

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. AIR

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting untuk kehidupan setiap makhluk hidup di bumi ini. Oleh sebab itu diperlukan sumber air yang mampu menyediakan air yang baik dari segi kualitas dan kuantitas.

Pertumbuhan penduduk yang begitu pesat, mengakibatkan sumber daya air di dunia menjadi salah satu kekayaan yang sangat penting. Air merupakan hal pokok bagi konsumsi dan sanitasi umat manusia, untuk produksi barang industri, serta untuk produksi makanan, kain dan sebagainya. Namun air tidak tersebar secara merata di atas permukaan bumi akan tetapi bervariasi.

Dari sekitar 1.386 juta km³ air yang ada di bumi, sekitar 1.337 juta km³ atau 97,39 % berada di samudra dan laut, dan hanya sekitar 35 juta km³ (2,35 %) berupa air tawar di daratan, sedangkan sisanya dalam bentuk gas/uap (Suripin, 2001)

Air mengalami sirkulasi yang disebut daur hidrologi. Proses ini berawal dari permukaan tanah dan laut yang menguap ke udara kemudian mengalami kondensasi yaitu berubah menjadi titik titik air yang mengumpul dan membentuk awan. Titik- titik air itu memiliki kohesi sehingga titik- titik air menjadi besar dan dipengaruhi gravitasi bumi sehingga jatuh disebut hujan. Air hujan yang jatuh dipermukaan bumi sebagian diserap tanah dan sebagian lagi mengalir melalui sungai menuju ke laut.

Menurut waktu dan tempat air dapat berubah kedalam tiga bentuk/sifat yakni air sebagai bahan padat, air sebagai cairan, dan air sebagai uap seperti gas. Berikut ini sifat-sifat fisik air antara lain:

- Titik beku 0⁰C
- Massa jenis es (0⁰C) 0,92 gr/cm³
- Massa jenis air (0⁰C) 1,00gr/cm³

- Panas lebur 80 kal/gr
- Titik didih 100⁰C
- Panas penguapan 540 kal/gr
- Temperatur kritis 347⁰C
- Tekanan kritis 217 Atm
- Konduktivitas listrik spesifik (25⁰C) 1×10^{-17} /ohm-cm
- Konstanta dielektri(25⁰C)

2.2. SIKLUS AIR

Air jumlahnya relative konstan, tetapi air tidak diam, melainkan bersirkulasi akibat pengaruh cuaca, sehingga terjadi suatu siklus yang disebut siklus hidrologis. Siklus ini penting, karena ialah mensuplai daerah daratan dengan air. Air menguap akibat panasnya matahari. Penguapan terjadi pada air permukaan, air yang berada di dalam lapisan tanah bagian atas (*evaporasi*), air yang ada didalam tumbuhan (transpirasi), hewan, dan manusia (*transpirasi respirasi*). Uap air memasuki atmosfer uap ini akan menjadi awan, dan didalam kondisi cuaca tertentu dapat mendingin dan berubah bentuk menjadi tetesan-tetesan air dan jatuh kembali kebumi sebagai hujan. Air hujan ini ada yang mengalir langsung masuk kedalam permukaan (*runoff*), ada yang meresap kedalam tanah (*perkolasi*) dan menjadi air tanah baik yang dangkal maupun yang dalam, ada yang diserap oleh tumbuhan.

2.3. SUMBER SUMBER AIR

2.3.1. Air Laut

Air laut mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut 3 %, maka air laut tidak memenuhi syarat untuk diminum.

2.3.2. Air Atmosfir

Untuk menjadikan air hujan sebagai air minum hendaknya jangan menampung air hujan pada saat mulai turun hujan, karena masih mengandung banyak kotoran misalnya pengotoran udara yang disebabkan industry/debu dan gas.

