

**PENGARUH PENGOLAHAN LIMBAH CAIR SECARA
KOLAM TERHADAP SIFAT FISIK DAN KIMIWI DARI
AIR SUMUR DI SEKITAR PABRIK ALUMINIUM EXTRUSI**

PENELITIAN

Oleh :

Ir. Hj. Ninny Siregar, MSi.
Staf Pengajar Fak. Teknik UMA



**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2002**



RINGKASAN

Pabrik aluminium disamping menghasilkan produk juga menghasilkan produk lain yang berupa limbah dan sludge, limbah pabrik aluminium tergolong limbah logam karena mengandung : Fe, ed dan Mn yang cukup tinggi, sehingga berpotensi sebagai pencemaran lingkungan. Hasil pengolahan limbah terutama limbah cair yang tidak benar cara-cara pengolahannya mengakibatkan infiltrasi ke dalam air tanah dan mencemari sumur gali penduduk sekitar pabrik.

Penelitian ini dilaksanakan didesa Marindal kecamatan Patumbak Kabupaten Deli Serdang.

Data fisik dan kimiawi air diambil pada masing-masing sumur gali penduduk. Data temperatur, PH air diukur di lapangan menggunakan alat PH meter, dan data kimiawi dibawa dan diperiksa di laboratorium Sucofindo, Medan. Hasil dari penelitian ini adalah kualitas air sumur yang digunakan sebagai air minum, penduduk disekitar pabrik aluminium ekstrusi secara umum tidak baik, karena dibebberapa sumur dijumpai parameter yang melebihi baku mutu, menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/Menkes/PER/IX/1990, tanggal 3 September 1990.

Parameter yang melebihi baku mutu tersebut adalah : Besi (Fe) dan Mangan (Mn). Semakin dalam sumur maka akan semakin tinggi kadar Besi (Fe) dalam air sumur. Sedangkan semakin jauh jarak sumur, semakin lebar diameter cincin sumur, dan semakin lebar permukaan sumur maka kadar besi semakin turun.

Semakin lebar diameter cincin sumur. Sedangkan semakin tinggi kadar mangan dalam air sumur. Sedangkan semakin dalam sumur, jauh jarak sumur, dan semakin lebar permukaan air sumur maka akan semakin rendah kadar Mangan (Mn) dalam air sumur.

Pandangan pihak masyarakat terhadap kualitas air sumur berbeda dengan pihak management pabrik dan lembaga swadaya masyarakat (LSM). Pihak masyarakat memandang kualitas air sumur tidak tercemar karena ketidak pahaman mereka terhadap kualitas air sumur.

Sedangkan management pabrik menganggap air sumur penduduk yang tercemar bukan dari pabrik karena mereka telah mengadakan pengelolaan limbah yang benar. Sementara pihak LSM menganggap bahwa pencemaran air sumur tersebut karena pengolahan limbah pabrik yang tidak benar, pemantauan yang tidak kontiniu dan pembuatan upaya pengelolaan lingkungan (UKL) dan upaya pemantauan lingkungan (UPL) yang baru saja diselesaikan pada tahun 2001 sementara pabrik telah berdiri sejak tahu 1991.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT penulis dapat menyelesaikan penelitian ini pada Pabrik Aluminium Extrusi di kawasan Kecamatan Patumbak Kabupaten Deli Serdang. Penelitian ini berjudul “Pengaruh Pengolahan Limbah Cair Secara Kolam Terhadap Sifat Fisik dan Kimiawi dari Air Sumur di sekitar Pabrik Aluminium Extrusi”, bertujuan untuk menjawab permasalahan bagaimana pengaruh hasil pengolahan limbah cair terhadap sumur gali penduduk.

Penelitian ini juga merupakan salah satu bentuk dari Tri Dharma Perguruan Tinggi dan merupakan persyaratan penting untuk memenuhi angka kredit (KUM) bagi staf pengajar agar dapat naik pangkat/jenjang akademik.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Pimpinan dan Karyawan di Pabrik Aluminium Extrusi di kawasan kecamatan Patumbak Kabupaten Deli Serdang yang memberi kesempatan bagi peneliti.
2. Mahasiswa Teknik Industri Fakultas Teknik UMA yang membantu penulis didalam pengumpulan data.
3. Para Staf dan pegawai di PUSKOM Universtas Medan Area yang membantu penulis menyelesaikan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini mungkin masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis menerima saran dan kritik yang berguna untuk penyempurnaan tulisan ini. Akhirnya penulis mengharapkan semoga tulisan ini bermanfaat bagi yang memerlukannya.

Medan, Juni 2002

Ir. Hj. Ninny Siregar, Msi

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| RINGKASAN | i |
| KATA PENGANTAR | ii |
| DAFTAR ISI | iii |
| BAB I : PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Pengantar | 1 |
| 1.2. Perumusan Penelitian | 2 |
| 1.3. Metode Pemecahan Masalah | 2 |
| 1.4. Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.5. Asumsi – Asumsi Yang Digunakan | 3 |
| 1.6. Pembatasan Masalah | 3 |
| BAB II : METODOLOGI PENELITIAN | 4 |
| 2.1. Metode Penelitian | 4 |
| 2.2. Identifikasi Kriteria Penelitian | 4 |
| 2.2.1. Penetapan Lokasi Contoh Air | 5 |
| 2.2.2. Pengambilan Contoh Air dan Tempat Analisis | 5 |
| 2.3. Penetapan Parameter Mutu Air dan Tempat Metodenya | 5 |
| 2.4. Pengukuran Variabel Lingkungan Pemukiman | 6 |
| 2.5. Variabel Sosial Ekonomi | 6 |
| 2.6. Bahan dan Alat | 7 |
| 2.7. Metode Analisis Data | 7 |
| BAB III : PENGUMPULAN DATA | 9 |
| 3.1. Persiapan | 9 |
| 3.2. Pelaksanaan Penelitian | 9 |
| 3.3. Pencatatan Data | 10 |
| 3.4. Hasil Pengumpulan Data | 11 |
| BAB IV PENGOLAHAN DATA | 15 |
| 4.1. Pengaruh Kadar Besi (Limbah Cair) terhadap Kadar Besi pada Air Sumur Penduduk | 15 |
| 4.2. Pengaruh Kadar Mangan (Limbah Cair) Terhadap Kadar Mangan pada Air Sumur Penduduk | 16 |
| 4.3. Pengaruh Kedalaman Sumur, Jarak Sumur, Diameter Cincin (Ring) Sumur, dan Permukaan Air Sumur Terhadap Kadar Besi (Fe) | 17 |
| 4.4. Pengaruh Kedalaman Sumur, Jarak Sumur, Diameter Cincin (Ring) Sumur, dan Permukaan Air Sumur Terhadap Kadar Mangan (Mn) | 20 |

| | |
|--|----|
| 4.5. Perilaku Masyarakat Sekitar, Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM), dan Pihak Management Pabrik terhadap Kualitas Air Sumur..... | 23 |
| BAB V : ANALISIS DATA | 27 |
| 5.1. Analisis Sifat Fisik | 27 |
| 5.2. Analisis Sifat Kimia | 27 |
| 5.2.1. Cadmium (Cd) | 28 |
| 5.2.2. Besi (Fe) | 28 |
| 5.2.3. Mangan (Mn) | 31 |
| 5.3. Analisis Sosial | 33 |
| BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN | 34 |
| 6.1. Kesimpulan | 34 |
| 6.2. Saran | 35 |

DAFTAR PUSTAKA

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Pengantar

Air merupakan sumber daya alam yang sangat dibutuhkan bagi kehidupan manusia, baik untuk keperluan industri maupun dalam menunjang kehidupan biologis dalam kehidupan biologis maupaun kulturalnya. Hal ini sesuai dengan tujuan dari Deklarasi Penyelamatan Air, dimana tujuannya adalah mencapai kelangsungan hidup yang seimbang di seluruh dunia.

Sumur telah lama digunakan sebagai sumber air untuk berbagai kebutuhan rumah tangga dan industri kecil, menengah, dan besar. Penggunaan sumur merupakan suatu alternatif bagi daerah yang tidak mendapat pelayanan atau tidak terjangkau pelayanan Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM).

Sumber pencemaran atau sumber kontaminan bagi sumur yang berada di kawasan pemukiman penduduk di kecamatan Patumbak, kabupaten Deli Serdang, diperkirakan berasal dari pabrik aluminium. Sumber ini dicoba untuk diketahui sejauh mana pengaruhnya terhadap sifat fisik dan kimiawi air sumur gali di wilayah itu.

Kegiatan operasional industri aluminium ekstrusi di pabrik tersebut telah berlangsung sejak tahun 1991. Lokasi kegiatan terletak di desa Mariendal, kecamatan Patumbak, kabupaten Deli Serdang. Jenis produk yang dihasilkan adalah merupakan aluminium ekstrusi yang berupa pintu aluminium (*Rolling door*).

Sesuai dengan Undang-undang Nomor 23/1997 tentang Ketentuan-ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup, khusus Bab VI Pasal 18 No. 1 bahwa: "Setiap usaha dan/atau kegiatan yang menimbulkan dampak besar dan penting terhadap lingkungan hidup wajib memiliki analisis mengenai dampak lingkungan untuk memperoleh izin melakukan usaha dan/atau kegiatan."

Untuk menjalankan produksinya mulai dari bahan baku sampai menjadi produk aluminium ekstrusi yang siap pakai dibutuhkan air bersih dan air baku (air limbah yang telah diolah) dalam jumlah yang cukup besar, sehingga pada akhirnya akan meningkatkan volume air limbah pabrik tersebut. Oleh karena itu diperlukan pengelolaan limbah yang baik dan apabila tidak dikelola dengan baik akan menyebabkan terganggunya masyarakat sekitar akibat tercemarnya air tanah maupun pencemaran lain.

Atas dasar fakta tersebut, penulis ingin meneliti keberadaan industri aluminium ekstrusi yang berada di tengah-tengah pemukiman masyarakat desa Mariendal yang mana limbahnya mengandung Fe (Besi), Mn (Mangan), Cd (Cadmium) yang melebihi batas baku mutu dan yang mencemari air sumur gali, yang digunakan penduduk sekitar untuk air minum. Penulis ingin meneliti aspek fisik dan kimia, sumur galian di sekitar pabrik aluminium yang membahayakan kesehatan masyarakat sekitar.

1.2. Perumusan Penelitian

Proses produksi pabrik aluminium ekstrusi di kecamatan Patumbak, kabupaten Deli Serdang, berlangsung secara rutin tiap hari, ini berarti limbah juga secara kontinu dihasilkan. Kondisi yang demikian memerlukan pula penanganan limbah secara terus menerus dengan memperhatikan cara-cara serta teknik pengelolaan dan pengolahan limbah yang baik.

