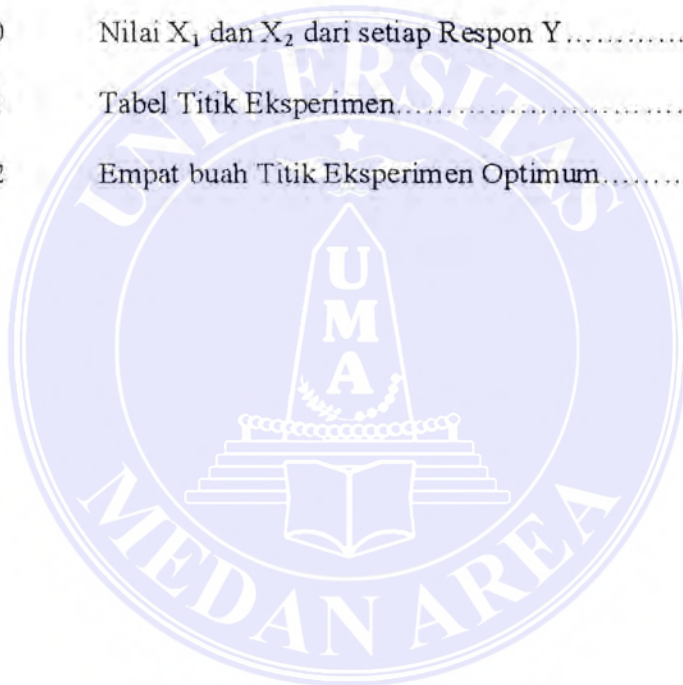
<b>BAB II. PROSES PRODUKSI</b> .....	24
II.1 Unit Intake.....	24
II.2 Unit Chanel.....	25
II.3 Unit Prasedimentasi (Raw Water Tank).....	25
II.4 Unit Pompa Air Baku (Raw Water Pump).....	25
II.5 unit Clarifier.....	26
II.6 Unit Filter.....	26
II.7 Unit Reservoir.....	27
<b>BAB III. LANDASAN TEORI</b> .....	33
III.1 Pengertian Pengendalian Mutu.....	33
III.2 Pengendalian Mutu Statistik.....	34
III.2.1 Asumsi Normalitas.....	35
III.2.2 Model Anava Design Eksperimen Faktorial.....	37
III.2.3 Analisa Varians.....	44
III.2.4 Analisa Varians untuk Design Acak Sempurna.....	46
III.2.5 Pengujian Hipotesa.....	50
III.2.6 Tahap Optimasi.....	51
III.2.7 Metode Lintas Pendakian Tercuram.....	51
III.2.8 Penentuan Arah Eksperimen Berikutnya.....	58
III.2.9 Transfer Hasil Optimasi.....	61

<b>BAB IV. PENGUMPULAN DATA</b> .....	62
<b>BAB V. PENGOLAHAN DATA</b> .....	65
V.1 Distribusi Frekuensi & Uji Normalitas.....	66
V.2 Pemilihan Metode Penyelesaian.....	69
V.3 Metode Lintas Pendakian Tercuram.....	70
<b>BAB VI. ANALISA &amp; EVALUASI</b> .....	83
VI.1 Analisa Awal.....	83
VI.2 Penganalisaan Optimasi.....	84
<b>BAB VII. KESIMPULAN &amp; SARAN</b> .....	85
VII.1 Kesimpulan.....	85
VII.2 Saran.....	86
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel I.1	Jumlah Tenaga Kerja PDAM Tirtanadi.....	2
Tabel II.1	Jenis Koagulan yang umum digunakan.....	29
Tabel III.1	Daftar Distribusi Frekuensi.....	36
Tabel III.2	Frekuensi diharapkan dan Pengamatan.....	37
Tabel III.3	Design Faktorial $2^3$ .....	40
Tabel III.4	Analisa Data menurut metode Yates.....	43
Tabel III.5	Tanda-tanda dari factorial design.....	44
Tabel III.6	Analisa varians.....	45
Tabel III.7	Data Pengamatan untuk DAS.....	44
Tabel III.8	Tabel Anava.....	49
Tabel III.9	Daftar Anava Permukaan Respon setelah pena Penambahan 2 titik.....	55
Tabel III.10	Susunan Ortogonal Penambahan n Sekitar Titik Pusat.....	56
Tabel III.11	Daftar Anava Permukaan Respon Setelah Penambahan 2 Titik.....	57
Tabel IV.1	Pengumpulan Data.....	63
Tabel V.1	Daftar Distribusi Frekuensi.....	67
Tabel V.2	Daftar Perhitungan Uji Normalitas.....	68
Tabel V.3	Desain Matriks Faktorial $2^2$ .....	70

Tabel V.5	Rata-rata Komposisi Turbiditi Air Proses Koagulasi dengan Turbiditi Aar Baku & Dosis Tawas.....	71
Tabel V.6	Perhitungan Koefisien-koefisien $b_1$ $b_2$ .....	73
Tabel V.7	Daftar Nama Anava Desain Faktorial $2^2$ .....	74
Tabel V.8	Perhitungan Koefisien-koefisien $b_1$ $b_2$ Setelah penambahan 2 titik.....	75
Tabel V.9	Daftar Anava Desain Faktorial $2^2$ .....	76
Tabel V.10	Nilai $X_1$ dan $X_2$ dari setiap Respon Y.....	79
Tabel V.11	Tabel Titik Eksperimen.....	80
Tabel V.12	Empat buah Titik Eksperimen Optimum.....	81



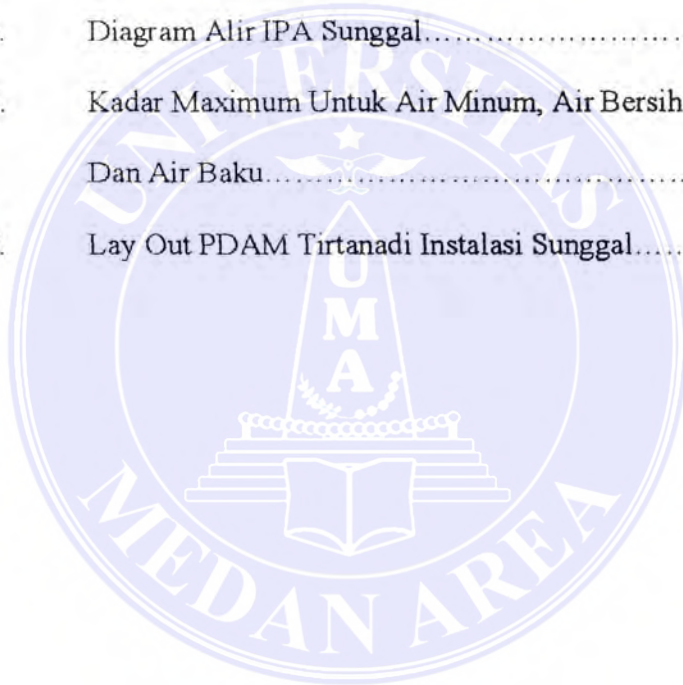
## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar III.1	Design factorial $2^2$ Dalam Bentuk Bujur sangkar..... 54
Gambar III.2	Kontur Permukaan Respon.....59
Gambar III.3	Empat Titik Eksperimen Baru dengan Titik Pusat ( $X_1$ & $X_2$ ).....60
Gambar V.1	Data-data Komposisi Turbiditi Air Pada Proses Koagulasi Dalam Bujur Sangkar..... 72
Gambar V.2	Kontur Permukaan Respon $2^2$ .....79
Gambar V.3	Empat Buah Titik Eksperimen Optimum dengan Titik Pusat (1, 2.930)..... 81



## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1.	Struktur Organisasi PDAM Tirtanadi.....L-1
Lampiran 2.	Tabel Distribusi Normal.....L-2
Lampiran 3.	Tabel Distribusi Chi Square ( $\chi^2$ ).....L-3
Lampiran 4.	Tabel Distribusi F.....L-4
Lampiran 5.	Diagram Alir IPA Sunggal.....L-5
Lampiran 6.	Kadar Maximum Untuk Air Minum, Air Bersih Dan Air Baku.....L-6
Lampiran 7.	Lay Out PDAM Tirtanadi Instalasi Sunggal.....L-7



# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1. Sejarah Singkat Perusahaan

Perusahaan Daerah Air Minum Tirtanadi merupakan salah satu Badan Usaha Milik Daerah dibawah Pemerintah Daerah Tingkat I Sumatera Utara yang bergerak dibidang pelayanan air bersih masyarakat kota Medan dan sekitarnya.

Perusahaan ini didirikan pada zaman kolonial Belanda yaitu pada tanggal 23 September 1905 dengan nama NV. WATER LEIDING MAATSCHAPPIJ AJER BERSIH yang kantor pusatnya berada di Amsterdam Belanda. Dengan dikeluarkannya Peraturan-Peraturan Daerah Sumatera Utara No. 11 Tahun 1977 dengan berpedoman pada Undang-Undang No. 5 Tahun 1962 mengenai perusahaan daerah, maka resmilah berdiri Perusahaan Daerah Air Minum Tirtanadi milik Pemerintah Daerah Tingkat I Sumatera Utara yang disingkat dengan nama PDAM Tirtanadi Medan yang berlokasi di jalan SiSingamangaraja No. 1 Medan.

Setelah ditetapkan dengan Peraturan Daerah Sumatera Utara No. 11 Tahun 1979 dan disempurnakan dengan Peraturan Daerah Propinsi Daerah Tingkat I Sumatera Utara No. 25 Tahun 1985, PDAM Tirtanadi telah banyak mengalami perubahan dan kemajuan baik dari segi jumlah karyawan maupun pelayanan kepada masyarakat terhadap kebutuhan air bersih. PDAM Tirtanadi pada masa sekarang ini juga telah mampu melayani sekitar 75% dari jumlah penduduk kota Medan.

Sebagai gambaran jumlah karyawan per Desember 2002 adalah 1436 orang yang terdiri dari 4 orang Direksi, 1183 karyawan tetap, 210 orang tenaga honorer, 28 orang calon karyawan tetap, 2 orang Ka. Badan Pengawas, 3 orang Sekretaris Badan Pengawas, 6 orang Badan Pengawas yang ditunjukkan pada Tabel I dibawah ini :

**Tabel I : Profil Pegawai PDAM Tirtanadi berdasarkan Status Kepegawaian/2002**

Status Pegawai	Jumlah	Persentase
Direksi	4 Orang	0.27 %
Karyawan tetap	1183 Orang	82.38 %
Tenaga honorer	210 Orang	14.62 %
Calon karyawan Tetap	28 Orang	1.95 %
Ka. Badan Pengawas	2 Orang	0.13 %
Sekretaris Badan Pengawas	3 Orang	0.20 %
Badan Pengawas	6 Orang	0.41 %
<b>J u m l a h</b>	<b>1436 Orang</b>	<b>100 %</b>

Jumlah pelanggan pada tahun 2002 sebanyak 274.118 pelanggan untuk Zona I dan 35.231 pelanggan untuk Zona II sehingga total seluruh pelanggan untuk tahun 2002 adalah 309.349 pelanggan yang meliputi kotamadya Medan untuk Zona I dan Deli Serdang, Tanah Karo, Tapanuli Selatan, Tapanuli Tengah, Parapat, Tobasa, Madina, Nias/ Gunung Sitoli untuk Zona II. PDAM Tirtanadi saat ini telah memiliki 21 (dua puluh satu ) kantor Cabang untuk Zona I dan Zona II.

Disamping mengelola air bersih, atas kepercayaan yang diberikan pemerintah, PDAM Tirtanadi Medan diserahi tugas baru untuk mengelola air limbah (sewerage). Dalam bidang peningkatan pelayanan, PDAM Tirtanadi telah menjalin kerjasama dengan pemerintah Daerah Tk. II Kabupaten Karo sebesar 30 liter/detik untuk melayani Kabanjahe dan sekitarnya.

Produksi yang dihasilkan PDAM Tirtanadi berasal dari beberapa sumber, antara lain permukaan mata air dan air tanah (sumur bor). Kualitas yang dihasilkan telah memenuhi standar air bersih Indonesia. Sebagaimana ditetapkan melalui Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. Pendistribusiannya kepada para pelanggan telah dapat berlangsung selama 24 jam.

Dalam upaya meningkatkan pengetahuan dan ketrampilan pegawai, PDAM Tirtanadi telah mengadakan perjanjian kerjasama dengan salah satu perusahaan air minum negeri Belanda yaitu NV. Waterleiding Maatschappij Geldeland (NV. WMG). Selama ini telah dikirim sebanyak 18 orang terutama dibidang Teknik.

Dalam bidang manajemen PDAM Tirtanadi telah memberangkatkan 16 orang pegawainya ke beberapa negara Asia-Eropa untuk maksud yang sama. Negara-negara yang dikunjungi antara lain Prancis, Inggris, Jerman, Italia, Philipina, Thailand, Malaysia dan Singapura. Khususnya dengan pemerintah Jepang, PDAM Tirtanadi telah menjalin kerjasama dengan satu Lembaga Pemerintah Jepang yaitu Association For Overseas Technical Scholarship (AOTS). Jumlah staff yang telah mengikuti program ke Jepang ini berjumlah 8 orang.