2.3.3. Air Permukaan

Air permukaan berasal dari aliran langsung air hujan, lelehan salju, dan aliran yang berasal dari air tanah. Yang termasuk air permukaan adalah air sungai, rawa-rawa, danau dan waduk (Suripin, 2001)

2.3.4. Air Tanah

Air tanah (*ground water*) adalah air yang berada di bawah permukaan tanah di dalam zone jenuh dimana tekanan hidrostatiknya sama atau lebih besar dari tekanan atmosfer (Suyono, 1993:1)

Air tanah terbagi atas: air tanah dangkal, air tanah dalam dan mata air

2.4. KUALITAS AIR TANAH

Kualitas air tanah dari satu tempat ke tempat lain sangat beragam, tergantung dari jenis batuan, dimana air itu meresap, mengalir dan berakumulasi, serta kondisi lingkungan. Dalam Peraturan Pemerintah RI No. 82 tahun 2001, kualitas air ditetapkan melalui pengujian parameter fisika dan parameter kimia.

2.4.1. Karakteristik Fisika.

1. TDS (*Total Dissolved Solid*)

Tubuh kita terdiri dari 80% air, maka air memiliki peranan yang sangat penting untuk menjaga kesehatan. Banyak diantara kita hanya mengetahui bahwa air yang layak konsumsi adalah air yang bebas bakteri dan virus, pada hal kualitas air yang layak konsumsi adalah lebih dari itu. Salah satu faktor yang sangat penting dan menentukan bahwa air yang layak konsumsi adalah kandungan TDS (Total Dissolved Solid) atau total zat padat terlarut. Menurut DEPKES RI melalui Permenkes

No: 492/Menkes/Per/IV/2010 standar TDS maksimum yang diperbolehkan 500 mg/l

2. Suhu

Secara umum, kenaikan suhu perairan akan mengakibatkan kenaikan aktifitas biologi sehingga akan membentuk O_2 lebih banyak lagi. Kenaikan suhu perairan secara alamiah biasanya disebabkan oleh aktifitas penebangan vegetasi disekitar sumber air tersebut, sehingga menyebabkan banyaknya cahaya matahari yang masuk tersebut mempengaruhi akuifer yang ada secara langsung atau tidak langsung

3. Daya Hantar Listrik (DHL)

Konduktivitas air bergantung pada jumlah ion-ion terlarut per volumenya dan mobilitas ion-ion tersebut. Satuannya adalah ($\mu\text{mho/cm}$, 25^0C). Konduktivitas bertambah dengan jumlah yang sama dengan bertambahnya salinitas. Secara umum, faktor yang lebih dominan dalam perubahan konduktivitas air adalah temperatur. Untuk mengukur konduktivitas digunakan konduktivimeter. Berdasarkan nilai DHL, jenis air juga dapat dibedakan melalui nilai pengukuran daya hantar listrik dalam $\mu\text{mho/cm}$ pada suhu 25^0C menunjukkan klasifikasi air sebagai berikut:

Tabel 2.1. Klasifikasi air berdasarkan Daya Hantar Listrik (DHL)

No.	DHL ($\mu\text{mho/cm}$, 25^0C)	Klasifikasi
1.	0,0055	Air murni
2.	0,5-5	Air suling
3.	5-30	Air hujan
4.	30-200	Air tanah
5.	45000-55000	Air laut

Sumber : Davis dan Wiest, 1996)

Berdasarkan batas konduktivitas listrik klasifikasi intrusi air laut dapat juga dibedakan yaitu sebagai berikut:

Tabel 2.2. Klasifikasi intrusi air laut berdasarkan konduktivitas listrik

No.	Batas konduktivitas ($\mu\text{mho/cm}$, 25°C)	Klasifikasi intrusi
1.	$\leq 200,00$	Tidak terintrusi
2.	200,01-229,24	Terintrusi sedikit
3.	229,25-387,43	Terintrusi sedang
4.	387,44-534,67	Terintrusi agak tinggi
5.	$\geq 534,68$	Terintrusi tinggi

Sumber : Davis dan Wiest, 1996)

4. Bau dan Rasa

Air yang baik idealnya tidak berbau dan tidak berasa. Bau air dapat ditimbulkan oleh pembusukan zat organik seperti bakteri serta kemungkinan akibat tidak langsung terutama sistim sanitasi, sedangkan rasa asin disebabkan adanya garam-garam tertentu larut dalam air, dan rasa asam diakibatkan adanya asam organik maupun asam anorganik.