Di pabrik aluminium ekstrusi proses penanganan limbah diduga belum memadai sehingga menimbulkan masalah pada lingkungan pemukiman yang ada di sekitarnya dan masyarakat di sekitar pabrik. Berdasarkan pemikiran seperti yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah sifat fisik dan kimiawi air sumur gali daerah penelitian, masih cukup dapat dipertanggung jawabkan sebagai air bersih dan sehat berdasarkan kriteria baku mutu air minum?
2. Apakah dapat dinyatakan bahwa sumur-sumur yang lebih dekat dengan pabrik aluminium dikonsentrasi pencemaran semakin besar?
3. Apakah masyarakat dapat menerima situasi pencemaran terhadap sumur gali mereka?

1.3. Metode Pemecahan Masalah

Pemecahan masalah pada penelitian ini dilakukan dengan pendekatan fisika, kimia, dan pendekatan sosial. Pendekatan fisika dan kimia dilakukan untuk mengetahui apakah air sumur gali sudah tercemar atau belum, dilakukan dengan pengambilan contoh air di lokasi pemukiman, kemudian hasil analisisnya dibandingkan dengan baku mutu air minum. Limbah pabrik aluminium merupakan sumber limbah yang potensial sebagai pencemar. Oleh karena itu pengambilan contoh air sumur gali harus mewakili jarak yang berbeda.

Pendekatan sosial dilakukan dengan melakukan wawancara dengan pengisian kuesioner. Terutama terhadap pemilik sumur yang telah diambil contoh airnya. Terutama untuk mengetahui persepsi mereka terhadap masalah-masalah lingkungan, juga untuk mengetahui sejauh mana institusi yang terkait dengan pengolahan lingkungan, mengantisipasi potensi konflik masyarakat dengan pemilik pabrik aluminium. Dengan menggabungkan pendekatan ini diharapkan akan didapatkan jalan keluar bagi pemecahan masalah yang timbul.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi sifat fisik dan kimiawi air sumur gali. Secara khusus tujuan penelitian adalah untuk mengetahui:

1. Sifat fisik dan kimiawi air sumur gali di daerah pemukiman sekitar pabrik aluminium.

2. Faktor lingkungan yang diduga berperan dalam mempengaruhi konsentrasi bahan pencemar di dalam sumur gali yang diperiksa.
3. Perbedaan kondisi pencemaran antara kelompok sumur masyarakat yang dekat dari pabrik aluminium dan kelompok sumur yang jauh dari pabrik aluminium.

1.5. Asumsi-asumsi yang Digunakan

Beberapa asumsi yang digunakan selama penelitian dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilaksanakan pada musim panas, karena pada musim tersebut tidak terjadi pengenceran pada air tanah.
2. Penelitian hanya dilakukan pada air sumur gali di sekitar pabrik, bukan pada struktur dan tekstur tanahnya.

1.6. Pembatasan Masalah

Pembatasan penelitian ini selain untuk menyederhanakan penelitian, juga untuk mengarahkan penelitian agar sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Beberapa pembatasan yang dilakukan antara lain:

1. Penelitian bersifat laboratoris, dimana penelitian dilakukan di dalam laboratorium dengan menggunakan alat-alat laboratorium yang disesuaikan dengan zat-zat kimia yang akan diperiksa
2. Faktor lingkungan dibatasi terhadap persepsi masyarakat di sekitar pabrik terhadap kehadiran pabrik di tengah-tengah pemukiman mereka.
3. Sumur yang diperiksa dibatasi dengan memeriksa sumur yang berjarak ≤ 30 m sebanyak 15 buah dan sumur yang berjarak > 30 m sebanyak 15 buah.
4. Masalah yang diperiksa dibatasi dengan meneliti hanya pada untuk air sumur gali, tanpa meneliti masalah struktur dan tekstur tanahnya.

BAB II

METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Metode Penelitian

Suatu penelitian merupakan rangkaian tahapan kegiatan yang terkait secara sistematis. Tiap tahapan kegiatan yang merupakan bagian yang melanjutkan tahap berikutnya sehingga tiap tahapan harus dilalui dengan cermat. Teori-teori yang telah ada merupakan titik tolak untuk melakukan penelitian lebih lanjut dan menjadi dasar bagi setiap langkah dalam proses penelitian yang dilakukan.

Hasil-hasil penelitian yang sudah ada dan yang telah dikembangkan sebelumnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan kajian untuk melangkah pada penelitian lebih lanjut.

Mutu air tanah dangkal dipengaruhi oleh sifat tanah di atas air tanah itu berada dan bahan-bahan mudah larut yang terdapat di permukaan tanah. Atas dasar itu, daerah penelitian dibatasi dengan menggunakan jarak dari sumber limbah.

Daerah penelitian secara hidrologi termasuk dalam zona air tanah yang sama. Sebagai kontrol diambil beberapa air sumur gali yang sangat jauh dari pabrik aluminium.

Waktu pelaksanaan penelitian dilaksanakan pada bulan yang tidak terlalu banyak curah hujan. Berdasarkan data curah hujan yang ada, penelitian dilakukan pada bulan Februari 2002 karena pada waktu itu terjadi musim kemarau, sehingga tidak terjadi pengenceran.

2.2. Identifikasi Kriteria Penelitian

Untuk dapat menilai pengaruh-pengaruh yang mungkin terjadi sebagai akibat dari pencemaran pada air sumur gali yang ditimbulkan oleh keberadaan pabrik aluminium ekstrusi, harus ditentukan terlebih dahulu kriteria-kriteria yang akan digunakan.

Kriteria penelitian yang diberikan tergantung dari tujuan dan sasaran yang ingin dicapai. Pada penelitian ini yang akan dilihat adalah pengaruh pengolahan limbah cair secara kolam terhadap sifat fisik dan kimiawi dari air sumur gali di sekitar pabrik aluminium ekstrusi di kawasan kecamatan Patumbek, kabupaten Deli Serdang. Dan sasarannya adalah untuk mengetahui air minum masyarakat yang berasal dari air sumur gali di sekitar pabrik, apakah masih memenuhi standard kualitas air minum sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor: 416/Menkes/PER/IX/1990, tanggal: 3 September 1990.

2.2.1. Penetapan Lokasi Contoh Air

Pemilihan letak sumur didasarkan kepada jarak sumur tersebut dengan lokasi pabrik aluminium, yaitu:

1. Sumur yang berjarak < 30 meter (jarak dekat)
2. Sumur yang berjarak > 30 meter (jarak jauh)

Cara pemilihan contoh sumur dilakukan dengan melakukan inventarisasi sumur-sumur gali yang berada di sekitar pabrik aluminium yang mempunyai jarak dekat dan jauh dari pabrik aluminium. Dengan demikian, maka diperoleh contoh sumur sebagai berikut:

1. Jarak sumur < 30 meter sebanyak 15 buah
2. Jarak sumur > 30 meter sebanyak 15 buah

Pemilihan jumlah sampel berdasarkan dari jumlah populasi sumur penduduk. Penentuan jumlah sampel (n) ini, diambil dari minimal sepuluh persen dari total jumlah populasi (295 sumur gali penduduk), sedangkan untuk penentuan jarak 30 meter berdasarkan ketentuan bahwa logam masih terlihat sejauh 30 meter berdasarkan ketentuan bahwa logam masih terlihat sejauh 30 meter dalam air tanah.

Jumlah keseluruhan sampel sumur yang dipakai dalam penelitian ini adalah sebanyak 30 buah.

2.2.2. Pengambilan Contoh Air dan Tempat Analisis

Pengambilan contoh air dimaksudkan untuk mengetahui fisik dan kimiawi. Pengambilan contoh air dilakukan pada sumur yang telah ditetapkan sebelumnya. Contoh air diambil melalui setiap variasi kedalaman sumur, yaitu: bagian dasar, tengah, dan atas. Contoh air ditampung dalam satu ember plastik dengan maksud memperoleh campuran yang merata, sehingga contoh air yang dianalisis diharapkan mewakili badan air. Volume contoh untuk analisis fisik dan kimiawi diambil sebanyak satu liter, dengan wadah jerigen plastik warna putih.

Tempat analisis fisik dan kimia dilakukan di laboratorium Sucofindo Medan.

2.3. Penetapan Parameter Mutu Air dan Metodenya

Baku mutu air yang digunakan sebagai acuan adalah baku mutu air menurut kriteria dan standard kualitas air minum Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor: 416/Menkes/PER/IX/1990, tanggal: 3 September 1990.

Parameter dan metode pengukuran data fisik dan kimia terdapat dalam tabel dibawah ini:

Tabel 2.1. Parameter mutu air dan metode yang digunakan

| No. | Parameter | Kadar Maksimum yang Diperbolehkan | Metode/ Alat |
|------------------|---------------------------------|-----------------------------------|--|
| A. Fisika | | | |
| 1. | Bau | (tidak berbau) | TDS meter Thermometer Turbidimeter |
| 2. | Jumlah zat padat terlarut (TDS) | 1000 mg/L | |
| 3. | Rasa | (tidak berasa) | |
| 4. | Suhu | Suhu Udara | |
| 5. | Kekeruhan | Mg/L SiO ₂ | |
| B. Kimia | | | |
| 1. | Besi (Fe) | 0,3 mg/L | AAS |
| 2. | Cadmium (Cd) | 0,005 mg/L | AAS |
| 3. | Mangan (Mn) | 0,1 mg/L | AAS |
| 4. | PH | 6,5 - 8,5 | pH meter |

SUMBER : Kriteria dan standar kualitas air minum Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor: 416 / Menkes / PER / IX / 1990 Tanggal: 3 September 1990

2.4. Pengukuran Variabel Lingkungan Pemukiman

Air sumur digunakan oleh kegiatan manusia yang ada di permukaan tanah, tempat air limpasan mengalami infiltrasi. Pengaruh lingkungan pemukiman terhadap air sumur diidentifikasi dari beberapa variabel lingkungan pemukiman terutama di lokasi sekitar tempat contoh air.

2.5. Variabel Sosial Ekonomi

Sesuai dengan rumusan masalah sebagaimana telah diuraikan di atas, maka untuk menguji jawaban sebagaimana dirumuskan dalam hipotesisnya ditempuh dengan dua pendekatan.

Pendekatan pertama yaitu dengan membandingkan hasil pengukuran parameter air dengan kriteria dan standard kualitas air minum menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor: 416/Menkes/PER/IX/1990 Tanggal: 3 September 1990.

Pendekatan kedua dengan melakukan uji hipotesis.

Sebelum dilakukan pengujian hipotesis terlebih dahulu dilakukan pengumpulan dan penggabungan data-data parameter fisik dan kimiawi air sebagai variabel bebas (dependent variabel) dan data-data kedalaman sumur, jarak sumur, diameter sumur, dan permukaan sumur sebagai variabel terikat (independent variabel) yang telah diukur.

Selanjutnya data-data yang telah terkumpul tersebut dianalisis secara statistik dengan 2 cara, yaitu secara parsial atau sendiri-sendiri dengan menggunakan regresi sederhana dan secara simultan atau serempak dengan menggunakan multiple regresi berganda.

Analisis data secara parsial dengan menggunakan regresi sederhana antara masing-masing faktor-faktor kedalaman sumur, jarak sumur, diameter sumur, dan permukaan sumur terhadap faktor fisik kimiawi air.