## I. 2. Bidang Kegiatan PDAM Tirtanadi.

Perusahaan Daerah Air Minum Tirtanadi sebagai salah satu Perusahaan milik Pemerintah Daerah Tingkat I Sumatera Utara yang mempunyai tugas dan fungsi pokok yaitu untuk memenuhi kebutuhan air bersih bagi masyarakat kotamadya Medan dan sekitarnya serta beberapa unit Daerah Tingkat II Sumatera Utara secara merata dan berkesinambungan dengan tetap memperhatikan prinsip-prinsip perusahaan dalam pengelolaan serta tidak mengabaikan aspek sosial, budaya dan kondisi masyarakat.

Disamping tugas tersebut Pdam Tirtanadi juga dibebani tugas mengelola saluran air limbah melalui jaringan yang sudah ada dan pada tahun 1997 sistem pengelolaan air limbah beroperasi dengan baik dan lancar.

Sebagai Perusahaan air minum yang cukup lancar, PDAM Tirtanadi juga turut membantu menyelenggarakan dan meningkatkan PDAM di Sumatera Utara yang berada dibawah Pemerintah Daerah Tingkat Iiyang antara lain Kabupaten Deli Serdang, Kabupaten Nias, Kabupaten Tapanuli Selatan, Tobasa, Tapanuli Tengah, Madina dan Parapat.

Pemerintah Daerah Tingkat I Sumatera Utara sebagai pemilik perusahaan dimana diatur dalam Peraturan Daerah No. 25 tahun 1985, yang menetapkan bahwa PDAM Tirtanadi berkewajiban menyetorkan bagian laba kepada Pemerintah Daerah Tingkat I yang merupakan salah asatu sumber pendapatan asli daerah disamping memenuhi kewajiban pajak kepada pemerintah.

Sejalan dengan perkembangan kota Medan dalam berbenah diri untuk mengikuti laju Pembangunan Nasional penambahan pelayanan serta pemekaran wilayah akan berkaitan erat dengan kemampuan perusahaan dalam mengantisipasi dan memenuhi tingkat kebutuhan air bersih.

Jauh sebelumnya telah ditempuh jalan dengan melakukan penambahan kapasitas dari segenap sumber daya yang ada, yakni Sunggal, Deli Tua dan Sibolangit dalam batas-batas kemampuan produksi yang masih dapat dilakukan.

Jumlah penduduk kotamadya Medan dewasa ini  $\pm 1.918.282$  jiwa dan PDAM Tirtanadi baru dapat melayani sekitar 75% dari jumlah tersebut. Tingkat populasi penduduk untuk kotamadya Medan sekitar 2% - 2,5% pertahun. Total kapasitas terpasang PDAM Tirtanadi adalah 3.750 liter/detik atau 324.000 m<sup>3</sup> perhari atau sama dengan 9.720.000 m<sup>3</sup> bulan atau sama dengan 116.640.000 m<sup>3</sup> /tahun, dengan rincian sebagai berikut :

1. Cabang Sunggal 1.500 liter/detik
2. Cabang Deli Tua 1.400 liter/detik
3. Cabang Sibolangit 600 liter/detik
4. Cabang Brastagi 100 liter/detik
5. Cabang Belawan 50 liter/detik

Pada tingkat konsumsi rata-rata 170 liter/orang dan jika kehilangan air dapat ditekan hingga 20% maka kapasitas terpasang 3.750 liter/detik tersebut diatas, hanya mampu mencukupi kebutuhan 1.524.705 orang penduduk kotamadya Medan atau sejumlah 217.815 sambungan rumah (tujuh orang pengguna/rumah tangga). Untuk

memenuhi kebutuhan itu maka PDAM Tirtanadi memiliki sumber perolehan air. Ada tiga jenis sumber perolehan air baku yang terdiri dari :

1. Spring Water
2. Surface Water
3. Deep Weel

Sumber air baku tersebut terdapat di cabang-cabang antara lain :

Nama Cabang	Jenis Sumber Air Baku
Sunggal	Surface Water
Deli Tua	Surface Water
Sibolangit	Spring Water
Berastagi	Deep Weel
Teluk Dalam Nias	Surface Water

### I. 3. Struktur Organisasi Perusahaan Daerah Air Minum Tirtanadi

Struktur organisasi merupakan alat bantu didalam organisasi untuk memperlancar kegiatan usaha yang dijalankan. Struktur organisasi itu sendiri mencakup kewajiban-kewajiban merancang satuan organisasi dan pejabat yang harus melakukan pekerjaan, menentukan tugas dan tanggung jawab mereka dalam bidangnya masing-masing.

Perusahaan Dacrah Air Minum Tirtanadi Medan telah mencrapkan suatu struktur organisasi baru yang pada dasarnya lebih dinamis dan profesional, dimana

pelimpahan tugas, wewenang dan tanggung jawab akan dilakukan secara tegas, transparan dan koordinatif antara satu unit dengan unit kerja yang lainnya.

Dengan komitmen yang berorientasi pada pelanggan (customer service), struktur organisasi dibagi atas blok-blok kegiatan utama yang mengarah kepada spesialisasi dan kompetensi. Secara garis besar aspek kompetensi tersebut dapat dilihat dengan dipisahkannya manajemen kegiatan produksi dengan kegiatan pelayanan. Perusahaan Daerah Air Minum Tirtanadi dalam mencapai tujuannya menggunakan bentuk organisasi garis (lini).

Struktur organisasi Perusahaan Daerah Air Minum Tirtanadi disusun berdasarkan Surat Keputusan Direksi PDAM Tirtanadi Propinsi Daerah Tingkat I Sumatera Utara No. 55/KPT/2000 tanggal 08 Agustus 2000 tentang struktur organisasi dan tata kerja Perusahaan Daerah Air Minum Tirtanadi Propinsi Daerah Tingkat I Sumatera Utara, yang akan dipaparkan sebagai berikut :

1. Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Sumatera Utara.
2. Badan Pengawas, memiliki anggota sebanyak-banyaknya lima orang dan sekurang-kurangnya dua orang.
3. Direktur Utama, membawahi :
  - a. Direktur Perencana dan Produksi
  - b. Direktur Administrasi dan Keuangan
  - c. Direktur Operasi
  - d. Kepala SPI (Satuan Pengawas Intern)
4. Direktur Produksi dan Perencanaan, membawahi :



- a. Kabid. Perencanaan dan Pengembangan, membawahi dua orang Kepala Bagian.
  - b. Kabid. Sistem Informasi Manajemen, membawahi tiga orang Kepala Bagian.
  - c. Kabid. Instalasi, membawahi satu orang Kepala Bagian dan tiga orang Kepala Instalasi.
  - d. Kabid. Air Limbah, , membawahi tiga orang Kepala Bagian.
5. Direktur Administrasi dan Keuangan, secara khusus membawahi :
- a. Kepala Bidang Keuangan dimana membawahi dua orang Kepala Bagian, yaitu :
    - Kepala Bagian Akuntansi
    - Kepala Bagian Anggaran
  - b. Kepala Bidang Umum, membawahi tiga orang Kepala Bagian, yaitu
    - Kepala Bagian Logistik
    - Kepala Bagian Rumah Tangga
    - Kepala Bagian Sekretariat
  - c. Kepala Bidang Sumber Daya Manusia membawahi tiga orang Kepala Bagian.
6. Direktur Operasi secara khusus membawahi :
- a. Kepala Bidang Operasi Zona I, membawahi dua orang Kepala Bagian dan delapan orang Kepala Cabang yang berhubungan langsung dengan pelanggan PDAM Tirtanadi.

- b. Kepala Bidang Operasi Zona II, membawahi dua orang Kepala Bagian dan delapan orang Kepala Cabang.
7. Kepala Satuan Pengawas Intern (SPI), membawahi tiga orang Kepala Pengawasan.

#### **I. 4. Uraian Tugas, Wewenang dan Tanggung Jawab**

Dibawah ini penulis hanya menguraikan tugas, wewenang dan tanggung jawab dari sebagian jabatan yang tertera dan Struktur Organisasi yang terdiri dari Dewan Direksi dan Bidang Instalasi dimana penulis melakukan Kerja Praktek, dimana uraian tersebut adalah sebagai berikut :

##### **1. Direktur Utama.**

Bertanggung jawab kepada Gubernur melalui Badan Pengawas, dan membawahi Direktur Perencanaan & Produksi, Direktur Administrasi & Keuangan serta Direktur Operasi.

Bertugas :

- Memimpin dan mengendalikan kegiatan jalannya perusahaan.
- Menetapkan kebijaksanaan/strategi perusahaan.
- Memajukan perkembangan perusahaan kepada Gubernur melalui Badan Pengawas dan mengadakan serta memimpin rapat.
- Menjalin hubungan kerja eksternal
- Mengawasi pelaksanaan tugas perusahaan, mewakili perusahaan baik dalam dan luar negeri.

- Melaksanakan tugas-tugas lain yang diberikan Gubernur.

**Wewenang :**

- Mengangkat, memutasikan, mempromosikan, dan memberhentikan pegawai.
- Menandatangani pinjaman setelah mendapat persetujuan Gubernur.
- Menandatangani perjanjian kerjasama, neraca dan rincian laba rugi perusahaan.
- Menandatangani ikatan hukum dengan pihak lain.
- Menugaskan Direksi/Staf lain sebagai mewakili pelaksanaan tugasnya.

**Tanggung jawab :**

- Mengelola kekayaan perusahaan.
- Melaksanakan tugas dan wewenang
- Membina dan memelihara kerjasama dengan ketiga Direktur dibawahnya maupun antar Direktur.

**2. Direktur Perencanaan dan Produksi.**

Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dan membawahi Kepala Bidang Perencanaan dan Pengembangan, Kepala Bidang Sistem Informasi Manajemen dan Kepala Bidang Instalasi.

**Tugas :**

- Melaksanakan koordinasi dengan Direksi lainnya.

- Menyusun kebijaksanaan/strategi perusahaan dalam bidang Perencanaan dan Produksi.
- Membantu Direktur Utama dalam membuat keputusan, kebijaksanaan/strategi dalam pengembangan perusahaan.
- Mengadakan dan memimpin rapat dalam lingkungan tugasnya.
- Mengawasi dan melakukan pembinaan pelaksanaan tugas unit kerja bawahannya
- Mengawasi dan mengendalikan operasional system Instalasi air bersih maupun air limbah dalam lingkup tugasnya.
- Dapat bekerjasama dengan Direktur Utama maupun antar Direktur
- Melaksanakan tugas-tugas lain yang diberikan Direktur Utama sesuai dengan bidangnya.

**Wewenang :**

- Membuat keputusan-keputusan dalam bidang Perencanaan dan Produksi sesuai dengan lingkup tugasnya
- Mengambil langkah-langkah pembinaan personil pada unit kerja dibawahnya
- Bersama-sama dengan Direktur Utama dan atau anggota Direksi lainnya yang ditunjuk Direktur Utama menandatangani surat-surat dan dokumen-dokumen untuk kepentingan perusahaan

- Dapat mengambil keputusan yang berhubungan dengan lingkup tugasnya yang menjadi wewenang Direktur Utama dalam hal Direktur Utama berhalangan.

Tanggung jawab :

- Melakukan koordinasi antara bidang dalam lingkup tugasnya
- Mengelola dan mengoptimalkan segenap sumber daya dalam lingkup tugasnya
- Membina pegawai dalam lingkup kerjanya
- Senantiasa mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terutama dalam lingkup tugasnya
- Memberikan pertimbangan kepada Direktur Utama dalam hal penempatan, pengangkatan, dan pemberhentian karyawan/staf didalam lingkup tugasnya.
- Memelihara dan mengembangkan seluruh system instalasi air bersih maupun air limbah berikut kelancaran produksi dalam lingkup tugasnya.

### 3. Direktur Administrasi & Keuangan

Beratanggung jawab kepada Direktur Utama dan membawahi Bidang Keuangan, Bidang Umum dan Kepala Bidang Sumber Daya Manusia.

Tugas :

- Melaksanakan kordinasi dengan Direksi lainnya

- Menyusun kebijaksanaan/strategi perusahaan dalam bidang Administrasi & Keuangan
- Membantu Direktur Utama dalam membuat keputusan, kebijaksanaan/strategi dalam pengembangan perusahaan.
- Mengadakan dan memimpin rapat dalam lingkup tugasnya
- Mengawasi dan melakukan pembinaan pelaksanaan tugas unit kerja bawahan
- Dapat bekerjasama dengan Direktur Utama maupun antar Direktur
- Melaksanakan tugas-tugas lain yang diberikan Direktur Utama sesuai dengan bidangnya.