5. Kekeruhan

Kekeruhan air dapat ditimbulkan oleh adanya bahan-bahan organik dan anorganik, kekeruhan juga dapat mewakili warna. Sedang dari segi estetika kekeruhan air dihubungkan dengan kemungkinan hadirnya pencemaran melalui buangan dan warna air tergantung pada warna air yang memasuki badan air.

2.4.2. Karakteristik Kimia

1. Klorida (Cl)

Klorida adalah merupakan anion pembentuk Natrium Klorida yang menyebabkan rasa asin dalam air bersih (air sumur). Kadar klorida pada sampel air dengan menggunakan metode Argentometri di dapatkan nilai kadar klorida 9,10 mg/liter dan telah memenuhi persyaratan kualitas air minum. Sesuai dengan PERMENKES RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010, sebagaimana kadar maksimum klorida yang diperbolehkan untuk air minum adalah 250 mg/liter

Tabel 2.3. Klasifikasi air berdasarkan konsentrasi klorida

No.	Konsentrasi Cl (mg/liter)	Klasifikasi
1.	0-200	Air Murni
2.	201-600	Air suling
3.	>600	Air asin

Sumber : Davis dan Wiest, 1996)

2. Derajat keasaman (pH)

Penting dalam proses penjernihan air karena keasaman air pada umumnya disebabkan gas oksida yang larut dalam air terutama karbondioksida. Pengaruh yang menyangkut aspek kesehatan dari pada penyimpangan standar kualitas air minum dalam hal pH yang lebih kecil 6,5 dan lebih besar dari 9,2 akan tetapi dapat menyebabkan beberapa senyawa kimia berubah menjadi racun yang sangat mengganggu kesehatan

3. Kesadahan

Kesadahan air adalah kandungan mineral-mineral tertentu di dalam air, umumnya Ion Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg) dalam bentuk garam karbonat. Air sadah juga merupakan air yang memiliki kadar mineral yang tinggi. Air dengan kesadahan yang tinggi memerlukan sabun lebih banyak sebelum terbentuk busa (Mestati, 2007)

Tabel 2.4. Kesadahan air

No.	Kelas	1	2	3	4
1.	Kesadahan (mg/l)	0-55	56-100	101-200	201-500
2.	Derajat kesadahan	Lunak	Sedikit sadah	Moderat sadah	Sangat sadah

Sumber : Suripin, 2001

2.5. AKIFER

Lapisan yang dapat dilalui dengan mudah oleh lapisan air tanah seperti lapisan pasir atau lapisan krikil disebut lapisan permiabel. Lapisan yang sulit dilalui air tanah seperti lempung disebut lapisan kedap air, atau disebut juga impermeable.

Formasi-formasi yang berisi dan memancarkan air tanah disebut juga akifer. Jumlah air tanah yang dapat diperoleh dari suatu daerah tergantung pada sifat-sifat akifer yang ada di daerah serta pada luas cakupan dan frekuensi imbuhan. Dengan demikian karakteristik akifer mempunyai peranan yang menentukan dalam proses pembentukan air tanah.

Untuk usaha-usaha pengisian kembali air tanah melalui peningkatan proses infiltrasi tanah serta usaha-usaha reklamasi air tanah, maka kedudukan akifer dapat dipandang dari dua sisi yang berbeda:

1. Zona akifer tidak jenuh adalah: suatu zona penampang air di dalam tanah yang terletak diatas permukaan air tanah (*water tabel*) baik dalam keadaan alamiah (permanen) atau sesaat setelah berlangsungnya periode pengambilan air tanah.
2. Zona akifer jenuh adalah: zona penampang air tanah yang terletak dibawah permukaan air tanah kecuali zona penampung air tanah yang sementara jenuh dan berada di bawah daerah yang sedang mengalami pengisian air tanah.

Uraian mengenai terbentuknya air tanah menunjukkan bahwa peranan formasi geologi atau akifer amatlah penting. Formasi geologi tertentu, baik yang terletak pada zona bebas (*unconfined aquifer*) maupun zona terkekang (*confined aquifer*), dapat memberikan pengaruh tertentu pula terhadap keberadaan air tanah. Dengan demikian karakteristik akifer mempunyai peranan yang menentukan dalam proses pembentukan air tanah.