2.6 Metode Analisis Data

Analisis statistik digunakan untuk menduga faktor lingkungan, pengaruh variasi lokasi sumur dan pengaruh limbah pabrik aluminium. Faktor lingkungan dalam hal ini dicerminkan oleh dua sumber pencemaran yaitu limbah pabrik aluminium dan resapan buangan mandi, cuci, kakus (MCK). Untuk dapat menduga kemungkinan pengaruh lingkungan ini dipilih variabel:

1. Kedalam sumur, yaitu jarak permukaan tanah dengan dasar sumur (X_1).
2. Jarak antara sumur dengan sumber pencemaran limbah pabrik aluminium (X_2).
3. Diameter cincin/ring sumur (X_3).
4. Tinggi permukaan air sumur (X_4).

Variabel-variabel X_1 , X_2 , X_3 , dan X_4 ingin diketahui pengaruhnya terhadap parameter-parameter pengukuran (Y_i), baik secara bersama-sama maupun sendiri-sendiri. Untuk pendugaan faktor lingkungan tersebut dilakukan analisis Regresi Linear Berganda (multiple linear regression). Model estimasi yang digunakan adalah:

$$Y_i = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4$$

Y_i = variabel respon, hasil pengukuran parameter fisik dan kimiawi air sumur.

b_0 = intersep.

b_1 , b_2 , b_3 , dan b_4 = koefisien regresi.

Berdasarkan b_1 , b_2 , b_3 , dan b_4 , dapat dipakai untuk menduga pengaruh kedalaman sumur, jarak sumur terhadap limbah pabrik aluminium, diameter cincin sumur, dan tinggi permukaan air sumur. Jika hasil pengujian mutu air sumur berjarak dekat sama dengan mutu air sumur berjarak jauh maka analisis regresi linear berganda dilakukan menjadi satu ($n=30$).

2.7. Bahan dan Alat

Untuk melakukan penelitian ini diperlukan bahan dan alat, terutama dalam penelitian lapangan adalah:

- Tempat contoh air
- Meteran

- Alat tulis dan buku
- Altimeter
- Jerigen putih
- Tissue
- pH meter digital
- Botol kaca steril
- Kertal label
- Termometer untuk air

Untuk survei sosial ekonomi diperlukan kuesioner dan alat tulis.

BAB III PENGUMPULAN DATA

3.1 Persiapan

Pada tahap ini seluruh komponen eksperimen disiapkan, antara lain:

- a. Bahan uji yang akan diperiksa (contoh air sumur gali)
- b. Alat penelitian di lapangan (tempat contoh air, alat tulis, buku, meteran, pH meter digital, botol kaca steril, jerigen putih, tissue, kertas label, termometer untuk air)
- c. Alat ukur di laboratorium (TDS meter, SCT meter, Potnsiometri, AAS, Titrimetri, Spektrofotometri)
- d. Melakukan uji coba terhadap perlengkapan yang digunakan untuk memberikan kombinasi terhadap perlakuan yang direncanakan.
- e. Angket pertanyaan (kuesioner) untuk masyarakat di sekitar pabrik aluminium.

Setelah semua peralatan dan perlengkapan yang digunakan dalam penelitian berjalan sesuai dengan yang diharapkan, kemudian ditentukan sampel penelitian yaitu sebanyak 30 sumur gali yang terdiri 15 sumur yang berjarak < 30 meter dari lokasi pabrik aluminium (Sumur Dekat) dan 15 buah sumur yang berjarak > 30 meter dari lokasi pabrik aluminium (Sumur Jauh). Dan jumlah sampel untuk menjawab kuesioner sebanyak 30 orang responden yang juga merupakan pemilik dari 30 sumur gali tersebut.

3.2 Pelaksanaan Penelitian

Kegiatan pada tahapan pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan pengukuran terhadap 30 sumur sampel, mengenai:
 - Kedalaman sumur
 - Jarak sumur
 - Diameter cincin (ring) sumur
 - Permukaan air sumur
- b. Memeriksa kadar contoh air dari 30 sumur di laboratorium (Sucofindo Medan) dengan melihat kepada 12 parameter yang merupakan komposisi dari limbah cair industri aluminium sesuai ketentuan kriteria dan standard kualitas air minum Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor: 416 / Menkes / PER / IX / 1990 tanggal: 3 September 1990.
- c. Dari hasil pemeriksaan disusun nilai rata-rata dari parameter yang ada dan dibandingkan dengan kadar maksimum yang diperbolehkan berdasarkan ketentuan kriteria dan standard kualitas air minum Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor: 416/Menkes/PER/IX/1990 tanggal: 3 September 1990. Dari penyusunan ini dapat diketahui parameter apa saja yang melewati kadar maksimum peraturan Menkes di atas.

- d. Dicari apakah kadar parameter yang melewati kadar maksimum tersebut dipengaruhi oleh kadar parameter yang sama yang terdapat pada limbah pabrik aluminium. Dengan menggunakan analisis regresi, skala *Guilford*, serta pengujian hipotesis maka akan dapat diketahui apakah kadar parameter yang ada pada sumur dipengaruhi oleh kadar parameter yang berasal dari limbah pabrik.
- e. Lalu dicari apakah faktor-faktor kedalaman sumur, jarak sumur, diameter cincin (ring) sumur, dan permukaan air sumur mempengaruhi kadar parameter yang melewati batas maksimum peraturan Menkes tersebut. Dalam hal ini pengujian hipotesis dilakukan dengan dua cara yaitu: 1) data dianalisis secara parsial atau sendiri-sendiri, hal ini dimaksud untuk mengetahui berpengaruh atau tidak berpengaruhnya masing-masing faktor-faktor kedalaman, jarak, diameter sumur, dan permukaan air terhadap kadar parameter, dengan menggunakan analisis regresi sederhana, 2) data dianalisis secara simultan atau serempak, hal ini dimaksud untuk mengetahui sejauh mana pengaruh kedalaman, jarak, diameter sumur, dan permukaan air sumur terhadap kadar parameter, dianalisis dengan menggunakan multiple linear regresi.
- f. Menyusun data mengenai responden dan jawaban yang diberikan terhadap angket pertanyaan dalam tabel yang kemudian dihitung berapa frekuensi dan persentase dari jawaban atas angket tersebut.

3.3 Pencatatan Data

Data yang diperoleh dari serangkaian pengujian adalah:

- a. Komposisi parameter limbah cair industri aluminium ekstrusi pada tahun 2002 dan kadar maksimum yang diperbolehkan dari parameter terhadap kualitas air minum berdasarkan kriteria dan standard kualitas air minum Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/Menkes/PER/IX/1990, tanggal 3 September 1990.
- b. Ukuran terhadap 30 sumur sampel, mengenai:
 - Kedalaman sumur
 - Jarak sumur
 - Diameter cincin (ring) sumur
 - Permukaan air sumur
- c. Kadar contoh air dari 30 sumur di laboratorium (Sucofindo Medan) dengan menetapkan 6 parameter fisik dan 4 parameter kimia mutu air yang akan diperiksa sesuai ketentuan kriteria dan standard kualitas air minum Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor: 416/Menkes/PER/IX/1990 tanggal: 3 September 1990.

Yang data tersebut diisi dalam tabel berikut ini:

- d. Dicari apakah kadar parameter yang melewati kadar maksimum tersebut dipengaruhi oleh kadar parameter yang sama yang terdapat pada limbah pabrik aluminium. Dengan menggunakan analisis regresi, skala *Guilford*, serta pengujian hipotesis maka akan dapat diketahui apakah kadar parameter yang ada pada sumur dipengaruhi oleh kadar parameter yang berasal dari limbah pabrik.
- e. Lalu dicari apakah faktor-faktor kedalaman sumur, jarak sumur, diameter cincin (ring) sumur, dan permukaan air sumur mempengaruhi kadar parameter yang melewati batas maksimum peraturan Menkes tersebut. Dalam hal ini pengujian hipotesis dilakukan dengan dua cara yaitu: 1) data dianalisis secara parsial atau sendiri-sendiri, hal ini dimaksud untuk mengetahui berpengaruh atau tidak berpengaruhnya masing-masing faktor-faktor kedalaman, jarak, diameter sumur, dan permukaan air terhadap kadar parameter, dengan menggunakan analisis regresi sederhana, 2) data dianalisis secara simultan atau serempak, hal ini dimaksud untuk mengetahui sejauh mana pengaruh kedalaman, jarak, diameter sumur, dan permukaan air sumur terhadap kadar parameter, dianalisis dengan menggunakan multiple linear regresi.
- f. Menyusun data mengenai responden dan jawaban yang dioerikan terhadap angket pertanyaan dalam tabel yang kemudian dihitung berapa frekuensi dan persentase dari jawaban atas angket tersebut.

3.3 Pencatatan Data

Data yang diperoleh dari serangkaian pengujian adalah:

- a. Komposisi parameter limbah cair industri aluminium ekstrusi pada tahun 2002 dan kadar maksimum yang diperbolehkan dari parameter terhadap kualitas air minum berdasarkan kriteria dan standard kualitas air minum Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/Menkes/PER/IX/1990, tanggal 3 September 1990.
- b. Ukuran terhadap 30 sumur sampel, mengenai:
 - Kedalaman sumur
 - Jarak sumur
 - Diameter cincin (ring) sumur
 - Permukaan air sumur
- c. Kadar contoh air dari 30 sumur di laboratorium (Sucofindo Medan) dengan menetapkan 6 parameter fisik dan 4 parameter kimia mutu air yang akan diperiksa sesuai ketentuan kriteria dan standard kualitas air minum Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor: 416/Menkes/PER/IX/1990 tanggal: 3 September 1990.

Yang data tersebut diisi dalam tabel berikut ini:

| Parameter | Satuan | Sumur Dekat (SD) | Sumur Jauh (SJ) |
|-----------------|--------|------------------|-----------------|
| | | 1 s/d 15 | 1 s/d 15 |
| Fisik | | | |
| 1. Bau | | | |
| 2. Warna | | | |
| 3. Kekeruhan | NTU | | |
| 4. Rasa | | | |
| 5. Suhu | | | |
| 6. TDS | | | |
| Kimia | | | |
| 1. Besi (Fe) | mg/l | | |
| 2. Cadmium (Ca) | mg/l | | |
| 3. Mangan (Mn) | mg/l | | |
| 4. pH | | | |
| Kedalaman | m | | |
| Jarak | m | | |
| Diameter cincin | cm | | |
| Permukaan air | cm | | |

3.4 Hasil Pengumpulan Data

Komposisi limbah cair industri aluminium ekstrusi terdiri dari logam-logam berat seperti logam Besi, Mangan, Cadmium, dan logam-logam lainnya yang kandungannya melebihi dari baku mutu menurut Peraturan Menteri Kesehatan no. 416/Menkes/PER/IX/1990, tanggal 3 September 1990. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel.