**Wewenang :**

- Membuat keputusan-keputusan dalam bidang Adminstrasi & Keuangan sesuai dengan lingkup tugasnya.
- Mengambil langkah-langkah pembinaan personil pada unit kerja dibawahnya.
- Bersama-sama dengan Direktur Utama dan anggota Direksi lainnya yang ditunjuk Direktur Utama menandatangani surat-surat dan dokumen-dokumen untuk kepentingan perusahaan.
- Dapat mengambil keputusan yang berhubungan dengan lingkup tugasnya menjadi wewenang Direktur Utama dalam hal Direktur Utama berhalangan.

**Tanggung jawab :**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 9/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)9/1/24

- Melakukan koordinasi antara bidang dalam lingkup tugasnya.
- Mengelola, mengoptimalkan dan meningkatkan segenap sumber dana dan sumber daya dalam lingkup tugasnya.
- Membina pegawai dalam lingkup tugasnya.
- Senantiasa mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terutama dalam lingkup tugasnya.
- Menyelenggarakan kebijakan/strategi perusahaan dalam bidang administrasi & keuangan.
- Memberikan pertimbangan kepada Direktur Utama dalam hal penempatan, pengangkatan & pemberhentian karyawan/staf didalam lingkup tugasnya.

#### 4. Direktur Operasi

Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dan membawahi Kepala Bidang Zona I serta Kepala Bidang Zona II.

Tugas :

- Melaksanakan koordinasi dengan Direksi lainnya.
- Menyusun kebijaksanaan/strategi perusahaan dalam bidang operasi
- Membantu Direktur Utama dalam membuat keputusan, kebijaksanaan/strategi dalam pengembangan perusahaan.
- Mengadakan dan memimpin rapat dalam lingkup tugasnya.

- Mengawasi dan melakukan pembinaan pelaksanaan tugas unit kerja bawahan.
- Mengawasi dan mengendalikan operasional sistem instalasi dan jaringan perpipaan air bersih maupun air limbah dalam lingkup tugasnya.
- Dapat bekerjasama dengan Direktur Utama maupun antar Direktur.
- Melaksanakan tugas-tugas lain yang diberikan Direktur Utama sesuai dengan bidangnya.

**Wewenang :**

- Membuat keputusan-keputusan dalam bidang Operasi sesuai dengan lingkup tugasnya.
- Mengambil langkah-langkah pembinaan personil pada unit kerja dibawahnya.
- Bersama-sama dengan Direktur Utama dan atau anggota Direksi lainnya yang ditunjuk Direktur Utama menandatangani surat-surat dan dokumen-dokumen untuk kepentingan perusahaan.
- Dapat mengambil keputusan yang berhubungan dengan lingkup tugasnya yang menjadi wewenang Direktur Utama dalam hal Direktur Utama berhalangan.

**Tanggung jawab :**

- Melakukan koordinasi antara bidang dalam lingkup tugasnya.



- Mengelola dan mengoptimalkan segenap sumber daya dalam lingkup tugasnya.
- Membina pegawai dalam lingkup kerjanya.
- Senantiasa mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terutama dalam lingkup tugasnya.
- Memberikan pertimbangan kepada Direktur Utama dalam hal penempatan, pengangkatan & pemberhentian karyawan/staf didalam lingkup tugasnya.
- Melakukan peningkatan pemasaran secara berkesinambungan.
- Memelihara dan mengembangkan seluruh sistem instalasi dan jaringan perpipaan air bersih maupun air limbah berikut kelancaran produksi dalam lingkup tugasnya.

#### 6. Kepala Bidang Instalasi

Bertanggung jawab kepada Direktur Perencanaan dan Produksi dan membawahi Kepala Instalasi Sunggal, Kepala Instalasi Deli Tua, Kepala Instalasi Sibolangit & Berastagi serta Kepala Bagian Pengendalian Mutu.

Tugas :

- Melakukan koordinasi dengan bidang-bidang lain yang berhubungan dengan bidang instalasi.
- Merencanakan dan mengatur produksi air sesuai dengan kebutuhan bidang operasi.

- Melakukan optimalisasi dalam proses produksi air bersih.
- Melakukan perawatan dan pemeliharaan seluruh sarana proses produksi air bersih.
- Melaksanakan tugas-tugas lain yang diberikan Direktur Perencanaan & Produksi sesuai dengan bidangnya.

**Wewenang :**

- Mengambil data/informasi dari bidang-bidang instalasi pengolahan air.
- Memeriksa, mengawasi, menguji kualitas air yang dihasilkan dan merekomendasikan tindak lanjutnya.
- Menetapkan jumlah produksi air bersih yang dihasilkan oleh masing-masing instalasi pengolahan air.
- Menetapkan kebutuhan maupun pengembangan peralatan pemeriksaan kualitas air diseluruh instalasi pengolahan air.
- Mengadakan barang-barang tertentu sesuai dengan kebutuhannya.

**Tanggung jawab :**

- Merencanakan pengembangan sumber daya manusia dalam bidang instalasi.
- Mengantisipasi dan mengatasi permasalahan dalam bidang instalasi baik internal maupun eksternal.
- Memberikan laporan secara periodik dalam bidang instalasi kepada atasan langsung (Direktur Perencanaan & Produksi).
- Menyerahkan hasil pengolahan data sesuai dengan kebutuhan kepada bidang-bidang kerja terkait.

- Memberikan saran dan pertimbangan mengenai langkah-langkah yang perlu diambil dalam bidangnya kepada Direktur Perencanaan dan Produksi.
- Memberikan rekomendasi produksi air bersih diluar dari instalasi dibawahnya jika diminta.
- Senantiasa mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terutama dalam lingkup tugasnya.
- Memberdayakan seluruh personil dalam bidangnya.

### I. 5 Tenaga Kerja

Karena pengambilan data dalam penelitian ini dilaksanakan di Instalasi Sunggal dalam hal ini penulis hanya menyajikan alokasi penggunaan Tenaga Kerja pada Instalasi Sunggal. Adapun keseluruhan tenaga kerja terdiri dari :

- |  |            |
|--|------------|
| - Kepala Instalasi   | : 1 orang  |
| - Kasi. Pengolahan   | : 1 orang  |
| - Kasi Mesin Listrik                                       | : 1 orang  |
| - Kasi Umum  | : 1 orang  |
| - Kasubsi. Perawatan Mesin                                 | : 1 orang  |
| - Kasubsi. Perawatan Listrik                               | : 1 orang  |
| - Kasubsi. Produksi  | : 1 orang  |
| - Kasubsi. Administrasi                                    | : 1 orang  |
| - Pegawai Seksi Pengolahan, Mesin Listrik dan Administrasi | : 32 orang |
| - Jumlah Seluruhnya  | : 42 orang |

## I. 6 Jam Kerja

Adapun jam kerja yang berlaku adalah :

- a. Dengan 1 (satu) shift kerja.

08.00 – 12.30	bekerja
12.30 – 13.15	istirahat (untuk hari Senin s/d Kamis)
12.00 – 14.00	istirahat (untuk hari Jum'at)
13.15 – 16.30	bekerja (untuk hari Senin s/d Kamis)
14.00 – 16.30	bekerja (untuk hari Jum'at)

Jam kerja ini berlaku untuk semua karyawan kecuali operator pengolahan air yang mempunyai 4 (empat) shift.

- b. Dengan 4 (empat) shift kerja

Shift 1	: 08.00 – 14.00
Shift 2	: 14.00 – 21.00
Shift 3	: 21.00 – 08.00

## I.7 Sistem Pengupahan

Pembagian upah di PDAM Tirtanadi Medan dilaksanakan setiap tanggal 25 untuk setiap bulannya. Disamping gaji tetap perusahaan juga memberikan fasilitas yang cukup memadai bagi para karyawan seperti fasilitas pakaian dinas, fasilitas transport, uang makan dan extra fooding.

Disamping gaji yang diterima karyawan juga menerima :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 9/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)9/1/24

- a. Pemberian bantuan pendidikan
- b. Pemberian bantuan cuti tahunan
- c. Pemberian bantuan sewa rumah
- d. Pemberian insentif
- e. Pemberian tunjangan hari raya
- f. Pemberian bantuan akhir tahun

Setiap karyawan yang telah diterima bekerja di perusahaan akan dimasukkan sebagai anggota Asuransi Jamsostek yang berguna untuk melindungi karyawan dari kecelakaan kerja serta Asuransi Kesehatan Allianz.

## I. 8. Latar Belakang Masalah

PDAM Tirtanadi adalah Perusahaan Daerah yang bergerak dibidang Air Bersih. Air Baku yang berasal dari sungai diolah dengan menggunakan Tawas /  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$  yang berfungsi sebagai zat penggumpal bagi larutan koloid yang terkandung didalam air sungai (air baku). Untuk menghasilkan air yang jernih dilakukan beberapa tahapan proses, yang terdiri dari 6 proses yaitu : Koagulasi, Flokulasi, Sedimentasi, Filtrasi, Chlorinasi dan Netralisasi yang pada prinsipnya bertujuan untuk menurunkan kekeruhan air sungai sehingga air yang dihasilkan jernih menurut nilai Estetika dan Hygiensis menurut kesehatan.

Adapun penulis secara khusus membahas masalah yang ada di Clarifier yaitu proses koagulasi dengan pemakaian Tawas /  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$  sebagai zat koagulan. Pada saat tertentu air hasil proses koagulasi tidak sesuai dengan syarat

kualitas air untuk disaring di filter karena air yang masuk ke unit proses filter harus  $\leq$

10 NTU agar proses filtrasi dapat berjalan sebagaimana mestinya, karena bila air disaring aiatas  $\geq 10$  NTU harus sering dilakukan pencucian filter yang akan menambah Cost / biaya produksi perusahaan.

Dengan adanya masalah tersebut, perusahaan akan kehilangan kesempatan untuk memperoleh keuntungan yang lebih besar. Perusahaan akan mengalami kerugian yang tidak sedikit, baik berupa tenaga, waktu maupun biaya sehingga perlu dilakukan penanggulangan sedini mungkin.

### **I. 9. Perumusan Masalah**

Proses pengolahan air bersih mulai dari bahan baku (air sungai) menjadi produk jadi (air bersih) yang telah memenuhi syarat Standard Kualitas Air Bersih yang meliputi proses – proses sebagai berikut :

1. Proses Koagulasi
2. Proses Flokulasi
3. Proses Sedimentasi
4. Proses Filtrasi
5. Proses Desinfeksi
6. Proses Netralisasi

Masalah utama yang terdapat pada pengendalian mutu ini adalah pada bagian proses koagulasi. Pada bagian ini terdapat proses penambahan Tawas yang berfungsi mengendapkan partikel – partikel koloid yang tidak dapat mengendap secara gravitasi pada bak pengendap Prasedimentasi di Raw Water Tank. Pada saat tertentu ditemukan kondisi air pengolahan yang tidak optimal sehingga mempengaruhi unit

proses yang lain. Kelalaian petugas operator juga akan mempengaruhi air pengolahan air bersih.

## **I. 10. Metode Pemecahan Masalah**

Dalam pemecahan masalah ini, maka digunakan pendekatan – pendekatan dengan teori Analisa Varians, pendekatan matematis serta teori – teori lain yang berhubungan dengan pemecahan masalah.

Metodologi pengumpulan data dilakukan dengan cara – cara sebagai berikut :

1. Melakukan pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti.
2. Melakukan wawancara dengan pihak – pihak yang memberikan informasi yang diperlukan untuk membantu dalam pembahasan masalah.
3. Melakukan pencatatan terhadap data yang diperoleh.
4. Membaca buku serta catatan perusahaan yang berhubungan dengan data yang dibutuhkan.
5. Diskusi

## **I. 11. Batasan Masalah dan Asumsi**

### **A. Batasan Masalah**

Berdasarkan keterbatasan dana, waktu dan fasilitas serta sangat luasnya permasalahan yang mungkin timbul dalam studi ini maka perlu dilakukan pembatasan masalah agar hasil yang diperoleh tidak menyimpang dari tujuan yang hendak dicapai.

Adapun pembatasan masalah dalam hal ini adalah sebagai berikut :

1. Faktor – faktor yang diteliti adalah faktor – faktor yang mempengaruhi pemakaian Tawas pada prose koagulasi.
2. Pengamatan dilakuan pada prose berjalan.
3. Masalah yang diteliti hanya terfokus pada kualitas air pengolahan yang terbaik mutunya dengan percobaan Jar Test.

## **B. Asumsi yang Dilakukan**

Asumsi yang digunakan dalam pembatasan masalah ini adalah :

1. Adanya mesin / peralatan dalam keadaan baik untuk produksi.
2. Pengadaan bahan baku tersedia dan sanggup memenuhi kebutuhan sehingga tidak mengganggu kegiatan proses produksi.
3. Kemampuan dan kecepatan kerja dari pekerja dalam menggunakan peralatan dan fasilitas dianggap sama.
4. Data yang diperoleh dari perusahaan dianggap benar.