2.6. Intrusi air laut ke akifer air tanah

Air tanah tawar mengalir ke laut lewat akifer-akifer di daerah pantai yang berhubungan dengan laut dalam keadaan alami. Tetapi karena meningkatnya kebutuhan air tawar, maka aliran air tawar ke arah laut telah menurun atau bahkan sebaliknya air laut mengalir masuk ke akifer air tawar di daratan karena muka air tanah telah berada dibawah permukaan air laut yang disebabkan oleh pengambilan air yang berlebihan. Kejadian ini disebut dengan intrusi air laut. Jika air laut tersebut telah mengalir ke dalam sumur-sumur di daratan, maka penyediaan air menjadi tidak berguna karena akifer telah dicemari oleh air asin (Soemarto, 1987)

Adapun sebab-sebab utama terjadinya penerobosan air asin ke akifer air tawar adalah sebagai berikut:

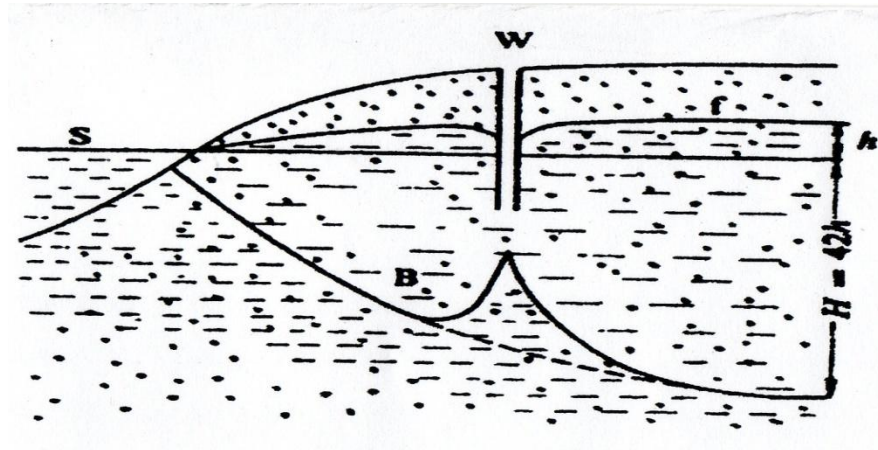
1. Akifer ini berhubungan dengan laut
2. Penurunan permukaan air tanah cukup besar sehingga dapat mengakibatkan penerobosan air asin

2.6.1. Air tanah bebas di pantai

Percampuran air asin dan air tawar dalam sebuah sumur dapat terjadi dalam hal-hal sebagai berikut:

1. Dasar sumur terletak dibawah perbatasan antara air asin dengan air tawar
2. Permukaan air dalam sumur selama pemompaan menjadi lebih rendah dari permukaan air laut, sehingga pengaruhnya mencapai tepi pantai.
3. Keseimbangan perbatasan antara air asin dan air tawar tidak dapat dipertahankan, perbatasan itu dapat naik secara abnormal yang disebabkan oleh penurunan permukaan air di dalam sumur selama pemompaan.

Mengingat sumur di tepi pantai itu tidak dapat dipergunakan kembali setelah dimasuki air asin, maka harus diperhatikan untuk air tanah bebas seperti gambar di bawah ini:



Gambar : 2.1 Hukum Herzberg pada air tanah tawar dan asin dekat garis pantai
(Sumber: Sosrodarsono dan Takeda,1976)

Keterangan gambar:

- s = Permukaan air laut
- f = Permukaan air tanah
- B = Batas antara air asin dan air tawar
- W = Sumur

Jika batas antara air asin dan air tawar berada dalam keseimbangan yang statis, maka untuk zona air tanah bebas di pantai dengan permeabilitas yang kira-kira merata, berlaku persamaan:

$$\rho H = \rho_0 (H + h) \quad (2-1)$$

$$H = \frac{\rho_0}{\rho - \rho_0} h \quad (2.2)$$

Dimana: ρ_0 = Kerapatan air tawar (kg/m^3)