Tabel 3.1. Komposisi limbah cair industri aluminium ekstrusi pada tahun 2002

| No. | Parameter | Satuan | Hasil | Metode/Teknik |
|-----|-----------------------------------|----------------|----------|------------------|
| 1. | Padatan terlarut | mg/l. | 76,4 | TDS Meter |
| 2. | Suhu | ⁰ C | 26,7 | SCT Meter |
| 3. | PH | - | 6,79 | Potnsiometri |
| 4. | Besi (Fe) | mg/L | 5,527 | AAS |
| 5. | Cadmium (Cd) | mg/L | 0,050 | AAS |
| 6. | Khlorida (Cl) | mg/L | 15,6 | Titrimetri |
| 7. | Mangan (Mn) | mg/L | 0,491 | AAS |
| 8. | Seng (Zn) | mg/L | 0,131 | AAS |
| 9. | Sulfat (SO ₄) | mg/L | 18 | Spektrofotometri |
| 10. | Tembaga (Cu) | mg/L | < 0,0004 | AAS |
| 11. | Timbal (Pb) | mg/L | < 0,0004 | AAS |
| 12. | KmnO ₄ (zat anorganik) | mg/L | 5,4 | Titrimetri |

Berikut ini adalah hasil data yang diperoleh dari sumur yang berada < 30 meter dari lokasi pabrik (Sumur Dekat):

| Satuan | Sumur Dekat (SD) | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| | tidak berbau | | | | | | | | | | | | | | |
| | agak keruh | | | | | | | | | | | | | | |
| NTU | 10 | 6 | 6 | 5 | 4 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 8 | 7 | 6 | 2 | 6 |
| | tidak berasa | | | | | | | | | | | | | | |
| | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| | 77.7 | 36.1 | 24.1 | 22.3 | 28.1 | 127.2 | 137.4 | 132.1 | 143.2 | 144.5 | 60.8 | 51.7 | 63.3 | 23.9 | 74.4 |
| mg/l | 2.596 | 2.471 | 0.075 | 0.079 | 0.367 | 2.641 | 2.544 | 2.432 | 2.312 | 2.332 | 2.544 | 2.311 | 3 | 0.273 | 0.251 |
| mg/l | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| mg/l | 0.077 | 0.063 | 0 | 0 | 0 | 2.212 | 2.141 | 2.102 | 1.908 | 1.901 | 2.141 | 2.312 | 2 | 0.021 | 0.039 |
| | 6.84 | 6.73 | 6.76 | 6.54 | 6.56 | 6.61 | 6.51 | 6.71 | 6.56 | 6.56 | 6.77 | 6.78 | 6.61 | 6.75 | 6.71 |
| m | 9 | 10 | 2 | 4 | 4 | 5.5 | 4 | 6 | 7 | 6 | 5 | 4 | 6 | 5 | 6 |
| m | 5 | 5 | 10 | 15 | 15 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 50 | 55 | 60 | 170 | 75 |
| cm | 112 | 97 | 83 | 99 | 99 | 87 | 77 | 91 | 93 | 79 | 92 | 78 | 101 | 81 | 79 |
| cm | 212 | 331 | 158 | 123 | 137 | 213 | 212 | 197 | 181 | 178 | 181 | 201 | 138 | 180 | 187 |

Dan ini adalah data yang diperoleh dari sumur yang berada > 30 meter dari lokasi pabrik (Sumur Jauh):

| Satuan | Sumur Jauh (SJ) | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| | tidak berbau | | | | | | | | | | | | | | |
| | agak keruh | | | | | | | | | | | | | | |
| NTU | 1 | 4 | 3 | 2 | 6 | 3 | 4 | 6 | 4 | 1 | 6 | 1 | 6 | 1 | 3 |
| | tidak berasa | | | | | | | | | | | | | | |
| | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| | 27.2 | 75.5 | 57.8 | 36.3 | 56.1 | 39 | 26.5 | 24.9 | 61.2 | 42.1 | 132.2 | 23.9 | 77.9 | 104.5 | 113.2 |
| mg/l | 0.812 | 0.254 | 0.365 | 0.229 | 0.109 | 0.202 | 0.097 | 0.106 | 0.051 | 0.048 | 0.062 | 0.075 | 0.253 | 0.822 | 0.731 |
| mg/l | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| mg/l | 0.081 | 0.007 | 0.003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.007 | 0 | 1.215 | 0 |
| | 6.8 | 6.65 | 6.67 | 6.7 | 6.51 | 6.85 | 6.74 | 6.84 | 6.89 | 6.93 | 6.73 | 6.77 | 6.48 | 6.49 | 6.34 |
| m | 5 | 4.5 | 7 | 6.5 | 7 | 5 | 6.5 | 6.4 | 3 | 4 | 6 | 5 | 7 | 4 | 6 |
| m | 80 | 85 | 90 | 1000 | 110 | 115 | 125 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 |
| cm | 98 | 101 | 92 | 111 | 170 | 186 | 179 | 280 | 125 | 126 | 111 | 131 | 89 | 62 | 71 |
| cm | 301 | 263 | 271 | 286 | 205 | 1 | 181 | 122 | 231 | 238 | 248 | 137 | 303 | 209 | 223 |

Dari hasil data pengukuran faktor fisik dan kimiawi air sumur di sekitar pabrik aluminium ekstrusi di atas, maka disusunlah nilai rata-ratanya dan dibandingkan dengan ketentuan kadar maksimum pada standard dan kriteria kualitas air minum Peraturan Menteri Kesehatan no. 416/Menkes/PER/IX/1990, tanggal 3 September 1990 dan dapat dilihat pada tabel 3.2. berikut.

Dapat dilihat berdasarkan kriteria dan standard kualitas air minum Peraturan Menteri Kesehatan no. 416/Menkes/PER/IX/1990, tanggal 3 September 1990 bahwa kadar maksimum yang diperbolehkan untuk Besi (Fe) sebagai air minum adalah 0,3 mg/L dan kadar maksimum yang diperbolehkan untuk Mangan (Mn) sebagai air minum adalah 0,1 mg/L. Hal ini jelas sudah melampaui batas baku mutu yang telah ditetapkan.

Tabel 3.2. Nilai rata-rata parameter kualitas air minum di lokasi penelitian

| Parameter | Satuan | Kadar maksimum yang diperbolehkan | Sumur Dekat (SD) | Sumur Jauh (SJ) |
|------------------------------------|--------|-----------------------------------|------------------|-----------------|
| Fisika | | | | |
| 1. Bau | - | (tidak berbau) | tidak berbau | tidak berbau |
| 2. Jumlah zat padat terlarut (TDS) | mg/L | 1000 | 76,43 | 58,55 |
| 3. Kekeruhan | NTU | 5 | 4,2 | 3,47 |
| 4. Rasa | - | (tidak berasa) | tidak berasa | tidak berasa |
| 5. Suhu | - | Suhu udara | 25,1 °C | 25,1 °C |
| 6. Warna | - | | Agak kehitaman | Jernih |
| Kimia | | | | |
| 1. Besi (Fe) | mg/L | 0,3 | 2,056 | 2,04 |
| 2. Cadmium (Cd) | mg/L | 0,005 | 0,000 | 0,000 |
| 3. Mangan (Mn) | mg/L | 0,1 | 1,127 | 0,08 |
| 4. pH | - | 6,5 – 8,5 | 6,6 | 6,69 |

SUMBER: laboratorium Sucofindo Medan

Pada data mengenai angket pertanyaan (kuestioner), berikut adalah data tingkat pendidikan responden yaitu 10,7 persen tidak tamat Sekolah Dasar (SD), 36,6 persen tamat Sekolah Dasar (SD), 60 persen tamat Sekolah Menengah Pertama (SMP), dan tamat Sekolah Menengah Atas (SMA) sebanyak 26,67 persen.

Kebanyakan responden bekerja di sektor swasta sebesar 60 persen, bertani 6,67 persen, di pemerintahan 3,33 persen, dan pekerjaan tidak tetap sebesar 30 persen.

BAB IV PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengaruh Kadar Besi (Limbah Cair) terhadap Kadar Besi pada Air Sumur Penduduk

Berikut ini analisis regresi antara faktor kadar Besi (Fe) (limbah cair) dengan kadar Besi (sampel):

Model Summary

| Model | R | R square | Adjusted R square | Std. Error of the Estimate |
|-------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1 | .135 ^a | .018 | -.017 | 1.0929 |

a. Predictors: (Constant), Besi (limbah)

ANOVA^b

| Model | Sum of Squares | Df | Mean Square | F | Sig. |
|--------------|----------------|----|-------------|------|-------------------|
| 1 Regression | .623 | 1 | .623 | .521 | .476 ^a |
| Residual | 33.443 | 28 | 1.194 | | |
| Total | 34.066 | 29 | | | |

a. Predictors: (Constan), Besi (limbah)

b. Dependent Variable: Besi (sampel)

Coefficients^a

| Model | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | t | Sig. |
|---------------|-----------------------------|------------|---------------------------|-------|------|
| | B | Std. Error | Beta | | |
| 1 (Constant) | 1.029 | .203 | | 5.069 | .000 |
| Besi (limbah) | -.145 | .201 | -.135 | -.722 | .476 |

a. Dependent Variable: Besi (sampel)

Berdasarkan analisis di atas, terlihat bahwa terdapat hubungan antara kadar Besi pada limbah cair dengan kadar Besi pada sampel air sumur penduduk, yang dapat ditunjukkan dengan nilai R (0,135) dan R² (0,018).

Untuk melihat kuat lemahnya korelasi digunakan Skala *Guilford* sebagai berikut:

- 0,00 - 0,19 = hubungan rendah sekali
- 0,20 - 0,39 = hubungan rendah tapi pasti
- 0,40 - 0,59 = hubungan cukup berarti
- 0,60 - 0,79 = hubungan kuat dan tinggi

Berdasarkan skala *Guilford* tersebut dapat dikatakan bahwa tingkat hubungan antara kadar Besi pada limbah cair dengan kadar Besi pada air sumur penduduk, berada pada tingkat hubungan yang rendah sekali. Sedangkan uji hipotesis dilakukan dengan uji-t. Uji hipotesisnya adalah sebagai berikut:

H_0 = koefisien regresi tidak pengaruh

H_1 = koefisien regresi pengaruh

Pengambilan keputusan (berdasarkan probabilitas) yaitu:

- Jika probabilitas > 0.05 maka H_0 tidak ditolak
- Jika probabilitas < 0.05 maka H_0 ditolak

Dari hasil analisis terhadap t hitung kadar Besi pada air limbah terhadap kadar Besi air sumur penduduk, dapat dilihat yaitu: - 0,722, dengan nilai probabilitas (tingkat pengaruh) masing-masing adalah 0,476 dan standard deviasinya adalah 1,194. Dari nilai tersebut, dapat disimpulkan bahwa: kadar Besi pada air limbah cair tidak mempengaruhi terhadap kadar Besi dalam air sumur penduduk.

4.2. Pengaruh Kadar Mangan (Limbah Cair) Terhadap Kadar Mangan pada Air Sumur Penduduk

Berikut ini adalah analisis regresi antara faktor kadar Mangan (limbah cair) dengan kadar Mangan (sampel).