## **BAB II**

### **PROSES PRODUKSI**

PDAM Tirtanadi adalah perusahaan yang menghasilkan air bersih sebagai produk utamanya. Adapun air yang diolah adalah air sungai (air permukaan) yang terdiri dari partikel diskrit (yang dapat mengendap secara gravitasi) dan partikel glokulen (memerlukan zat koagulan untuk mengendapkan). Khusus instalasi Sungai, air baku diperoleh dari Sungai Belawan Sunggal dan untuk menghasilkan air yang sesuai dengan Standard Air Minum No. 907/MENKES/SK/VII/2002 Tanggal 29 Juli 2002 Standard Baku Mutu Air Kelas Satu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tanggal 14 Desember 2001 (Klasifikasi Mutu Air Kelas Satu), dilakukan proses pengolahan yang terdiri dari beberapa unit proses yang terdiri dari Chanel, Prasedimentasi, Clarifier, Filter, Reservoir dengan untuk pendukung pompa air baku dan pompa air bersih.

#### **II. 1. Unit Intake**

Air yang berasal dari sungai ditangkap oleh Badan penangkap Air (Intake). Intake berfungsi sebagai badan untuk memasukkan / menyalurkan serta menjaga kualitas dan kuantitas air baku. Intake di Instalasi Sunggal dilengkapi dengan saringan pasir kasar (Bar Screen) yang berfungsi untuk penyaring kotoran – kotoran sungai seperti sampah, potongan kayu dan sebagainya.

Intake dilengkapi dengan pintu yang bisa naik turun berdasarkan ketinggian sungai dan kebutuhan air pada unit pengolahan selanjutnya.

## II. 2. Unit Chanel

Air baku yang sudah ditangkap oleh Badan penangkap Air (Intake) mengalir secara gravitasi ke Chanel. Disini terjadi proses desinfeksi awal (pertama) yang disebut dengan Pre Chlorinasi, yaitu proses penambahan liquid chlorine yang berfungsi sebagai desinfektan awal dan menghambat pertumbuhan lumut pada air baku. Chanel yang terpasang di instalasi Sunggal mempunyai panjang + 30 meter, tinggi air bisa masuk 3 meter dengan lebar 3 meter.

## II. 3. Unit Prasedimentasi (Raw Water Tank)

Prasedimentasi atau Raw Water Tank adalah unit pengolahan ke – 2 (Kedua) setelah Chanel yang terdiri dari 4 bak dengan dimensi panjang 35 meter, luas 12,5 meter, tinggi 3 meter.

Air yang berasal dari Chanel ini mengendap secara gravitasi karena prinsip kerja dari unit prasedimentasi ini adalah sedimentasi awal yang bertujuan untuk mengurangi partikel diskrit terdiri dari pasir dan lumpur. Sedangkan partikel flokulen tetap terkandung di air baku akan diolah pada unit operasi selanjutnya di clarifier.

## II. 4. Unit Pompa Air Baku (Raw Water Pump)

Air yang masih mengandung partikel flokulen dipompakan oleh pompa air baku (Raw Water Pump). Pompa air baku terdiri dari lima set pompa yang terdiri dari

- RWP I : 5 Pompa
- RWP II : 4 Pompa
- RWP III : 4 Pompa

- RWP IV : 4 Pompa
- RWP V : 3 Pompa

## II. 5. Unit Clarifier

Ada 5 buah clarifier kapasitas rata – rata 360 liter / detik. Air yang berasal dari Bak Prasedimentasi (RWT) dipompakan ke dalam clarifier. Proses pengolahan air secara kimiawi berlangsung di Clarifier dengan menginjeksikan larutan tawas /  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$  sebagai zat koagulan (penggumpal) bagi partikel – partikel flokulen (partikel yang hanya bisa mengendap dengan penambahan bahan kimia / koagulan).

Pada clarifier terjadi 3 (tiga) proses yang terdiri dari proses koagulasi (pembentukan gumpalan). Proses flokulasi (pembentukan Flok) dan proses sedimentasi (pengendapan untuk menghasilkan air bersih).

## II. 6. Unit Filter

Air yang berasal dari clarifier masih belum memenuhi standar air bersih kebutuhan sehari – hari bagi masyarakat untuk itu air mengalami penyaringan di unit filter. Filter (saringan) yang dipergunakan oleh Instalasi Sunggal adalah sejenis saringan pasir cepat (Rapid Sand Filter). Unit filter yang terpasang terdiri dari 5 (lima) unit dengan 32 (tiga puluh dua) bak, yaitu :

- Filter 1 : 6 Bak
- Filter 2 : 8 Bak
- Filter 3 : 6 Bak
- Filter 4 : 6 Bak
- Filter 5 : 6 Bak
-

## II. 7. Unit Reservoir

Air yang telah disaring difilter masuk ke dalam bak penampungan (reservoir) yang diiringi dengan penginjeksian Kapur Gamping (proses netralisasi) dan chlor (proses desinfeksi). Reservoir yang terpasang terdiri dari 2 unit dengan masing – masing kapasitas  $6.000 \text{ m}^3$  sehingga total seluruhnya  $12.000 \text{ m}^3$ . Air yang berasal dari filter 1 dan 2 masuk ke reservoir 1 dan air yang berasal dari filter 3, 4 dan 5 masuk ke reservoir 2. Air yang tersedia di reservoir adalah air yang sudah memenuhi syarat kualitas air minum menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 907/MENKES/SK/VII/2002 Tanggal 29 Juli 2002 dan untuk penyalurannya ke pelanggan (konsumen) air yang dipompakan ke pipa transmisi dan dikirim ke pipa distribusi.

Pada dasarnya proses pengolahan air yang sebenarnya hanya memisahkan Suspenden Solid dan air serta mematikan kuman – kuman yang terkandung didalamnya. Adapun proses yang terjadi pada pengolahan air terdiri dari : Proses Koagulasi, Flokulasi, Sedimentasi, Filtrasi, Chlorinasi dan Netralisasi.

### 1. Proses Koagulasi

Proses koagulasi adalah proses penggumpalan partikel halus yang tidak dapat diendapkan secara gravitasi karena mengandung partikel – partikel koloid di unit clarifier. Untuk mengendapkannya dibutuhkan bahan koagulan seperti garam Fe dan Al yang ditambahkan ke dalam air untuk merubah bentuk (transformasi) zat – zat kotoran. Zat – zat tersebut akan bereaksi dengan hidrolisa garam – garam Fe atau Al.

menjadi flok dengan ukuran besar yang dapat dihilangkan secara mudah, melalui sedimentasi dan filtrasi.

Pada sistem pengolahan air, koagulasi terjadi pada unit pengadukan cepat (Rapid Mixing) karena koagulan harus tersebar secara cepat dan reaksi hidrolisa hanya terjadi dalam beberapa detik. Dimana proses koagulasi ini pada prinsipnya adalah menciptakan turbulensi dan memberi kesempatan sebanyak – banyaknya dan semaksimal mungkin bagi partikel koloid untuk pertumbukan dan berikatan sehingga mudah mengendap.

Faktor – faktor yang mempengaruhi proses koagulasi :

1. Kualitas air bahan dalam hal ini kebutuhan iar baku.
2. Dosis zat koagulan.
3. pH.
4. Jumlah dan karakteristik muatan koloid.
5. Kecepatan pengadukan.
6. temperatur.
7. Alkalinitas.
8. Karakteristik ion di dalam air.

Adapun jenis koagulan yang umum dapat dipergunakan dalam proses pengolahan air bersih dapat dilihat pada Tabel II dibawah ini :

**Tabel II**  
**Jenis Koagulan yang umum dipergunakan**

Jenis Koagulan	PH Efektif
$Al_2(SO_4)_3$	5,5 – 8,0
$Fe_2(SO_4)_3$	4,0 – 6,0
$Fe(SO_4)$	8,0 – 9,2
$FeCl_3$	4,0 – 11,0

## 2. Proses Flokulasi

Pada saat penambahan zat koagulan di clarifier pada air baku yang akan diolah bertujuan untuk memperoleh terbentuknya flok sebagai akibat gabungan dari koloid – koloid yang ada didalam air baku disebut dengan proses flokulasi. Pembentukan flok ini akan berlangsung dengan baik pada saat penambahan zat koagulan ke dalam air disertai proses pengadukan cepat (rapid mixing) yang dilanjutkan dengan pengadukan lambat (slow mixing).

Pengadukan cepat dilakukan di dalam bak yang dilengkapi dengan pengaduk (agitator) yang mana agitasi ini berfungsi untuk mendispersikan secara seragam bahan koagulan sehingga terjadi kontak yang cukup antara koagulasi dengan partikel – partikel tersuspensi sehingga akan terbentuk flok yang stabil yang mengendap.

Menurut “Degreement” ukuran flok dapat diperbaiki, ditingkatkan dengan cara :

1. Peningkatan jumlah flok didalam air dan dapat dilakukan dengan cara membuat kontak antara air yang sedang diolah dengan presipitat yang terbentuk, misalnya dengan cara sludge recirculation / recirculation Lumpur (flok) akan menjadi lebih tinggi.
2. Meningkatkan kecepatan partikel koloid yang bermuatan untuk bertemu dengan partikel flok.
3. Dengan menggunakan zat koagulan yang cocok.

### 3. Proses Sedimentasi

Flokulasi akan menimbulkan gradien kecepatan sehingga terjadi kontak antar partikel, dan flok yang terbentuk pada saat proses flokulasi akan mengalami tumbukan sesama flok yang akan membentuk endapan pada zona pengendapan di clearator yang disebut dengan sedimentasi.

Sedimentasi dapat ditingkatkan dengan penambahan tanah liat atau bentonit kedalam air yang akan diolah. Pada volume dan kapasitas yang sama efisiensi bak dapat ditingkatkan yaitu dengan memperbesar luas daerah tempat akumulasi endapan (zona pengendapan) yaitu membuat plat settler. Pada proses sedimentasi ini gabungan flok – flok yang besar akan mengendap membentuk selimut Lumpur yang bersifat stationer. Pada selimut Lumpur ini konsentrasi flok sangat tinggi, sehingga suspended matter akan tersaring dan air yang jernih akan bebas naik keatas permukaan plat settler dan selanjutnya air hasil olahan akan masuk ke filter.

#### 4. Proses Filtrasi

Filtrasi adalah penyaringan cairan oleh suatu media yang porous (pasir) yang berfungsi untuk mengurangi kadar zat yang masih tersuspensi di dalam air hasil pengolahan dari clearator. Bentuk dan ukuran media pasir sangat mempengaruhi efektivitas penyaringan. Untuk instalasi Sunggal dipergunakan saringan Pasir Cepat (rapid sand filter) yang berfungsi untuk menyaring air keluaran dari proses sedimentasi tanpa adanya proses biologis. Filter mengalami pencucian secara berperiodik karena media filter tersusun dari pasir, pasir karsa dan gravel dengan sistem pencucian Back Wash.

#### 5. Proses Desinfeksi

Dalam sistem penyediaan air minum, penurunan mikroorganisme penyebab penyakit tersebut dilakukan dengan pengolahan khusus yaitu desinfeksi. Desinfeksi ini tidak hanya dilakukan terhadap pengolahan air bersih tetapi juga pada pengolahan air limbah dan dilakukan pada akhir proses pengolahan air. Dengan proses desinfeksi ini penurunan mikroorganisme dapat mencapai 100 % bila proses tersebut didahului oleh proses koagulasi, flokulasi dan proses pengendapan / sedimentasi pengurangan mikroorganisme penyebab penyakit 60 – 90 %. Dengan demikian proses desinfeksi ini bertujuan untuk membunuh mikroorganisme penyebab penyakit (tidak termasuk spora – sporanya) didalam air.

Untuk instalasi Sunggal, desinfeksi yang dilakuakn ada dua proses yaitu Pre Chlorinasi (penginjeksian gas chlor di air baku yang berfungsi untuk menghambat pertumbuhan lumut) dan Post Chlorinasi (penginjeksian gas chlor di air bersih yang keluar dari filter berfungsi sebagai desinfectan).

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 9/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)9/1/24



## 6. Proses Netralisasi

Setelah air mengalami penambahan Tawas /  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$  yang bersifat asam pada proses koagulasi, air akan mengalami penurunan pH, dan untuk menetralkan pH yang turun tersebut, air yang berasal dari filter akan ditambah dengan Kapur Tohor ( $CaO$ ) dijalur air sebelum masuk ke dalam reservoir. Setelah air olahan dinetralkan dengan penambahan kapur air disimpan di resevoir dan siap di distribusikan ke pelanggan dengan kualitas yang sudah memenuhi standard Departemen Kesehatan Republik Indonesia.

Untuk diagram alirnya lihat lampiran – 5.



## BAB III

### I ANDASAN TEORI

#### III. 1. Pengertian Pengendalian Mutu

Mutu produk dapat didefinisikan adalah keseluruhan gabungan karakteristik produk atau jasa dari pemasaran, rekayasa, pembuatan dan pemeliharaan yang membuat produk dan jasa yang digunakan untuk memenuhi harapan pelanggan (customer).

Mengingat pentingnya mutu suatu produk yang dihasilkan, maka dalam dunia industri sering dilakukan pengendalian mutu untuk menguji apakah produk atau barang yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi (standard) yang telah ditetapkan. Pengendalian mutu di definisikan sebagai kombinasi semua alat dan teknik yang digunakan untuk mengendalikan mutu suatu produk dengan biaya seekonomis mungkin untuk memenuhi syarat pemesanan.

Terkadang walaupun pengendalian mutu dilakukan, namun standard mutu yang telah ditetapkan seringkali tidak dapat dipenuhi secara tepat, sehingga diperlukan kelonggaran atau toleransi tertentu. Toleransi ini biasanya dinyatakan dalam suatu range atau batasan.

Ada beberapa pendapat tentang pengertian pengendalian mutu berdasarkan kumpulan pendapat itu disimpulkan bahwa pengendalian mutu adalah suatu tindakan yang perlu dilakukan untuk menjamin tercapainya tujuan dengan jalan mengadakan pemeriksaan mulai dari bahan mentah hingga menjadi barang jadi sehingga sesuai

dengan standar yang diinginkan. Proses pengendalian mutu ini pada dasarnya berlangsung sebagai berikut :

- a. Menetapkan standard dan kontrol.
- b. Mengukur hasil pekerjaan.
- c. Membandingkan pekerjaan dengan standard yang ditentukan semula.
- d. Mengadakan tindakan koreksi.

Adapun tujuan dari pengendalian mutu adalah :

1. Untuk mengetahui apakah sesuatu itu sudah berjalan dengan rencana yang ditetapkan.
2. Untuk mengetahui kelemahan, kesulitan sehingga dapat dilakukan perbaikan, serta mencegah jangan sampai terulang lagi kegiatan yang salah.
3. Mengetahui apakah sesuatu itu telah berjalan dengan efektif dan efisien.

### **III. 2. Pengendalian Mutu Statistik**

Ada banyak defenisi atau pengertian yang dapat diberikan terhadap Statistic Quality Control. salah satu diantaranya adalah suatu system yang dikembangkan untuk menjaga standard yang uniform dari mutu hasil produksi, pada tingkat biaya yang minimum dan merupakan bantuan untuk mencapai efisiensi perusahaan pabrik. Pada dasarnya Statistic Quality Control merupakan penggunaan metode statistik untuk mengumpulkan dan menganalisa data dalam penentuan dan pengawasan kualitas produksi.

Dalam konsep pengendalian mutu statistik, mutu diartikan secara sempit yaitu penekanan pada fungsional utility value saja. Fungsional utility suatu komoditi dicerminkan oleh karakteristik tertentu.

1. Spesifikasi (kandungan elemen–elemen tertentu) yang menentukan kemampuan produk tersebut memenuhi fungsi kegunaan seperti yang diharapkan.
2. Kondisi fisik komoditi (memenuhi standard atau tidak memenuhi standard). Produk – produk yang dihasilkan dengan bermacam – macam tingkatan teknologi, seringkali diperoleh dalam keadaan tidak sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan, bahkan sebagian produk mempunyai cacat, sehingga harus diolah sebagai produk jadi.

### III. 2. 1. Asumsi Normalitas

Untuk memeriksa apakah populasi berdistribusi normal atau tidak dapat ditempuh uji normalitas dengan Chi – kuadrat ( $X^2$ ). Untuk itu dapat dibuat daftar distribusi frekuensi dengan panjang kelas yang sama, dilakukan sebagai berikut :

1. Menentukan rentang yaitu data terbesar dikurang data terkecil.
2. Menentukan banyaknya kelas interval yang diperlukan dengan menggunakan “Aturan Strurges” yaitu banyak kelas =  $1 + 3.3 \log . n$
3. menentukan panjang kelas interval (P),  $P = \frac{\text{Rentang}}{\text{BanyakKelas}}$
4. Memilih ujung bawah kelas interval pertama. Untuk itu bisa diambil sama dengan data terkecil atau nilai data yang terkecil tapi selisihnya harus kurang dari panjang kelas yang telah ditentukan.

5. Menentukan titik tengah ( $X_i$ ) dengan cara membagi dua hasil penjumlahan antara tepi bawah dan tepi atas kelas.
6. Menentukan hasil perkalian frekuensi dan titik tengah ( $f_i \cdot X_i$ ), kemudian mencari nilai rata – rata sample ( $\bar{x}$ ) dengan cara membagi total hasil perkalian ( $\sum f_i \cdot X_i$ ) dengan jumlah frekuensi ( $\sum f_i$ ).
7. Menentukan standard devuasu ( $s$ ) dengan rumus :

$$\bar{X} = \frac{\sum f_i \cdot x_i}{\sum f_i}$$

$$S = \frac{\sqrt{\sum f_i (x_i - \bar{x})^2}}{\sum f_i - 1}$$

Selanjutnya daftar distribusi frekuensi diselesaikan dengan menggunakan harga – harga yang telah dihitung, seperti Tabel III dibawah ini.

**Tabel III. 1. Tabel Distribusi Frekuensi**

Kelas	Frekuensi (Fi)	Titik Tengah (Xi)	Fi . Xi	Xi . X	(Xi – X) <sup>2</sup>	Fi (Xi – X) <sup>2</sup>
-------	----------------	-------------------	---------	--------	-----------------------	--------------------------

Keterangan :

Fi : Frekuensi Pengamatan

X : Rata – Rata Hitung

8. Menghitung Uji Normalitas dengan menggunakan rumus :  $Z = \frac{X - \bar{X}}{S}$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n F_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^n f_i}$$

$$\chi^2 = \frac{(O_1 - E_1)^2}{E_1} + \frac{(O_2 - E_2)^2}{E_2} + \frac{(O_3 - E_3)^2}{E_3}$$

Setelah harga – harga ini diperoleh, maka dibuat Tabel III. 2 (Frekuensi diharapkan dan pengamatan).

**Tabel III. 2. Frekuensi Diharapkan dan Pengamatan**

Batas Kelas (X)	Z Untuk Batas Kelas	Luas Tiap Kelas Interval	Frekuensi Diharapkan (E <sub>i</sub> )	Frekuensi Pengamatan (O <sub>i</sub> )
-----------------	---------------------	--------------------------	--	--

Keterangan :

E<sub>i</sub> : Luas tiap kelas interval X . n

E<sub>i</sub> : Luas ,  $\sum f_i$

Jika distribusi  $\chi^2$  perhitungan <  $\chi^2$  tabel berarti hipotesa sample itu berasal dari distribusi normal dapat diterima.

### III.2.2. Model Anava Design Eksperimen Faktorial

Untuk analisa data yang diperoleh berdasarkan design eksperimen faktorial dengan sebuah observasi setiap unit eksperimen. Huruf besar A,B dan C digunakan untuk menyatakan faktor-faktor, sedang huruf kecil a, b dan c menyatakan taraf dari tiap faktor. Taraf ke - i dalam faktor A ditulis sebagai A<sub>i</sub> (I = 1,2,3,...,a), taraf ke - j dalam faktor B ditulis sebagai B<sub>j</sub> (j= 1,2,...,b) taraf ke-k dalam faktor C ditulis sebagai C<sub>k</sub> ( k = 1,2,...,c). Pengacakan dilakukan secara sempurna dalam sel untuk “n” buah unit yang diambil acak dari populasinya. Pengamatan merupakan pengamatan ke – m dari sejumlah “ n “ yang diambil secara acak dari Populasi yang te

terjadi karena kombinasi perlakuan taraf “j” faktor A, taraf “j” faktor B dan taraf “k” faktor C.

Model yang digunakan untuk design factorial axbxc adalah :

$$Y_{ijk(m)} = \mu + A_i + B_j + C_k + AB_{ij} + AC_{jk} + ABC_{ijk} + \varepsilon_{m(ijk)}$$

Dimana :

$$i = j = k = 2$$

$$m = 1, 2, \dots, n$$

$Y_{ijk(m)}$  = Variabel respon hasil observasi ke – m yang terjadi karena Pengaruh bersama taraf ke I faktor A, taraf ke j faktor B, taraf – Taraf ke – k faktor C.

$\mu$  = Rata – rata yang sebenarnya

$A_i$  = Efek taraf ke – i faktor A

$B_j$  = Efek taraf ke – j faktor B

$C_k$  = Efek taraf ke – k faktor C

$AB_{ij}$  = Efek interaksi antara taraf ke-i faktor A dan taraf ke – j faktor B

$AC_{jk}$  = Efek interaksi antara taraf ke – i faktor A dan taraf ke – k Faktor C

$ABC_{ijk}$  = Efek terhadap respon yang disebabkan oleh interaksi antara ke – i faktor A dan taraf ke – j faktor B dan taraf ke – k faktor C

$\varepsilon_{m(ijk)}$  = Efek unit eksperimen k – m ddikarenakan oleh kombinasi perlakuan (ijk)

Model pengujian yang digunakan adalah model I (model tetap). Model ini digunakan apabila peneliti hanya berurusan dengan banyak taraf tetap untuk tiap faktor, yaitu sebanyak a untuk faktor A, b untuk faktor B, dan c untuk faktor C yang semuanya digunakan untuk taraf yang tetap tersebut. Secara simbolik, asumsi ditulis sebagai berikut :

$$\sum_{i=1}^a A = \sum_{j=1}^b B_j = \sum_{k=1}^c C_k = \sum_{i,j} A_{bij} = \sum_{i,j,k} AB_{ij} = \sum_{i,j,k} AC_{ijk} = \sum_{i,j,k} BC_{jk} = \sum_{i,j,k} ABC_{ijk} = 0$$

Hipotesa nol yang dapat diuji untuk model ini ialah tidak terdapat efek faktor-faktor dan tidak terdapat efek interaksi antara faktor-faktor. Dalam bentuk perumusan

Ho akan diperoleh :

$$\begin{aligned} H_{01} &: A_i = 0, (i = 2) \\ H_{02} &: B_j = 0, (j = 2) \\ H_{03} &: C_k = 0, (k = 2) \\ H_{04} &: A_{bij} = 0, (i = j = 2) \\ & \cdot \\ & \cdot \\ H_{07} &: ABC_{ijk} = 0, (i = j = 2) \end{aligned}$$

Seringkali si peneliti berhadapan dengan eksperimen yang melibatkan sejumlah faktor yang tiap faktornya hanya terdiri dari dua taraf. Misalnya percobaan dalam menentukan efek (pengaruh) suhu tinggi dan suhu rendah terhadap mutu kayu ddikeringkan, efek tekanan rendah, kelembaban tinggi dan kelembaban rendah dan lain – lain. Karena seringnya didapati eksperimen faktorial yang menyangkut sejumlah faktor dengan banyak taraf untuk masing – masing faktor 2 buah. Maka



pembahasan mengenai hal ini perlu dilakukan secara sendiri. Dan desain yang demikian dinamakan design eksperimen factorial  $2^k$ .

Eksperimen dimana semua (hampir sama) taraf sebuah faktor tertentu dikombinasikan dengan semua (hampir semua) taraf faktor lainnya yang terdapat dalam eksperimen factorial. Apabila design eksperimen factorial yang menyangkut 'k' buah dinamakan design eksperimen factorial  $2^k$ , dimana banyak taraf sebagai bilangan pokok sedangkan banyak faktor sebagai pangkat. Jika eksperimen melibatkan 3 buah faktor dan tiap faktor mempunyai 2 taraf, maka design eksperimen faktorialnya  $2^3$ .

Dengan menggunakan tanda koefisien efek, system kontras orthogonal dengan mudah dapat dibentuk seperti nampak pada Tabel III.3 berikut :

**Tabel III.3 Design Faktorial  $2^3$**

No	Kombinasi	Perlakuan ( Variabel )			Yield = Y (hasil)
	Perlakuan	A = x1	B = x2	C = x3	
1	(1)	-	-	-	Y1
2	a	+	-	-	Y2
3	b	-	+	-	Y3
4	ab	+	+	-	Y4
5	c	-	-	+	Y5
6	ac	+	-	+	Y6
7	bc	-	+	+	Y7
8	abc	+	+	+	Y8

Keterangan : Tanda (-) untuk level rendah

Tanda (+) untuk level tinggi

Pada proses selanjutnya dilakukan penyelesaian dengan menggunakan metode algoritma Yates karena lebih muda dan praktis

Metode Yates digunakan menghitung kontras dan JK tiap kombinasi perlakuan dalam eksperimen factorial  $2^3$ . Skema perhitungan kontras metode Yates untuk eksperimen factorial dengan “r” observasi tiap sel dapat pada tabel III.4.