Model Summary

| Model | R | R square | Adjusted R square | Std. Error of the Estimate |
|-------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1 | .122 ^a | .015 | -.020 | .9464 |

a. Predictors: (Constant), Mangan (limbah)

ANOVA^b

| Model | Sum of Squares | Df | Mean Square | F | Sig. |
|--------------|----------------|----|-------------|------|-------------------|
| 1 Regression | .381 | 1 | .381 | .426 | .519 ^a |
| Residual | 25.077 | 28 | .896 | | |
| Total | 25.458 | 29 | | | |

a. Predictors: (Constan), Mangan (limbah)

b. Dependent Variable: Mangan (sampel)

Coefficients^a

| Model | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | t | Sig. |
|---------------|-----------------------------|------------|---------------------------|-------|------|
| | B | Std. Error | Beta | | |
| 1 (Constant) | .628 | .176 | | 3.575 | .001 |
| Besi (limbah) | -1.279 | 1.960 | -.122 | -.653 | .519 |

a. Dependent Variable: Mangan (sampel)

Dari analisis di atas, terlihat bahwa terdapat hubungan antara kadar Mangan pada limbah cair dengan kadar Mangan pada sampel air sumur penduduk, yang dapat ditunjukkan dengan nilai R (0,122) dan R² (0,015).

Untuk melihat kuat lemahnya korelasi digunakan Skala *Guilford* sebagai berikut:

- 0,00 - 0,19 = hubungan rendah sekali
- 0,20 - 0,39 = hubungan rendah tapi pasti
- 0,40 - 0,59 = hubungan cukup berarti
- 0,60 - 0,79 = hubungan kuat dan tinggi

Berdasarkan skala *Guilford* tersebut dapat dikatakan bahwa tingkat hubungan antara kadar Mangan pada limbah cair dengan kadar Mangan pada air sumur penduduk, berada pada tingkat hubungan yang rendah sekali. Sedangkan uji hipotesis dilakukan dengan uji t. Uji hipotesisnya adalah sebagai berikut:

H₀ = koefisien regresi tidak pengaruh

H₁ = koefisien regresi pengaruh

Pengambilan keputusan (berdasarkan probabilitas) yaitu:

- Jika probabilitas > 0.05 maka H₀ tidak ditolak
- Jika probabilitas < 0.05 maka H₀ ditolak

Dari hasil analisis terhadap t hitung kadar Mangan pada air limbah terhadap kadar Mangan air sumur penduduk, dapat dilihat yaitu: - 0,653, dengan nilai probabilitas (tingkat pengaruh) masing-masing adalah 0,519 dan standard deviasinya adalah 0,895. Dari nilai tersebut, dapat disimpulkan bahwa: kadar Mangan pada air limbah cair tidak mempengaruhi terhadap kadar Mangan dalam air sumur penduduk.

4.3. Pengaruh Kedalaman Sumur, Jarak Sumur, Diameter Cincin (Ring) Sumur, dan Permukaan Air Sumur terhadap Kadar Besi (Fe)

Di bawah ini dapat dilihat analisis regresi berganda antara faktor kedalaman sumur, jarak sumur, diameter cincin (ring) sumur, dan permukaan air sumur dengan kadar Besi (sampel).

Model Summary

| Model | R | R square | Adjusted R square | Std. Error of the Estimate |
|-------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1 | .716 ^a | .512 | -.434 | .8153 |

a. Predictors: (Constant), permukaan air, diameter cincin, jarak sumur, dan kedalaman sumur.

ANOVA^b

| Model | Sum of Squares | Df | Mean Square | F | Sig. |
|--------------|----------------|----|-------------|-------|-------------------|
| 1 Regression | 17.450 | 4 | 4.362 | 6.563 | .001 ^a |
| Residual | 16.616 | 28 | .665 | | |
| Total | 34.066 | 29 | | | |

a. Predictors: (Constan), permukaan air, diameter cincin, jarak sumur, dan kedalaman sumur.

b. Dependent Variable: Besi (sampel)

Coefficients^a

| Model | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | t | Sig. |
|-----------------|-----------------------------|------------|---------------------------|--------|------|
| | B | Std. Error | Beta | | |
| 1 (Constant) | 1.577 | .799 | | 2.098 | .045 |
| Kedalaman sumur | .237 | .101 | .363 | 2.339 | .028 |
| Jarak sumur | -8.16E-03 | .003 | -.460 | -2.977 | .005 |
| Diameter cincin | -8.12E-03 | .004 | -.330 | -2.113 | .045 |
| Permukaan air | -1.92E-03 | .003 | -.102 | -.641 | .528 |

a. Dependent Variable: Besi (sampel)

Dari hasil analisis di atas, terlihat bahwa terdapat hubungan antara kedalaman sumur, jarak sumur, diameter cincin sumur, dan permukaan air sumur dengan kadar Besi (Fe), yang dapat ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasinya $R = 0,716$ dan koefisien determinasinya $R^2 = 0.512$.

Untuk melihat kuat lemahnya korelasi digunakan Skala *Guilford* sebagai berikut:

- 0,00 - 0,19 = hubungan rendah sekali
- 0,20 - 0,39 = hubungan rendah tapi pasti
- 0,40 - 0,59 = hubungan cukup berarti
- 0,60 - 0,79 = hubungan kuat dan tinggi

Berdasarkan skala *Guilford* tersebut dapat dikatakan bahwa tingkat hubungan antara kedalaman sumur, jarak sumur, diameter cincin sumur, dan permukaan air sumur dengan kadar Besi (Fe) berada pada tingkat hubungan yang

Tabel 4.1. Hasil analisis regresi dari faktor Besi (Fe)

| No | Variabel Y | Variabel X | Bi | R ² | Sd | t-hitung | F-test | Sign |
|----|-----------------------------------|---------------------|--------|----------------|--------|----------|--------|-------|
| 1. | Konstanta (b ₀) | Kadar Besi (sampel) | 1,677 | 0,512 | 0,815 | 2,098 | 6,563 | 0,046 |
| | Kedalaman sumur (X ₁) | | 0,237 | | | 2,339 | | 0,028 |
| | Jarak sumur (X ₂) | | -0,008 | | | -2,977 | | 0,006 |
| | Diameter sumur (X ₃) | | -0,008 | | | -2,113 | | 0,045 |
| | Permukaan air (X ₄) | | -0,001 | | -0,641 | | 0,528 | |
| 2. | Konstanta (b ₀) | Kadar Besi (sampel) | 1,029 | 0,018 | 1 194 | 5.069 | 0,521 | 0,000 |
| | Kadar Besi (limbah cair) | | -0,145 | | | -0.722 | | 0,476 |

Keterangan:

bi = b₀, b₁, b₃, dan b₄

R² = koefisien determinasi

Sd = Standard deviasi

Sign = Significant

Keterangan persamaan regresi tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Variasi hubungan variabel X₁ (kedalaman sumur) terhadap variasi Y (nomor sumur) untuk besi adalah sebesar 0,237, dengan asumsi bahwa variabel X₂, X₃, dan X₄ tetap.
- R² = 0,512

Menyatakan bahwa variasi perubahan nilai Y dengan asumsi nilai X₂, X₃, dan X₄ tetap dipengaruhi oleh variasi nilai X₁ adalah sebesar 0,512 atau 51,2 persen dan ada 48,8 persen variabel-variabel yang mempengaruhi yang tidak diperkirakan dalam error dan galat.

4.4. Pengaruh Kedalaman Sumur, Jarak Sumur, Diameter Cincin (Ring) Sumur, dan Permukaan Air Sumur terhadap Kadar Mangan (Mn)

Di bawah ini dapat dilihat analisis regresi berganda antara faktor kedalaman sumur, jarak sumur, diameter cincin sumur, dan permukaan air sumur dengan kadar Mangan (sampel).

Model Summary

| Model | R | R square | Adjusted R square | Std. Error of the Estimate |
|-------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1 | .144 ^a | .021 | -.136 | .9986 |

a. Predictors: (Constant), permukaan air, diameter cincin, jarak sumur, dan kedalaman sumur.

ANOVA^b

| Model | Sum of Squares | Df | Mean Square | F | Sig. |
|--------------|----------------|----|-------------|------|-------------------|
| 1 Regression | .527 | 4 | .132 | .132 | .969 ^a |
| Residual | 24.932 | 28 | .997 | | |
| Total | 25.458 | 29 | | | |

a. Predictors: (Constan), permukaan air, diameter cincin, jarak sumur, dan kedalaman sumur.

b. Dependent Variable: Mangan (sampel)

Coefficients^a

| Model | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | t | Sig. |
|-----------------|-----------------------------|------------|---------------------------|-------|------|
| | B | Std. Error | Beta | | |
| 1 (Constant) | .904 | .979 | | .923 | .365 |
| Kedalaman sumur | -8.34E-02 | .124 | -.148 | -.672 | .508 |
| Jarak sumur | -1.26E-03 | .003 | -.082 | -.377 | .710 |
| Diameter cincin | 1.202E-03 | .005 | .057 | .255 | .800 |
| Permukaan air | 6.686E-04 | .004 | .004 | .175 | .862 |

a. Dependent Variable: Mangan (sampel)

Hasil analisis di atas, terlihat bahwa terdapat hubungan antara kedalaman sumur, jarak sumur, diameter cincin sumur, dan permukaan air sumur dengan kadar Mangan (Mn), yang dapat ditunjukkan dengan nilai $R = 0,144$ dan $R^2 = 0,021$.

Untuk melihat kuat lemahnya korelasi digunakan Skala *Guilford* sebagai berikut:

- 0,00 - 0,19 = hubungan rendah sekali
- 0,20 - 0,39 = hubungan rendah tapi pasti
- 0,40 - 0,59 = hubungan cukup berarti
- 0,60 - 0,79 = hubungan kuat dan tinggi

Berdasarkan skala *Guilford* tersebut, dapat dikatakan bahwa tingkat hubungan antara kedalaman sumur, jarak sumur, diameter cincin sumur, dan permukaan air sumur dengan kadar Mangan (Mn) berada pada tingkat hubungan yang

rendah sekali. Sedangkan uji hipotesis dilakukan dengan uji-t. Uji hipotesisnya adalah sebagai berikut:

H_0 = koefisien regresi tidak pengaruh

H_1 = koefisien regresi pengaruh

Pengambilan keputusan (berdasarkan probabilitas) yaitu:

- Jika probabilitas > 0.05 maka H_0 tidak ditolak
- Jika probabilitas < 0.05 maka H_0 ditolak

Dari hasil analisis terhadap t hitung kedalaman sumur, jarak sumur, diameter cincin sumur, dan permukaan air sumur terhadap kadar Mangan (Mn) masing-masing dapat dilihat yaitu: -0,148, -0,082, 0,255, 0,175, dengan nilai probabilitas (tingkat pengaruh) masing-masing adalah 0,508, 0,710, 0,800, 0,862 dan standard deviasinya adalah 0,997. Dari nilai tersebut, dapat disimpulkan bahwa: kedalaman sumur, jarak sumur, diameter cincin sumur, dan permukaan air sumur tidak mempengaruhi terhadap kadar Mangan (Mn) dalam air sumur.

Hasil analisis regresi berganda di atas, terlihat bahwa masing-masing faktor kedalaman sumur (X_1), jarak sumur (X_2), diameter cincin sumur (X_3), dan permukaan air sumur (X_4) terhadap kadar Mangan (Mn) air sumur menerangkan bahwa:

- Semakin dalam sumur maka akan semakin rendah kadar Mangan (Mn) dalam air sumur, karena nilai koefisien regresinya negatif (-0,080).
- Semakin jauh jarak sumur dari tempat pembuangan limbah cair maka akan semakin berkurang kadar Mangan (Mn) dalam air sumur, karena nilai koefisien regresinya negatif (-0,001).
- Semakin lebar diameter cincin sumur maka akan semakin tinggi kadar Mangan (Mn) dalam air sumur, karena nilai regresinya positif (0,001).
- Semakin tinggi permukaan air maka akan semakin tinggi kadar Mangan (Mn) dalam air sumur, karena nilai koefisien regresinya positif (0,0006)

Persamaan regresinya adalah:

$$Y_{\text{(Mangan)}} = 0,904 - 0,008 X_1 - 0,001 X_2 + 0,001 X_3 - 0,0006 X_4$$

Tabel 4.2. Hasil analisis regresi dari faktor Mangan (Mn)

| No | Variabel Y | Variabel X | Bi | R ² | Sd | t-hitung | F-test | Sign |
|----|-----------------------------------|-----------------------|--------|----------------|-------|----------|--------|-------|
| 1. | Konstanta (bo) | Kadar Mangan (sampel) | 0,904 | 0,021 | 0,997 | 0,923 | 0,132 | 0,365 |
| | Kedalaman sumur (X ₁) | | -0,008 | | | -0,672 | | 0,508 |
| | Jarak sumur (X ₂) | | -0,001 | | | -0,377 | | 0,710 |
| | Diameter sumur (X ₃) | | 0,001 | | | 0,255 | | 0,800 |
| | Permukaan air (X ₄) | | 0,0006 | | 0,175 | | 0,862 | |
| 2. | Konstanta (bo) | Kadar Mangan (sampel) | 0,628 | 0,015 | 0,895 | 3,575 | 0,426 | 0,001 |
| | Kadar Mangan (limbah cair) | | -1,279 | | | -0,653 | | 0,519 |

Keterangan:

bi = b₀, b₁, b₃, dan b₄

R² = koefisien determinasi

Sd = Standard deviasi

Sign = Significant

Keterangan persamaan regresi tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Variasi hubungan variabel X₁ (kedalaman sumur) terhadap variasi Y (nomor sumur) untuk Mangan adalah sebesar 0,008, dengan asumsi bahwa variabel X₂, X₃, dan X₄ tetap.
- R² = 0,021

Menyatakan bahwa variasi perubahan nilai Y dengan asumsi nilai X₂, X₃, dan X₄ tetap dipengaruhi oleh variasi nilai X₁ adalah sebesar 0,021 atau 21 persen dan ada 79 persen variabel variabel yang mempengaruhi yang tidak diperkirakan dalam error dan galat.

4.5. Perilaku Masyarakat Sekitar, Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM), dan Pihak Management Pabrik terhadap Kualitas Air Sumur.

Berikut ini akan diuraikan hasil jawaban yang diberikan oleh responden terhadap angket pertanyaan yang peneliti berikan.

Sampah merupakan masalah yang serius dan sering muncul pada pemukiman padat dengan luas lahan yang terbatas sehingga tidak mempunyai lahan untuk tempat penampungan sampah umum dan menyebabkan munculnya masalah sampah ini

Tabel 4.3. Distribusi frekuensi pendapat masyarakat tentang masalah-masalah yang utama di Indonesia pada tahun 2002

| No. | Masalah Umum | Frekuensi | % |
|-----|----------------------|-----------|-----|
| 1. | Kemiskinan | 3 | 10 |
| 2. | Polusi Air | 2 | 13 |
| 3. | Pertumbuhan Penduduk | 3 | 10 |
| 4. | Banjir | 8 | 27 |
| 5. | Sampah padat | 2 | 7 |
| 6. | Kejahatan | 3 | 10 |
| 7. | Kesehatan Umum | 7 | 23 |
| | Total | 30 | 100 |

Pendapat masyarakat responden terhadap masalah utama di kota Medan berdasarkan tabel 4.3., menempatkan masalah sampah padat pada urutan yang terkecil tujuh persen, kemudian menempatkan masalah banjir sebanyak 27 persen sebagai masalah yang tertinggi.

Selanjutnya hasil dari pengumpulan pendapat responden mengenai sumur gali dapat dilihat pada tabel 4.4., yang menyatakan sumur gali mereka tidak terpolusi 37 persen sedangkan yang menyatakan tidak mengetahui tentang kondisi sumur gali mereka 33 persen, sedangkan pandangan pihak management terhadap sumur gali di sekitar tempat pembuangan limbah cair, menyatakan sumur gali kurang terpolusi dengan alasan, karena pemakaian air sedikit, bahan kimia yang digunakan ramah lingkungan (*green product*).

Tabel 4.4. Distribusi frekuensi pendapat masyarakat tentang sumur gali di sekitar pabrik aluminium pada tahun 2002

| No. | Pandangan Masyarakat tentang Sumur Gali | Frekuensi | % |
|-----|---|-----------|-----|
| 1. | Sangat terpolusi | 8 | 27 |
| 2. | Terpolusi | 1 | 3 |
| 3. | Tidak ada polusi | 11 | 37 |
| 4. | Tidak tahu | 10 | 33 |
| | Total | 30 | 100 |

Sedangkan sumber-sumber polusi terhadap sumur gali menurut masyarakat responden dapat dilihat pada tabel 4.5., yaitu industri aluminium 67 persen dan yang menyatakan karena aktivitas domestik tujuh persen dan karena pertanian 23 persen. Dan pendapat ini tentunya bertentangan dengan pihak management.

Tabel 4.5. Distribusi frekuensi pendapat masyarakat tentang sumber-sumber polusi pada air minum pada tahun 2002

| No. | Sumber-sumber Polusi | Frekuensi | % |
|-----|------------------------------|-----------|-----|
| 1. | Industri minyak kelapa sawit | 1 | 3 |
| 2. | Industri aluminium | 20 | 67 |
| 3. | Aktivitas domestik | 2 | 7 |
| 4. | Pertanian | 7 | 23 |
| | Total | 30 | 100 |

Pendapat responden mengenai siapa yang bertanggung jawab terhadap pengawasan pencemaran air, dapat dilihat 4.6., banyak responden yang menjawab yang bertanggung jawab adalah pemerintah yaitu sebesar 90 persen, sedangkan masyarakat sendiri hanya 3 persen, dan industri aluminium sendiri 7 persen.

Tabel 4.6. Distribusi frekuensi pendapat masyarakat tentang siapa yang harus bertanggungjawab terhadap pengendalian polusi air tanah pada tahun 2002

| No | Yang Bertanggungjawab | Frekuensi | % |
|----|-----------------------|-----------|-----|
| 1. | Pemerintah | 27 | 90 |
| 2. | Masyarakat sekitar | 1 | 3 |
| 3. | Industri aluminium | 2 | 7 |
| | Total | 30 | 100 |

Jika mereka melihat industri membuang limbahnya tanpa mengalami pengolahan terlebih dahulu, mereka hanya melaporkan kasus tersebut kepada Kepala Desa saja 37 persen, yang langsung memberikan teguran kepada industri hanya 27 persen. Ini dapat dilihat pada tabel 4.7. Mereka tidak melaporkan kepada Polisi karena beranggapan biasanya bila ada kasus tertentu, pihak berwenang hanya berjanji memproses 73 persen tetapi selanjutnya tidak ada tanggapan 26 persen dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.7. Distribusi frekuensi pendapat masyarakat tentang bila mereka melihat pembuangan limbah pabrik ke sungai tanpa pengolahan khusus pada tahun 2002

| No. | Tanggapan Responden | Frekuensi | % |
|-----|---|-----------|-----|
| 1. | Melaporkan kasus ini kepada Kepala Desa | 11 | 37 |
| 2. | Meminta langsung kepada pihak pabrik untuk mengelolanya | 8 | 27 |
| 3. | Tidak peduli | 5 | 17 |
| 4. | Tidak tahu harus berbuat apa | 6 | 20 |
| | Total | 30 | 100 |

Tabel 4.8. Distribusi frekuensi tanggapan lembaga mengenai bila mereka melihat pembuangan limbah pabrik ke sungai tanpa pengelolaan khusus pada tahun 2002

| No. | Tanggapan lembaga | Frekuensi | % |
|------------|---|------------------|----------|
| 1. | Hanya berjanji akan memproses, tetapi tidak ada tindakan lebih lanjut | 22 | 73 |
| 2. | Tidak ada tanggapan | 8 | 27 |
| | Total | 30 | 100 |

BAB V

ANALISIS DATA

Untuk mendapatkan hasil akhir dari suatu penelitian, maka perlu dilakukan analisa dan evaluasi terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya. Analisa dan evaluasi yang harus dilakukan harus dikaitkan dengan teori yang telah diajukan dalam penelitian ini. Hasil pengolahan data merupakan salah satu tahapan untuk mencapai suatu kesimpulan.

Secara garis besar ada tiga kajian yang akan dianalisis mengenai penelitian ini, yaitu analisis mengenai sifat fisik dan kimiawi air sumur, serta analisis sosial yaitu mengenai tanggapan masyarakat hal-hal yang terkait di dalam penelitian ini.

5.1. Analisis Sifat Fisik

Penentuan derajat kotoran air limbah sangat dipengaruhi oleh adanya sifat fisik yang mudah terlihat. Adapun sifat fisik yang penting adalah kandungan zat padat yang menurunkan estetika dan kejernihan, bau, warna, dan perubahan temperatur.

Berdasarkan sifat fisik yang terlihat pada air limbah itu dijadikan parameter untuk melihat keadaan sifat fisik air sumur gali penduduk dengan kemudian dibandingkan dengan kadar maksimum yang diperbolehkan berdasarkan ketentuan kriteria dan standard kualitas air minum Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor: 416/Menkes/PER/IX/1990, tanggal: 3 September 1990.

Dan hasilnya secara rata-rata dari 30 buah sumur tersebut diketahui bahwa air yang ada di sumur dekat maupun sumur jauh tidak berbau dan tidak berasa, hal ini sesuai dengan kadar maksimum yang diperbolehkan. Begitu pula jumlah zat padat terlarut (TDS) berada sangat jauh dari kadar maksimum yang sebesar 1000 mg/L, yaitu untuk sumur dekat sebesar 76,43 mg/L dan sumur jauh 58,55 mg/L. Lalu kekeruhannya sumur dekat sebesar 4,2 NTU dan 3,47 NTU untuk sumur jauh, sedangkan kadar maksimum yang diperbolehkan adalah 5 NTU. Namun hanya saja untuk sumur dekat warna airnya ditemui agak kehitaman berbeda dengan sumur jauh yang masih tampak jernih. Perubahan warna ini dapat diketahui dengan analisis kimia. Tetapi secara keseluruhan berdasarkan sifat fisik kualitas air sumur masih relatif baik.