JK kekeliruan akan diperoleh dengan menghitung  $\sum y^2$  dan  $Ey$ , dimana harga  $Ey$  adalah  $\sum y^2$  dikurang tiap JK

Untuk menghitung efek faktor yang berpengaruh dalam tiap sel kombinasi perlakuan terjadi replikasi “r”, maka secara umum dapat dituliskan sebagai berikut :

$r \cdot 2^{k-1}$ A	= (a - 1) (b + 1) (c + 1) (d + 1) (e + 1).....
$r \cdot 2^{k-1}$ B	= (a + 1) (b - 1) (c + 1) (d + 1) (e - 1).....
$r \cdot 2^{k-1}$ C	= (a + 1) (b + 1) (c + 1) (d + 1) (e + 1).....
.....	
.....	
.....	
$r \cdot 2^{k-1}$ AB	= (a - 1) (b - 1) (c + 1) (d + 1) (e + 1).....
$r \cdot 2^{k-1}$ AC	= (a - 1) (b + 1) (c - 1) (d + 1) (e + 1).....
.....	
.....	

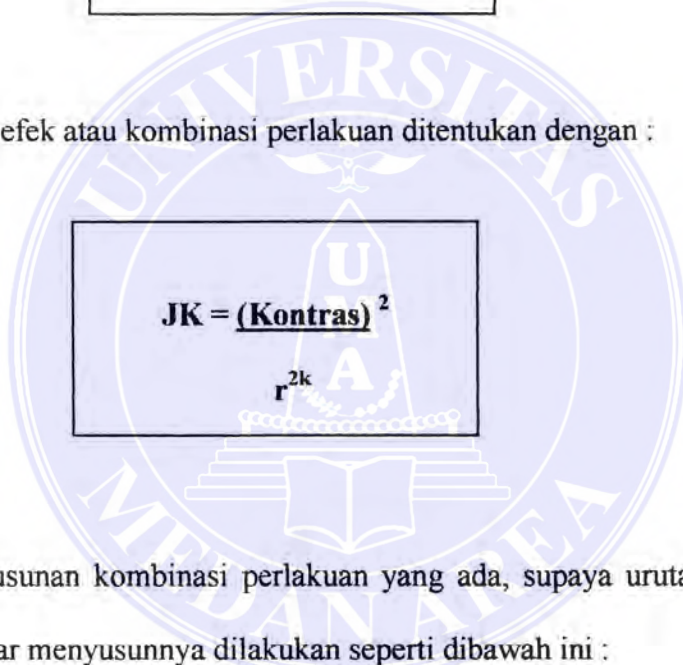
.....

$$r \cdot 2^{k-1} ABC = (a - 1)(b - 1)(c - 1)(d + 1)(e + 1) \dots$$

dengan singkat hubungan diatas dapat ditulis sebagai berikut :

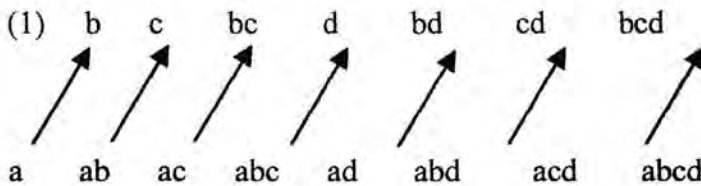
$$\mathbf{Kontras = r \cdot 2^{k-1}}$$

Jumlah kuadrat tiap efek atau kombinasi perlakuan ditentukan dengan :



$$\mathbf{JK = (Kontras)^2}$$

Dalam penyusunan kombinasi perlakuan yang ada, supaya urutannya benar, maka dianjurkan agar menyusunnya dilakukan seperti dibawah ini :



Yang kemudian dimasukkan dalam Tabel Analisa Data Menurut metode Yates pada Tabel III.4 berikut :

**Tabel III.4 Analisa Data Menurut Metode Yates**

No	Kombinasi Perlakuan	Respon	Kolom	Kolom	Kolom	$JK = \frac{(\text{Kontras})^2}{r^{2k}}$
1	(1)	(1)	(1) + a	(1)+a+b+ab	Total	
2	A	a	b+ab	c+ac+bc+abc	$r.2^3$ A	
3	B	b	c+ac	a-(1)+ab+b	$r.2^3$ B	
4	Ab	ab	bc+abc	ac-c+abc+b	$r.2^3$ AB	
5	C	c	a-(1)	b+ab-(1)+ac	$r.2^3$ C	
6	Ac	ac	ab-1	bc+abc-c+ac	$r.2^3$ AC	
7	Bc	bc	ac-c	ab-b-a(1)	$r.2^3$ BC	
8	Abc	abc	abc-bc	abc-bc-ac-c	$r.2^3$ ABC	

Menurut “Douglas C.Montgomery” :

$$A = 1/4n (a + ab + ac + abc - b - c - (1))$$

$$B = 1/4n (a + ab + ac + abc - a - c - (1))$$

$$C = 1/4n (c + ac + bc + abc - a - b - ab - (1))$$

$$AB = 1/4n (ab + (1) + abc + c - b - bc - ac)$$

$$AC = 1/4n (ac + (1) + abc + a + b - a - c - ab - ac)$$

$$BC = 1/4n (bc + (1) + abc + a - b - a - c - ab - ac)$$

$$ABC = 1/4n (abc - bc - ac + c - ab + b - a - (1))$$

Sedangkan untuk memperoleh tanda faktorial dapat pada Tabel III.5 berikut :

**Tabel III.5 Tanda-tanda dari Faktorial Desain**

Kombinasi Perlakuan	Faktorial							
	1	A	B	AB	C	AC	BC	ABC
(1)	+	-	-	+	-	+	+	-
a	+	+	-	-	-	-	+	+
b	+	-	+	-	-	+	-	+
ab	+	+	+	+	-	-	-	-
c	+	-	-	+	+	-	-	+
ac	+	+	-	-	+	+	-	-
bc	+	-	+	-	+	-	+	-
abc	+	+	+	+	+	+	+	+

### III.2.3 Analisa Varians

Analisa varians adalah tes signifikans yang dilakukan dalam eksperimen, sehingga dapat diambil suatu keputusan berdasarkan informasi yang diperoleh dari sample. Tujuannya adalah untuk mengetahui pengaruh dari sumber varians (variabel-variabel yang berpengaruh dari suatu eksperimen)

Dalam analisa varians, sumber variable yang disebabkan oleh perlakuan dapat diuraikan menjadi variasi “main effect” (pengaruh utama) dan “Interaction effect “ (pengaruh interaksi). Untuk mengisi tabel analisa varians, perlu dihitung  $\Sigma y^2$ . Bentuk

umum daftar analisa varians (anova) untuk eksperimen factorial  $2^k$  dengan “r” kali replikasi untuk tiap sel dapat dilihat pada Tabel III.6 berikut ini :

**Tabel III.6 Analisa Varians**

Sumber Variasi		dk	JK	RJK	F
Rata-rata		1	$Ry$	R	
Efek Utama	A	1	$Ay$	A	Ditentukan Oleh sifat faktor
	B	1	$By$	B	
	C	1	$Cy$	C	
Interaksi 2 faktor	AB	1	$Aby$	AB	faktor
	AC	1	$Acy$	AC	
	BC	1	$Bcy$	BC	
Interaksi 3 Faktor	ABC	13	$ABCy$	ABC	
Kekeliruan		$r \cdot 2^k - 1$	$Ey$	E	
Jumlah		$r \cdot 2k$	$\Sigma y^2$		

RJK dapat dihitung dengan membagi JK oleh dknya masing-masing. Kolom F adalah hasil bagi RJK masing-masing oleh RJK kekeliruan. Hipotesa ( $H_0$ ) menyatakan tidak ada pengaruh terhadap unit eksperimen.

Dengan taraf signifikans =  $\alpha$  ,  $v_1$  = dk perlakuan,  $v_2$  = dk kekeliruan maka dapat diperoleh harga f tabel ( $(\alpha (v_1, v_2))$ ). Jika F perhitungan > F tabel, maka ditolak , artinya ada pengaruh faktor terhadap eksperimen

### III.2.4 Analisa Varians untuk Design Acak Sempurna

Untuk analisa data yang diperoleh berdasarkan design acak sempurna, akan ditinjau design dengan sebuah observasi tiap unit eksperimen.

Misalkan ada k buah perlakuan dimana terdapat n unit eksperimen untuk perlakuan ke 1 ( $I = 1, 2, 3, \dots, k$ ). Jika data pengamatan dinyatakan dengan  $Y_{ij}$  berarti nilai pengamatan dari unit eksperimen ke j karena ke I, maka untuk keperluan analisisnya data tersebut disusun dalam tabel berikut, dari tabel tersebut dihitung besaran-besaran yang diperlukan ialah.

Jumlah nilai pengamatan untuk tiap perlakuan  $J_i = \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}$

Jumlah seluruh nilai pengamatan  $J = \sum_{i=1}^k J_i$

Rata-rata pengamatan untuk tiap perlakuan  $\bar{Y} = J_i/n_i$

Rata-rata seluruh nilai pengamatan  $\bar{Y} = \frac{J}{\sum_{i=1}^k n_i}$

**Tabel III.7 data Pengamatan untuk DAS**

	Perlakuan				Jumlah
	1	2	.....	K	
Data Pengamatan	Y <sub>11</sub> Y <sub>12</sub> ..... ..... Y <sub>1n1</sub>	Y <sub>21</sub> Y <sub>22</sub> ..... ..... Y <sub>2n2</sub>	..... ..... ..... ..... .....	Y <sub>k1</sub> Y <sub>k2</sub> ..... ..... .....	
Jumlah	J <sub>1</sub>	J <sub>2</sub>	.....	J <sub>k</sub>	J <sub>k</sub> $\sum_{i=1}^k J_i$
Banyak Pengamatan	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	.....	n <sub>k</sub>	k $\sum_{i=1}^k n_i$
Rata-rata	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	.....	Y <sub>k</sub>	Y = $\frac{J}{\sum_{i=1}^k n_i}$

$$JK = \frac{(\text{Kontras})^2}{r \cdot 2^3}$$

$$\Sigma Y^2 = \text{Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) semua nilai pengamatan} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2$$



$$R_y = \text{Jumlah kuadrat -kuadrat (JK) untuk rata-rata} = \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

$P_y$  = Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan

$$= \sum_{i=1}^k n_i (Y_i - \bar{Y})^2$$

$$= \sum_{i=1}^k (J_i^2 / n_i) - R_y$$

$E_y$  = Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) kekeliruan eksperimen

$$= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij} - Y_i)^2$$

$$= \sum Y^2 - R_y - P_y$$

Selanjutnya hasil perhitungan rumus-rumus diatas dimaksukkan dalam Tabel

III.8 berikut (Tabel Anava) dibawah ini :

Tabel III.8 Tabel Anava

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Kuadrat Tengah	F <sub>Hitung</sub>
Rata-rata Efek Utama	Ry	1	R	
1. A	Ay	a - 1	A	A/E
2. B	By	b - 1	B	B/E
3. C	Cy	c - 1	C	C/E
Interaksi dua faktor				
4. AB	ABy	(a - 1)(b - 1)	AB	AB/E
5. AC	ACy	(a - 1)(c - 1)	AC	AC/E
6. BC	BCy	(b - 1)(c - 1)	BC	BC/E
7. ABC	ABCy	(a-1)(b-1)(c-1)	ABC	ABC/E
Kekeliruan	Ey	abc (n - 1)	E	
Jumlah	Y <sup>2</sup>	abcn	-	

### III.2.5 Pengujian Hipotesa

Hipotesa pada dasarnya merupakan dugaan yang mungkin benar dan sering digunakan sebagai dasar mengambil keputusan persoalan untuk penelitian lebih lanjut. Hipotesa berupa anggapan untuk pengujian suatu masalah harus dinyatakan secara kuantitatif (Berupa angka – angka)

Prosedur memungkinkan untuk mengambil suatu keputusan dibuat dua alternatif yaitu menerima atau menolak hipotesa yang dipertanyakan dinamakan pengujian hipotesa

Alternatif dari hipotesa yang akan diuji dinyatakan dengan notasi  $H_0$  dan  $H_1$ .  $H_0$  merupakan hipotesa nol yakni yang akan diuji apakah diterima atau ditolak berdasarkan hasil eksperimen.  $H_1$  merupakan hipotesa alternatif. Jika  $H_0$  diterima berarti  $H_1$  ditolak dan begitu juga sebaliknya jika  $H_0$  ditolak  $H_1$  diterima.

Dalam melakukan penelitian faktor yang diduga paling berpengaruh pengujian hipotesa dilakukan dengan membandingkan harga  $F_{hitung}$  dengan  $F_{tabel}$ , di mana jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$ ,  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima.

$F_{tabel} : F (V_1 : V_2 : \alpha)$ , dimana

$V_1$  = derajat kebebasan pembilang (perlakuan)

$V_2$  = derajat kebebasan penyebut (kekeliruan)

$\alpha$  = 0,05 (5%)

Harga  $F_{hitung}$  yaitu A,B,C dibandingkan dengan  $F_{tabel}$ , jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$  berarti faktor mempunyai pengaruh penting yang harus diperhatikan untuk percobaan selanjutnya.

### III.2.6 Tahap Optimasi

Bagian ini berhubungan dengan problem untuk menentukan keadaan yang paling baik dari suatu proses dengan memaksimalkan suatu bentuk seperti hasil ataupun kemurnian produk.

Metode yang digunakan untuk mendekati pada keadaan optimum dari keadaan yang mula-mula jauh dari hasil optimum adalah mengikuti jalur Tanjakan atau Metode Steepest Ascent, sehingga optimasi dapat ditetapkan dengan cepat pada kondisi yang sesuai.

### III.2.7 Metode Lintas Pendakian Tercuram

Untuk keperluan-keperluan optimasi dari factor yang berpengaruh terhadap respon Y maka digunakan metode lintas pendakian tercuram. Dasar kerjanya adalah melakukan sebuah eksperimen yang sederhana pada bagian permukaan respon yang luasnya kecil dan dianggap bidang. Kemudian ditentukan persamaan rupa agar kearah optimum atau sekitar optimum pada permukaan respon.

Karena eksperimen berikutnya diharapkan harus bergerak dalam arah mendaki cepat menuju titik optimum pada permukaan respon, maka metode ini dinamakan Lintas Pendakian Tercuram. Teknik ini tidak menentukan berapa jauh eksperimen berikutnya dilakukan dari eksperimen awal, namun cukup mengatakan kepada pelaksana arah mana eksperimen berikutnya dilakukan.

Dalam hal berdimensi dua, untuk permukaan respon yang paling sederhana persamaan modelnya adalah :

$$Y = B_0 \cdot X_0 + B_1 \cdot X_1 + B_2 \cdot X_2 + \varepsilon$$

Dimana :

Y = Respon yang diamati

X<sub>0</sub> = Variabel semu yang selalu berharga satu (+)

X<sub>1</sub> = Variabel faktor pertama

X<sub>2</sub> = Variabel faktor kedua

B<sub>0</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> = Nantinya ditaksir menggunakan metode kuadrat terkecil.

ε = Kekeliruan eksperimen

Model diatas biasanya disebut persamaan order pertama mengingat pangkat variable – variabelnya besarnya sama dengan satu.

Jika karena sesuatu kejelasan model permukaan respon tidak berorder satu seperti diatas (untuk dimensi dua), maka mungkin diambil metode berorder dua yang bentuk umumnya :

$$Y = B_0 \cdot X_0 + B_1 \cdot X_1 + B_2 \cdot X_2 + B_{11}X_{11} + B_{12}^2X_1 X_2 + B_{22}^2X_2 + \varepsilon$$

Dimana :

X<sub>1</sub>X<sub>2</sub> = Interaksi antara variable faktor X<sub>1</sub> dan X<sub>2</sub>. untuk keadaan berdimensi tiga, yakni respon Y melibatkan tiga variable maka model atau persamaan permukaan berorder satu adalah :

$$Y = B_0 \cdot X_0 + B_1 \cdot X_1 + B_2 \cdot X_2 + B_3 \cdot X_3 + \varepsilon$$

Apabila model berorder dua, maka bentuk umumnya adalah :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 9/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)9/1/24

$$Y = B_0 \cdot X_0 + B_1 \cdot X_1 + B_2 \cdot X_2 + B_3 \cdot X_3 + B_{11}X_{21}^2 + B_{22}X_{22}^2 + B_{33}X_{33}^2 + B_{12}X_1X_2 + B_{13}X_1X_3 + B_{23}X_2X_3 + \varepsilon$$

Dimana :

$X_1X_2$  = Interaksi antara variable  $X_1$  dan  $X_2$

$X_1X_3$  = Interaksi variable  $X_1$  dan  $X_3$

$X_2X_3$  = Interaksi variable  $X_2$  dan  $X_3$

Mudah dimengerti kiranya bahwa makin banyak variable yang terlibat pada respon, makin kompleks modelnya dan makin sulit menentukan harga – harga taksiran koefisien dalam model.

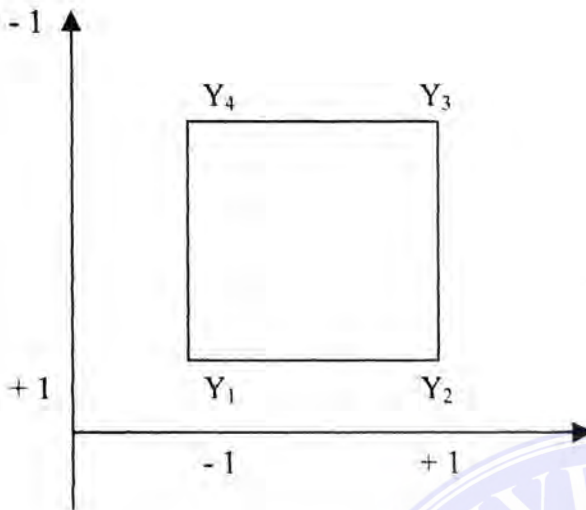
Pada model  $Y = B_0X_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \varepsilon$ . Ada tiga para meter yang harus ditaksir ialah  $B_0$ ,  $B_1$  dan  $B_2$ . Maka paling sedikit diperlukan tiga titik eksperimen. Design yang diperlukan bisa berupa segitiga sama kaki, akan tetapi karena eksperimen melibatkan dua faktor  $X_1$  dan  $X_2$ , maka masing – masing faktor dibuat dua taraf sehingga design factorial  $2^2$  berupa bujur sangkar yang sudut – sudutnya dibentuk oleh titik :

$X_1$  taraf rendah dan  $X_2$  taraf rendah =  $Y_1$

$X_1$  taraf rendah dan  $X_2$  taraf tinggi =  $Y_4$

$X_1$  taraf tinggi dan  $X_2$  taraf rendah =  $Y_2$

$X_1$  taraf tinggi dan  $X_2$  taraf tinggi =  $Y_3$



**Gambar III.1 Design Faktorial  $2^2$  Dalam Bentuk Bujur Sangkar**

Untuk menaksir  $B_0$ ,  $B_1$  dan  $B_2$  sehingga nantinya diperoleh bidang perkiraan terbaik menggunakan kuadrat terkecil. Dengan meminimalkan jumlah kekeliruan  $\epsilon$ , yakni  $\sum \epsilon^2 = \sum (Y - B_0X_0 - B_1X_1 - B_2X_2)$  menggunakan hitung diferensial akan diperoleh system persamaan normal.

$$\sum X_0 Y = b_0 \sum X_0 + b_1 \sum X_0 X_1 + b_2 \sum X_0 X_2$$

$$\sum X_1 Y = b_0 \sum X_0^2 + b_1 \sum X_1 + b_2 \sum X_1 X_2$$

$$\sum X_2 Y = b_0 \sum X_0 X_2 + b_1 \sum X_1 X_2 + \sum b_2 \sum X_2^2$$

Dimana koefisien – koefisien  $b_0$ ,  $b_1$  dan  $b_2$  merupakan taksiran bagi  $B_0$ ,  $B_1$  dan  $B_2$ . Dengan mengambil  $X_1$  dan  $X_2$  sebagai fungsi dari variabel eksperimen yang cocok dapat disusun  $X_1$  dan  $X_2$  menjadi harga  $-1$  dan  $+1$  sehingga sistem persamaan diatas sangat disederhanakan dan  $X_1$  dan  $X_2$  membentuk sistem orthogonal yakni  $\sum X_1 = \sum X_2 = 0$  dan  $\sum X_1 X_2 = 0$ .

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 9/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)9/1/24

Akibat adanya sistem orthogonal ini maka sistem persamaan normal kuadrat terkecil berubah menjadi sebagai berikut :

$$b_0 = \frac{\sum X_0 \cdot Y}{\sum X_0^2} \quad b_1 = \frac{\sum X_1 \cdot Y}{\sum X_1^2} \quad b_2 = \frac{\sum X_2 \cdot Y}{\sum X_2^2}$$

Dengan demikian permukaan respon dapat didekati dengan persamaan :

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2$$

Untuk menguji keberartian koefisien – koefisien dalam model yang diperoleh, maka dicari jumlah kuadrat – kuadrat (sum of square) dengan menggunakan rumus :

$$JK (b_i) = b_i \cdot \sum X_i \cdot Y$$

Dimana :  $I = 0, 1, 2$

Sedangkan jumlah kuadrat total dan jumlah residu adalah :

$$JKT = \sum Y^2$$

$$JK \text{ Residu} = JKT - JK (b_0) - JK (b_1) - JK (b_2)$$

Yang ditampilkan dalam daftar anova permukaan respon faktorial  $2^2$  pada tabel III. 9 berikut ini :

**Tabel III. 9. Daftar Anava Permukaan Respon Faktorial  $2^2$**

Sumber Variasi	DK	JK
Koefisien $b_0$	1	JK ( $b_0$ )
Koefisien $b_1$	1	JK ( $b_1$ )
Koefisien $b_2$	1	JK ( $b_2$ )
Residu	$N - \sum db (b_i)$	
<b>TOTAL</b>	<b>N</b>	<b>JKT</b>

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 9/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)9/1/24



Jika derajat kebebasan dari residu satu, maka tidak ada test yang baik tersedia untuk keberartian koefisien koefisiennya dalam model,, sehingga tidak dapat diperoleh informasi seberapa baik bidang dapat mendekati permukaan respon. Salah satu jalan untuk mengatasi hal ini adalah dengan mengambil dua atau lebih titik di pusat bujur sangkar eksperimen, sehingga dihasilkan error dan taksiran kecocokan bidang.

Misalkan dilakukan penambahan n titik eksperimen di sekitar titik pusat (0,0) maka diperoleh daftar dalam Tabel III. 10 berikut ini :

**Tabel III. 10. Susunan Ortogonal Penambahan n Sekitar Titik Pusat**

Y	X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
Y <sub>1</sub>	1	-1	-1
Y <sub>2</sub>	1	+1	-1
Y <sub>3</sub>	1	+1	+1
Y <sub>4</sub>	1	-1	+1
Y <sub>i</sub>	1	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
Y <sub>n</sub>	1	1	1

Setelah penambahan n titik disekitar pusat (0,0) bujur sangkar eksperimen maka kesalahan eksperimen dan kecocokan dapat diperoleh dengan pemecahan JK residu.

$$\text{JK galat (0,0)} = Y_{12} + \dots + Y_n^2 - \frac{(Y_1 + \dots + Y_n)^2}{n}$$

Dimana :

$$\text{JK kecocokan} = \text{JK residu} - \text{JK galat}$$

Derajat kebebasan untuk masing – masing b<sub>0</sub>, b<sub>1</sub> dan b<sub>2</sub> = 1

Derajat kebebasan total =  $N + n$  ; error = 1

Derajat kebebasan Residu = db total -  $\Sigma$  db (bi)

Derajat kebebasan kecocokan = db residu – db error

**Tabel III. 11. Daftar Anava Permukaan Respon Setelah Penambahan 2 Titik**

Sumber Variasi	DK	JK	KT
Koefisien $b_0$	1	<b>JK (<math>b_0</math>)</b>	JK ( $b_0$ ) / db ( $b_0$ )
Koefisien $b_1$	1	<b>JK (<math>b_1</math>)</b>	JK ( $b_1$ ) / db ( $b_1$ )
Koefisien $b_2$	1	<b>JK (<math>b_2</math>)</b>	JK ( $b_2$ ) / db ( $b_2$ )
Residu	$N + n - \Sigma$ db (bi)	<b>JKT – JKbi</b>	
Error	1	JK error	JK error / db error
Kecocokan	db Residu - 1	JK kecocokan	JKKecocokan / db Kecocokan
<b>TOTAL</b>	<b><math>N + n</math></b>	<b>JKT</b>	

Statistik pengujian menggunakan distribusi F :

1. Pengujian terhadap koefisien  $b_i$

$$F \text{ hitung} = \frac{KT(b_i)}{KT \text{ Residu}}$$

$$F \text{ hitung } b_i (V_1 ; V_2 ; \alpha)$$

Jika  $F \text{ hitung} > F \text{ tabel}$

Maka koefisien  $b_i$  signifikan dan termasuk dalam kecocokan bidang.

2. Pengujian terhadap kecocokan

$$F \text{ hitung kecocokan} = \frac{KT \text{ Kecocokan}}{KT \text{ Residu}}$$

F hitung kecocokan ( $V_1 ; V_2 ; \alpha$ )

Jika F hitung kecocokan  $<$  F tabel kecocokan maka model linear yang diperoleh signifikan.

Jika dalam pengujian ini, hanya koefisien  $b_0$  yang signifikan (pada taraf nyata  $\alpha$ ) dan statistik F untuk koefisien – koefisien lebih besar dari statistik F untuk kecocokan, maka model / persamaan yang diperoleh merupakan pendekatan yang wajar terhadap bidang respon dengan menggunakan eksperimen yang pertama dengan n titik pusat.