5.2. Analisis Sifat Kimia

Kandungan bahan kimiawi yang ada di dalam air limbah dapat merugikan lingkungan melalui berbagai cara. Bahan organik terlarut dapat menghabiskan oksigen dalam limbah serta menimbulkan rasa dan bau yang tidak sedap dalam penyediaan air bersih. Selain dari pada itu, akan lebih berbahaya apabila bahan tersebut merupakan bahan yang beracun.

Berdasarkan hipotesis yang disampaikan sebelumnya, bahwa diperkirakan air sumur tercemar dikarenakan mengandung Besi (Fe), Mangan (Mn), dan Cadmium

(Cd) yang melebihi batas baku mutu. Maka ketiga hal tersebut dan keadaan pH dari air sumur sebagai parameter yang dilihat dalam penelitian ini.

5.2.1. Cadmium (Cd)

Cadmium adalah logam yang berwarna putih keperakan, lunak, dan tahan korosi. Oleh karena sifat-sifatnya Cd banyak dipakai sebagai *stabilizer* dalam pembuatan *polyvini* dan *clorida*. Cd didapat pada limbah berbagai jenis pertambangan logam yang tercampur Cd seperti Pb dan Zn. Dengan demikian, Cd dapat ditemukan di dalam perairan baik di dalam sedimen maupun di dalam penyediaan air minum.

Merkuri (Hg) memiliki sifat yang sama dengan Cadmium (Cd) yaitu selain bersifat esensial juga toksik terhadap organisme yang hidup di air, oleh karena sifat tersebut, dalam berbagai penelitian logam berat, kedua jenis logam tersebut selalu mendapat prioritas untuk dianalisis dan dievaluasi. Cadmium adalah logam toksik, yang umumnya ditemukan dalam pekerjaan-pekerjaan industri, logam Cadmium digunakan secara intensif dalam proses *electroplating*. Cadmium juga ditemukan dalam industri cat.

Bagi manusia, Cd sebenarnya merupakan logam asing. Tubuh sama sekali tidak memerlukannya dalam proses metabolisme. Karenanya Cd sangat beracun bagi manusia dan dapat diabsorpsi tubuh dalam jumlah yang tidak terbatas, karena tidak hanya mekanisme tubuh yang dapat membatasinya.

Apabila Cd masuk ke dalam tubuh maka sebagian besar akan terkumpul di dalam ginjal, hati, dan sebagian yang dikeluarkan lewat saluran pencernaan. Cadmium dapat mempengaruhi otot polos pembuluh darah secara langsung maupun tidak langsung lewat ginjal, sebagai akibat terjadi kenaikan tekanan darah.

Kadar maksimum yang diperbolehkan berdasarkan ketentuan kriteria dan standard kualitas air minum Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor: 416/Menkes/PER/IX/1990, tanggal: 3 September 1990 adalah sebesar 0,005 mg/L. Tetapi pada 30 sumur yang dijadikan sampel, pada airnya tidak ditemukan mengandung Cadmium Cd.

5.2.2. Besi (Fe)

Besi sering menjadi masalah yang serius dalam air untuk keperluan domestik. Dalam air minum Besi akan menyebabkan gangguan rasa, bau, dan warna. Besi adalah zat terlarut dalam air yang tidak diinginkan, karena dapat menimbulkan bekas karat pada pakaian dan porselin. Pada konsentrasi lebih dari 0,31 mg/L dapat menimbulkan rasa yang tidak enak.

Besi yang terlarut dalam air biasanya senyawa Ferro (Fe^{2+}), tetapi bila terdapat oksigen, garam-garam Ferro dioksidasi menjadi senyawa Ferri yang kurang dapat larut. Dalam keadaan anaerob senyawa Ferri direduksi menjadi Ferro. Kehadiran senyawa Besi dalam air dengan kadar 0,2 mg/L dapat merangsang pertumbuhan bakteri. Cyanobakteri yang memanfaatkan zat Besi untuk

pertumbuhannya, dapat menimbulkan warna, lendir, dan sumbatan pada saringan pipa pada sumur.

Air tanah yang mengandung lebih dari 10 mg/L atau lebih banyak Ferri hidroksida yang membuat air berwarna cokelat dan keruh.

Besi dibutuhkan oleh tubuh untuk pembentukan haemoglobin. Banyak Besi di dalam tubuh dikendalikan pada fase absorpsi. Tubuh manusia tidak dapat mengeliminasi Besi karenanya pasien yang sering transfusi darah, warna kulitnya menjadi hitam karena terjadi akumulasi Besi.

Sekalipun Besi itu dibutuhkan oleh tubuh, tetapi dalam konsentrasi yang tinggi dapat merusak dinding usus. Debu besi juga dapat terakumulasi di dalam alveoli, dan menyebabkan berkurangnya fungsi paru-paru. Pencernaan air tanah oleh senyawa anorganik seperti Fe adalah karena pembuangan limbah yang bergerak di permukaan kemudian sampai mencemari air tanah.

Kadar maksimum yang diperbolehkan berdasarkan ketentuan kriteria dan standard kualitas air minum Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor: 416/Menkes/PER/IX/1990, tanggal: 3 September 1990 adalah sebesar 0,3 mg/L. Dan dari 30 sumur itu kadar Besi melebihi angka tersebut yaitu untuk sumur dekat rata-rata sebesar 2,056 mg/L dan sumur jauh sebesar 2,04 mg/L.

Kemudian diketahui bahwa terdapat hubungan antara kadar Besi pada limbah cair dengan kadar Besi pada sampel air sumur penduduk. Ini dapat dilihat dengan nilai R (0,135) dan R^2 (0,081). Namun dengan skala *Guilford* dapat dikatakan hubungannya relatif rendah sekali. Dari hasil analisis terhadap t hitung kadar Besi pada air limbah terhadap kadar Besi air sumur penduduk, dapat dilihat yaitu: -0,722, dengan nilai probabilitas (tingkat pengaruh) masing-masing sebesar 0,476 dan standard deviasinya adalah 1,194, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kadar Besi pada air limbah cair tidak mempengaruhi terhadap kadar Besi dalam air sumur penduduk.

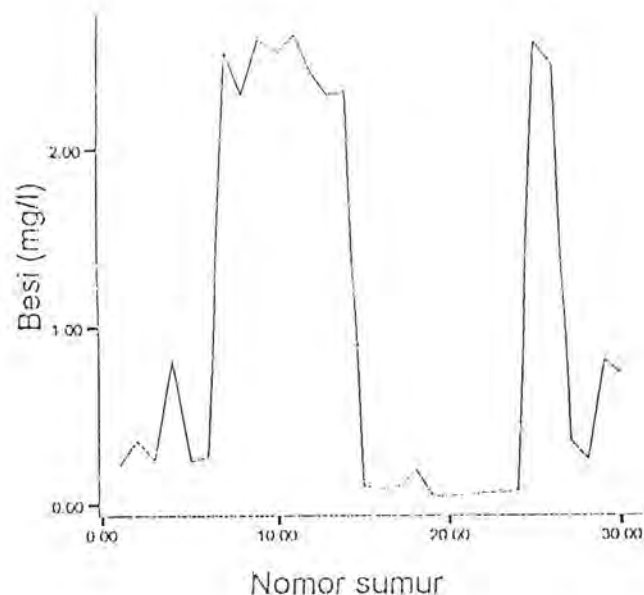
Lalu berdasarkan faktor-faktor kedalaman sumur, jarak sumur, diameter cincin (ring) sumur, dan permukaan air sumur coba dilihat bagaimana pengaruhnya terhadap kadar Besi (Fe). Dan terbukti bahwa faktor-faktor tersebut memiliki hubungan dengan kadar Besi, yang ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasinya R (0,716) dan koefisien determinasinya R^2 (0,512). Dengan skala *Guilford* diketahui hubungannya kuat dan tinggi.

Dari hasil analisis terhadap t hitung kedalaman sumur, jarak sumur, diameter cincin sumur, dan permukaan air sumur terhadap kadar Besi (Fe) masing-masing dapat dilihat yaitu: 2,339, -2,997, -2,113, -0,641, dengan nilai probabilitas (tingkat pengaruh) masing-masing adalah 0,815. Dari nilai tersebut, dapat disimpulkan bahwa:

- Kedalaman air sumur mempengaruhi terhadap kadar Besi (Fe) dalam air sumur. Di mana semakin dalam sumur maka akan semakin tinggi kadar Besi (Fe) dalam air sumur, karena nilai koefisien regresinya positif (0,237). Ini bertentangan dengan pernyataan Cunningham dan Saigo, yang menyatakan bahwa dalam perjalanan mencapai lapisan-lapisan tanah dengan ukuran pori-pori bermacam-

macam, maka kadar Besi akan banyak tertahan dan terikat oleh butiran-butiran tanah mengakibatkan konsentrasinya pada sumur dalam lebih kecil.

- Jarak sumur dari tempat pengolahan limbah cair mempengaruhi terhadap kadar Besi (Fe) dalam air sumur, yaitu semakin jauh lokasi sumur ke tempat pembuangan limbah cair maka akan semakin berkurang kadar Besi dalam air sumur, karena nilai koefisien regresinya negatif (-0,008). Hal tersebut sesuai dengan kenyataan sebelumnya, yang menyatakan semakin dekat jarak sumur dari tempat pembuangan limbah, maka semakin tinggi kadar Besi (Fe).
- Diameter cincin (ring) sumur mempengaruhi terhadap kadar Besi (Fe) dalam air sumur, yaitu semakin lebar diameter cincin (ring) maka semakin kecil kadar Besi dalam sumur, yang ditunjukkan dengan nilai koefisien regresinya negatif (-0,008).
- Permukaan air sumur tidak mempengaruhi terhadap kadar Besi (Fe) dalam air sumur. Dengan semakin tinggi permukaan air maka akan semakin kecil kadar Besi (Fe) dalam air sumur, karena nilai koefisien regresinya negatif (-0,001). Pada air permukaan konsentrasi Besi sangat kecil, karena dalam kondisi tersebut Besi berada dalam keadaan teroksidasi (Fe^{3+}) dan sulit larut dalam air, demikian pula sebaliknya dalam keadaan tidak teroksidasi banyak Besi larut dalam air. Besi hasil pengolahan limbah cair akan banyak terikat atau teroksidasi, kondisi ini menyebabkan Besi tersebut sulit larut dalam air permukaan sehingga konsentrasinya lebih sedikit pada sumur-sumur dalam.