### III. 2. 8. Penentuan arah Eksperimen Berikutnya

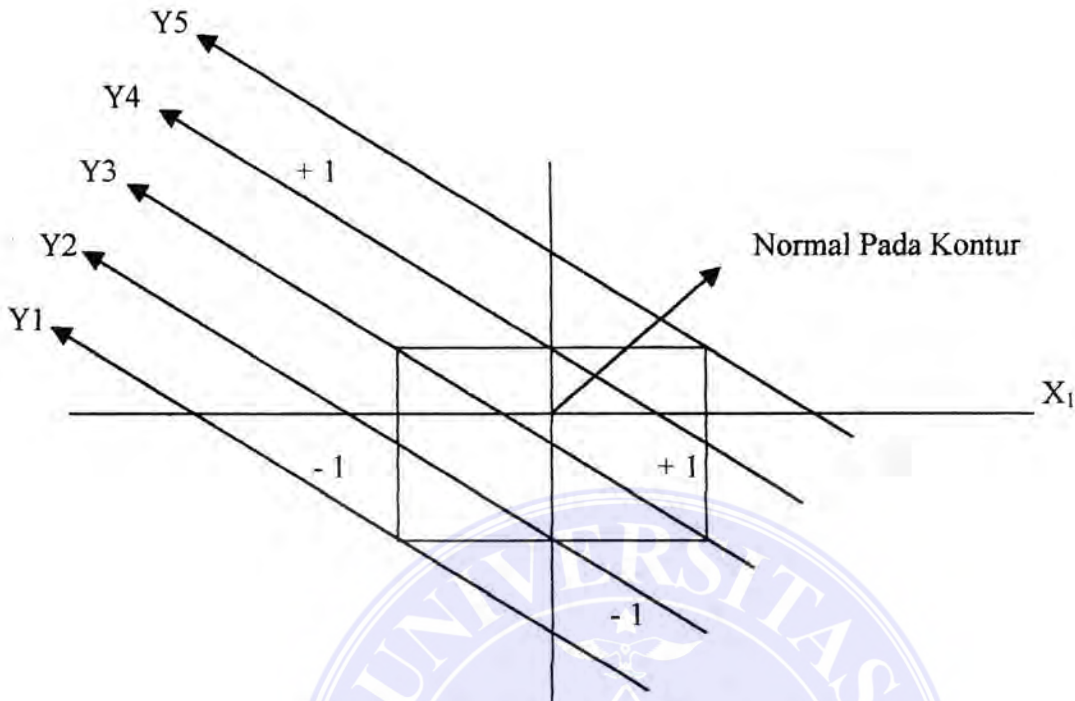
Untuk optimasi dari faktor – faktor yang berpengaruh, maka ditentukan arah eksperimen berikutnya yang harus dilakukan. Karena itu perlu digambarkan lontur untuk permukaan respon yang sama dengan menggunakan persamaan :

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2$$

Maka didapat :

$$X_2 = \frac{Y - b_0 - b_1X_1}{b_2}$$

Dengan mengambil harga Y sebagai taksiran dari respon dan  $X_1$  menyatakan variabel faktor dengan taraf rendah – 1 dan taraf tinggi +1, maka  $X_2$  variabel faktor B dapat diperoleh untuk masing – masing taksiran respon pada taraf rendah dan taraf tinggi yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini



**Gambar III. 2. Kontur Permukaan Respon**

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa  $Y$  yang menuju ke arah optimum arahnya bergerak ke sudut kiri atas. Dimana bila bergerak ke arah normal pada kontur atas menuju permukaan akan memperoleh nilai respon  $Y$  yang kecil hingga mencapai puncaknya.

Kontur – kontur pada gambar diatas mengikuti permasalahan koefisien arah =  $b_1 / b_2$  sehingga koefisien arah dari garis normal adalah  $b_1 / b_2$ .

Dengan demikian garis normal yang melalui titik asal  $(0,0)$  mempunyai permasalahan :

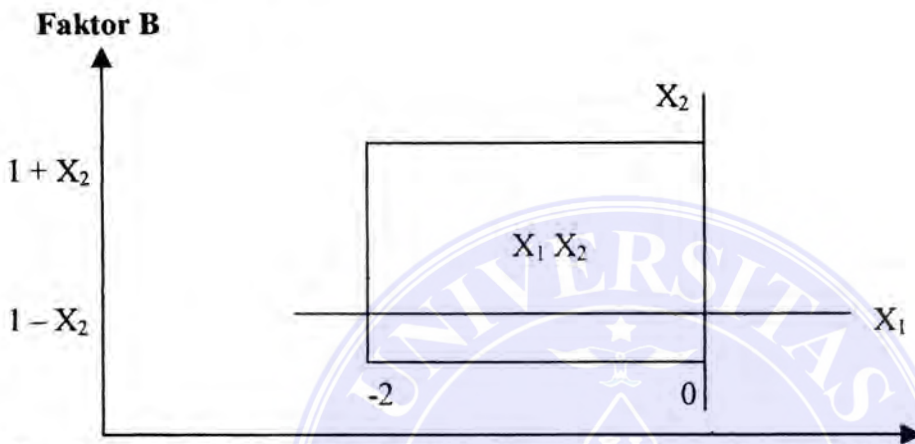
$$X_2 = \frac{b_2}{b_1} X_1$$

Garis normal ini memberikan arah dalam melakukan eksperimen berikutnya,

tetapi tidak menyebutkan seberapa jauh eksperimen yang ditempuh dalam arah ini.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Dengan adanya arah ini, eksperimen berikutnya dapat dilakukan dengan pusat factorial pada titik  $(X_1, X_2)$  yang baru. Dimana  $X_1$  berharga +1 atau -1 tergantung arah garis normal pada kontur dan  $X_2$  ditentukan dengan persamaan seperti terlihat pada gambar berikut ini :



**Gambar III. 3. Empat Buah Titik Eksperimen Baru Dengan Titik Pusat  $(X_1, X_2)$**

Dari gambar tampak bahwa bujur sangkar bergeser ke kiri atas. Jika dibandingkan dengan bujur sangkar eksperimen pertama. Hal ini sesuai dengan arah garis normal pada Kontur.

Hubungan antara variabel  $X_1$  dan  $X_2$  dengan faktor A dan B dari arah eksperimen ini adalah :

$$X_1 = \frac{A - \bar{A}}{A_s} \quad \text{atau} \quad A = A_s X_1 + \bar{A}$$

$$X_2 = \frac{B - \bar{B}}{B_s} \quad \text{atau} \quad B = B_s X_2 + \bar{B}$$

Dimana :

$X_1$  = Variabel faktor A yang terdiri atas taraf rendah (0) dan taraf tinggi (2) dalam eksperimen yang berikutnya.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 9/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)9/1/24

$X_2$  = Variabel faktor B yang terdiri dari atas taraf rendah ( $1 - X_2$ ) dan taraf tinggi ( $1 + X_2$ ) dalam eksperimen berikutnya.

A = Taraf A yang akan dicobakan dalam eksperimen berikutnya.

B = Taraf B yang akan dicobakan dalam eksperimen berikutnya.

$\bar{A}$  = Rata – rata dari faktor A yang dicobakan dalam eksperimen pertama.

$\bar{B}$  = Rata – rata dari faktor B yang dicobakan dalam eksperimen pertama.

$B_s$  = Selisih antara taraf tinggi faktor B dengan rata – rata taraf B pada eksperimen pertama.

### III. 2. 9. Transfer Hasil Optimasi

Transfer hasil optimum bertujuan untuk mengetahui taraf optimum yang nantinya dapat digunakan pada percobaan. Perhitungan adalah sebagai berikut :

$$X_1^s = \frac{X_1^{Opt} - X_1^M}{X_1^H - X_1^M}$$

Dimana :

$X_1^s$  = Harga pergeseran transpormasi

$X_1^{Opt}$  = Harga optimum

$X_2^H$  = Harga taraf tinggi percobaan optimum

$X_1^M$  = Harga taraf tengah percobaan optimum

## B A B VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### VII.1. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian terhadap komposisi turbidity air dari proses koagulasi di zona primary clarifier di Pengolahan Air Bersih PDAM Tirtanadi Instalasi Sunggal Medan adalah :

1. Proses pengolahan air insatalasi Sunggal menggunakan Tawas (Alumunium Sulfat) pada proses koagulasi sebagai zat yang bersifat membentuk flok besar dari larutan koloid yang terkandung didalam air, sehingga air menjadi jernih.
2. Penelitian ini melibatkan dua faktor yang mempengaruhi proses koagulasi yaitu : Turbidity Air Baku (NTU) dan Dosis Tawas (ppm) sehingga desain eksperimen faktorial adalah  $2^2$ .
3. Setelah dilakukan beberapa tahap perhitungan dan pengamatan dilapangan, faktor Dosis Tawas (ppm) dan Turbidity Air Baku (NTU) sangat signifikan sekali sehingga pada tahap optimasi menggunakan desain faktorial  $2^2$ .
4. Kombinasi dari empat nilai diatas jika dimasukkan dalam persamaan maka untuk mendapatkan turbidity air hasil proses koagulasi dengan kondisi semakin tinggi turbidity air baku maka dosis tawas yang dibutuhkan akan semakin tinggi pula atau dengan kata lain turbidity air baku berbanding lurus dengan dosis tawas.

5. Dalam usaha untuk menurunkan kekeruhan air hasil proses koagulasi di zona primary clarifier dari data penelitian, untuk taraf rendah turbidity air baku 27,5 NTU maka dosis tawas yang optimum adalah 37,325 ppm dan untuk taraf tinggi turbidity air baku 51.5 NTU maka dosis tawas yang optimum adalah 42,325 ppm.

## VII.2. Saran

1. Untuk memproduksi air dengan mengolah air sungai (air baku) menjadi air bersih perlu dilakukan kontrol yang baik dimana bila pada tahap proses koagulasi dimulai harus ditentukan dosis tawas yang diinjeksikan yang dapat ditentukan dengan metode Jar Test sebagai dasar pengolahan air di lapangan (clarifier). Bila pada tahap metode Jar Test tidak dilaksanakan dengan baik maka air hasil proses tidak dapat dihasilkan sesuai dengan range turbidity yang diharapkan pada zona primary clarifier, karena air dari primary clarifier akan disaring kembali untuk menghasilkan air dengan turbidity (kekeruhan) serendah mungkin.
2. Penelitian yang dilakukan menggunakan data turbidity 15.5 NTU dan 39.5 NTU untuk membatasi masalah. Untuk turbidity yang berbeda sera bervariasi (tergantung kondisi air baku) diharapkan dilakukan untuk penelitian selanjutnya dengan berbagai taraf percobaan demi kemajuan penelitian dibidang pengolahan air bersih khususnya pada proses koagulasi di unit clarifier.



3. Pelaksanaan proses pengolahan air sungai menjadi air bersih harus dilaksanakan tindakan pengawasan rutin terhadap jalannya proses produksi agar hasil akhir (air bersih) sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh PDAM Tirtanadi.
4. Perlu diadakannya peningkatan sumber daya manusia yang baik dengan mengadakan pelatihan-pelatihan agar dihasilkan SDM yang profesional didalam bidang pengolahan air.
5. Melihat keberadaan peralatan yang ada serta terpasang perlu diadakan kalibrasi secara berkala serta pemeliharaan mesin-mesin pendukung proses pengolahan untuk mengatasi penyimpangan-penyimpangan yang dapt terjadi pada peralatan da mesin.
6. Sangat diperlukan partisipasi operator untuk mengatur kebutuhan tawas yang optimum sehingga dapat dihasilkan turbidity air hasil proses yang optimum pula.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Alaerts, G,DR,Ir dan Sri Sumesti Santika, MSc, Ir, “ Metode Penelitian Air “, Penerbit Usaha Nasional Surabaya - Indonesia (1987).
2. Cochran W, G and Cox, Gertrude M, “ Experimental Design”, John Wiley & Sons, Inc, Second Edition, New York (1950).
3. Darwis, Sutawir, Drs, “ Metode Survey Sampel”, Departemen Pendidikan & Kebudayaan, Universitas Terbuka, Jakarta (1986).
4. Degreemont, “Water Treatment Handbook”, A Halsted Press Book, John Wiley and Sons, Fifth Edition, New York-Chichester-Brisbane-Toronto (1979).
5. Hammer, Mark J, “ Water and Wastewater Technology”, Prentice – Hall, Inc, Third Edition, New Jersey (1996).
6. Sarwoto, Drs, “dasar-dasar Organisasi & Manajemen”, Edisi Kelima, Tarsito Bandung (1980).
7. Sudjana MA, MSc, DR, “ Desain & Analisis Eksperimen”, Tarsito Bandung (1994).
8. Sudjana MA, MSc, DR, “ Metode Statistik”, Tarsito Bandung (1982).
9. Walpole, Ronald E, and Myers Raymond H, “ Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur & Ilmuwan”, Penerbit ITB Bandung (1986).
10. Widasari, Sandra MSC, Dra, “ Rancangan Percobaan”, Departemen Pendidikan & Kebudayaan”, Universitas Terbuka, Jakarta (1988).