Gambar 5.1. Grafik hubungan kadar Besi pada masing-masing sumur



5.2.3. Mangan (Mn)

Ion Fe dan Mn selalu dijumpai pada air alami dengan kadar oksigen yang rendah, seperti pada air tanah dan pada daerah danau tanpa udara. Keberadaan Ferric dan Manganic larutan dapat terbentuk dengan adanya proses industri. Fe dan Mn dapat dihilangkan dari dalam air dengan melakukan oksidasi menjadi $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dan MnO_2 yang tidak dapat larut dalam air, kemudian diikuti dengan pengendapan dan penyaringan. Oksidator utama adalah molekul oksigen dari udara, KMnO_4 , sedangkan kecepatan pengendapan dipengaruhi oleh jenis dan kadar oksidator, pH, kesadahan, dan kemungkinan ditambahkan katalisator.

Sama dengan Besi, kadar Mangan pada air sumur ditemukan melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan berdasarkan ketentuan kriteria dan standard kualitas air minum Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor: 416/Menkes/PER/IX/1990, tanggal: 3 September 1990 yang sebesar 0,1 mg/L. Semetara pada sumur dekat sebesar 1,127 dan sumur jauh sebesar 0,08. Dan berdasarkan hasil analisis terlihat bahwa terdapat hubungan antara kadar Mangan pada limbah cair dengan kadar Mangan pada sampel air sumur penduduk, yaitu R (0,122) dan R^2 (0,015). Hubungannya berada pada tingkat hubungan yang rendah sesuai skala *Guilford*.

Kadar Mangan pada limbah cair tidaklah mempengaruhi kadar Mangan pada air sumur. Ini dibuktikan dengan hasil analisis terhadap t hitung kadar Mangan pada air limbah terhadap kadar Mangan air sumur penduduk yaitu -0,653 dengan nilai probabilitas (tingkat pengaruh) masing-masing adalah 0,519 dan standard deviasinya sebesar 0,895.

Selanjutnya diketahui bahwa ada hubungan antara faktor-faktor kedalaman sumur, jarak sumur, diameter cincin (ring) sumur, dan permukaan air sumur dengan kadar Mangan, dengan R (0,144) dan R^2 (0,021). Dan hubungannya rendah sekali sesuai skala *Guilford*.

Dari hasil analisis terhadap t hitung kedalaman sumur, jarak sumur, diameter cincin sumur, dan permukaan air sumur terhadap kadar Mangan (Mn) masing-masing dapat dilihat yaitu: -0,148, -0,082, 0,255, 0,175, dengan nilai probabilitas (tingkat pengaruh) masing-masing adalah 0,508, 0,710, 0,800, 0,862 dan standard deviasinya adalah 0,997. Dari nilai tersebut, dapat disimpulkan bahwa: kedalaman sumur, jarak sumur, diameter cincin sumur, dan permukaan air sumur tidak mempengaruhi terhadap kadar Mangan (Mn) dalam air sumur.

Hasil analisis regresi berganda di atas, terlihat bahwa masing-masing faktor kedalaman sumur (X_1), jarak sumur (X_2), diameter cincin sumur (X_3), dan permukaan air sumur (X_4) terhadap kadar Mangan (Mn) air sumur menerangkan bahwa:

- Semakin dalam sumur maka akan semakin rendah kadar Mangan (Mn) dalam air sumur, karena nilai koefisien regresinya negatif (-0,080). Ini sesuai dengan pernyataan Cunningham dan Saigo, yaitu dalam perjalanan mencapai lapisan-lapisan tanah dengan ukuran pori-pori bermacam-macam, maka kadar Mangan (Mn) akan banyak tertahan dan terikat oleh butiran-butiran tanah mengakibatkan konsentrasinya pada sumur dalam lebih kecil.

5.3. Analisis Sosial

Dari hasil jawaban angket pertanyaan (kuesioner) yang dibuat, masing-masing pihak yaitu masyarakat, pihak management, dan Lembaga Sosial Masyarakat memiliki pendapatnya sendiri mengenai keadaan lingkungan terutama mengenai air sumur gali penduduk.

Pihak management bersikeras bahwa industri yang dijalankannya tidak akan mengakibatkan polusi. Karena mereka telah mengelolanya dengan baik di mana mereka melakukan pemakaian air yang sedikit dan bahan kimia yang dipergunakan ramah lingkungan. Dan dapat dilihat bahwa parameter-parameter yang mencemari air sumur yaitu Besi dan Mangan bukanlah dipengaruhi dari limbah pabrik.

Namun sebagian besar masyarakat bersikeras bahwa polusi itu dikarenakan industri aluminium.

Sementara dikarenakan ketidaktahuan masyarakat mengenai hukum dan peraturan mengenai Lingkungan Hidup membuat mereka tidak tahu bagaimana harus bertindak jika terjadi pencemaran pada lingkungan mereka, terutama jika terjadi pencemaran pada air sumur mereka. Dan mereka sepenuhnya memberikan tanggungjawab mengenai pengawasan pencemaran air tersebut kepada pemerintah, sementara dari pendapat mereka seolah-olah mereka tidak turut bertanggungjawab terhadap pengawasan tersebut.

Tetapi sangat disayangkan bahwa tingkat kepercayaan masyarakat terhadap instansi yang terkait mengenai pencemaran lingkungan ini sangat rendah. Ini dikarenakan adanya keyakinan bahwa dalam menanggapi masalah pencemaran tersebut selalu berjalan lambat bahkan akan dibiarkan berlarut-larut.

Tentunya perbedaan pendapat yang ada ini mesti diluruskan dengan melakukan penelitian yang akurat yang dapat menunjukkan kebenaran sebenarnya. Dan pihak yang terkait cepat untuk mengambil tindakan agar pencegahan cepat dilakukan sehingga kerugian yang diderita dapat diperkecil.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

1. Kualitas air sumur yang digunakan sebagai air minum menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416 / Menkes / PER / IX / 1990, tanggal 3 September 1990, di sekitar pabrik aluminium ekstrusi secara umum tidak baik, karena di beberapa sumur dijumpai parameter yang melebihi baku mutu. Parameter yang melebihi baku mutu tersebut adalah Besi (Fe) dan Mangan (Mn).
2. Keadaan kadar Besi terhadap faktor-faktor kedalaman sumur, jarak sumur, diameter cincin (ring) sumur, dan permukaan air sumur:
 - Semakin dalam sumur maka semakin tinggi kadar Besi (Fe) dalam air sumur, yang ditunjukkan oleh nilai koefisien regresinya positif (0,237).
 - Semakin jauh jarak sumur dari tempat pembuangan limbah cair maka akan semakin berkurang kadar Besi (Fe) dalam air sumur, yang ditunjukkan oleh nilai koefisien regresinya negatif (- 0,008).
 - Semakin lebar diameter cincin sumur maka akan semakin kecil kadar Besi (Fe) dalam air sumur, yang ditunjukkan oleh nilai koefisien regresinya negatif (-0,008).
 - Semakin tinggi permukaan air sumur maka akan semakin kecil kadar Besi (Fe) dalam air sumur, yang ditunjukkan oleh nilai koefisien regresinya negatif (- 0,001).
3. Keadaan kadar Mangan terhadap faktor-faktor kedalaman sumur, jarak sumur, diameter cincin (ring) sumur, dan permukaan air sumur:
 - Semakin dalam sumur maka akan semakin rendah kadar mangan (Mn) dalam air sumur, yang ditunjukkan oleh nilai koefisien regresinya negatif (- 0,080).
 - Semakin jauh jarak sumur dari tempat pembuangan limbah cair maka akan semakin berkurang kadar Mangan (Mn) dalam air sumur, yang ditunjukkan oleh nilai koefisien regresinya negatif (- 0,001).
 - Semakin lebar diameter cincin sumur maka akan semakin tinggi kadar Mangan (Mn) dalam air sumur, yang ditunjukkan oleh nilai koefisien regresinya positif (0,001).
 - Semakin tinggi permukaan air sumur maka akan semakin tinggi kadar Mangan (Mn) dalam air sumur, yang ditunjukkan oleh nilai koefisien regresinya positif (0,0006).
4. Pandangan pihak masyarakat terhadap kualitas air sumur berbeda dengan pihak manajemen pabrik dan Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM). Pihak masyarakat memandang kualitas air sumur tidak tercemar karena ketidaktahuan mereka terhadap kualitas air sumur. Sedangkan manajemen pabrik menganggap air sumur penduduk yang tercemar bukan dari pabrik karena mereka telah mengadakan pengolahan limbah yang benar. Sementara pihak LSM menganggap bahwa

pencemaran air sumur penduduk tersebut karena pengolahan limbah pabrik yang tidak benar, pemantauan yang tidak kontiniu dan pembuatan Upaya Pengelolaan Lingkungan (UKL) dan Upaya Pemantauan Lingkungan (UPL) yang baru saja diselesaikan pada tahun 2001 sementara pabrik telah berdiri sejak tahun 1991.

6.2. Saran

1. Pabrik aluminium ekstrusi harus segera dipindahkan ke Kawasan Industri Medan (KIM).
2. Segera perusahaan memasukkan sumber air bersih yang berasal dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) setempat, agar kebutuhan masyarakat akan air bersih dapat terpenuhi.
3. Jika kedua hal di atas tidak dapat dilaksanakan maka penanggulangan dibuat dengan cara air sumur gali yang berjarak 5 - 20 meter dari pabrik, pihak perusahaan harus membuat tangki yang tinggi lebih kurang 25 meter ke atas dengan menarik air sumur ke atas tangki yang telah diisi dengan pasir, kerikil, dan serabut, sehingga logam-logam yang tercemar dapat terendap di tangki tersebut. Kemudian air yang bebas pencemaran dialirkan ke rumah-rumah penduduk sekitar pabrik yang berjarak dekat dengan pabrik.
4. Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya diteliti struktur dan tekstur tanah disekitar pabrik aluminium, untuk mengetahui kandungan Besi (Fe) pada tanah di sekitar pabrik aluminium.

DAFTAR PUSTAKA

- Abisujak, B, 1995, Resiko Diare Akut Penggunaan System Daur Ulang Tinja Dalam Kolam Ikan. Suatu Analisis Ekoepidemiologi Mekanisme Penularan Diare Melalui Air. Tesis S – 3 Universitas Padjajaran Bandung.
- Anonimous, 22 September 1999. Sungai Dimembe Tercemar Merkuri. Kompas, Jakarta.
- Azwar, 1996. Pengantar Administrasi Kesehatan, Jakarta : Binarupa Aksara.
- Bouwe, H. 1995. Ground Water Hidrologi, International Student Edition, Kogakuska, Ltd. Tokyo
- Corapcoglu, Tuncay, and Ceylan, 1996. Environmental Impact Assesment. New York : MC. Graw – Hill.
- Darmono, 1995. Logam Dalam Sistem Biologi Mahluk. Universitas Indonesia Press. P.p 75 – 121.
- Gamma, 2002. Info Lingkungan Hidup (Program Kali Bersih). Jakarta.
- Mahida, U.N. 1995, Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri. Rajawali Press.
- Leachetes on Groundwater Quality in Filland. Dalam Groudwater Quality Management International Association of Hydrologi Science, 220;60.
- Parogay, 2002, Kandungan Merkuri dan Cadmium Sepanjang Kali Donan Kawasan Industri Cilacap, Frontier Nomor 33 Maret 2001