ρ = Kerapatan air asin (kg/m^3)

h = Tinggi dari permukaan air asin ke permukaan air tawar (m)

H = Kedalaman dari permukaan laut ke batas (antara air asin dengan air tawar) (m)

Untuk $\rho_0 = 1,000$ (kg/m^3), $\rho = 1,024$ (kg/m^3)

di dapat $H = 42 h$ (2.3)

Hubungan di atas disebut hukum Herzberg (Sasrodarsono dan Takeda,1976)

Jika terdapat keadaan yang sesuai dengan hukum Herzberg dimana air asin telah berada di bawah akifer, maka air asin akan segera menerobos ke dalam sumur setelah permukaan air yang telah dipompa itu berada lebih rendah dari permukaan air laut. Demikian pula jika akifer itu tidak tebal, maka penerobosan air asin perlahan-lahan akan menyebar dari pantai

2.7 PENGAMBILAN AIR TANAH MELALUI SUMUR

Sumur merupakan sumber utama persediaan air bersih bagi penduduk yang tinggal di daerah pedesaan maupun diperkotaan Indonesia. Secara teknis dapat dibagi menjadi 2 jenis:

2.7.1 Sumur dangkal (*shallow well*)

Cara pengambilan air tanah yang paling tua dan sederhana adalah dengan membuat sumur gali dengan kedalaman lebih rendah dari posisi permukaan air tanah. Jumlah air yang dapat diambil dari sumur gali biasanya terbatas, dan air yang diambil adalah air dangkal. Untuk pengambilan air yang lebih besar diperlukan luas dan kedalaman galian yang lebih besar. Kedalaman sumur gali tergantung lapisan tanah, ketinggian dari permukaan air laut, dan ada tidaknya air bebas di bawah lapisan tanah. Sumur gali biasanya dibuat dengan kedalaman tidak lebih dari 5-8 meter di bawah permukaan tanah. Cara ini cocok untuk daerah pantai dimana air tanah berada di atas air asin.

Berdasarkan jenis tanah dan kedalaman, air bebas sumur gali dapat diperoleh sebagai berikut:

- Tanah berpasir: Sumur gali cukup 6-8 m telah memperoleh air bebas
- Tanah liat: kedalaman sumur ≥ 12 m baru memperoleh air bebas
- Tanah kapur: Umumnya sumur gali harus ≥ 40 m baru diperoleh air bebas

Keadaan atau sifat air sumur gali antara lain:

- Ketinggian air bebas umumnya sekitar 1-3 m dari dasar sumur

- Ketinggian air bebas bervariasi, tergantung jumlah air yang diambil dan tergantung musim.
- Rasa dan warna air tergantung jenis tanah yang ada, tanah sawah airnya kekuningkuningan, tanah berpasir airnya jernih dan rasanya sejuk, tanah liat rasanya sedikit sepat, tanah kapur airnya terasa sedikit sepat dan warnanya kehijau-hijauan dan tanah gambut airnya berwarna kemerah-merahan seperti teh dan rasanya asam
- Mudah tercemar oleh karena kelalaian dalam menutup mulut sumur
- Mengandung algae dalam jumlah sedikit
- Mengandung bakteri cukup banyak (Gabriel, 2001)

2.7.2 Sumur Dalam (*deep well*)

Pengambilan air tanah dilakukan dengan membuat sumur dalam (*deep well*) atau yang lazim disebut sumur bor.

Kedalaman sumur bor berdasarkan struktur dan lapisan tanah:

- Tanah berpasir: biasanya kedalaman 30-40 m sudah memperoleh air. Biasanya airnya naik 5-7 m dari permukaan tanah
- Tanah liat/padas: biasanya kedalaman 40-60 m akan diperoleh air yang baik dan air akan naik mencapai 7 m dari permukaan tanah
- Tanah berkapur: biasanya sumur dengan kedalaman di atas 60 m kemungkinan baru mendapat air dan apabila ada air, airnya sukar/tidak bias naik ke atas dengan sendirinya
- Tanah berbukit: biasanya sumur dibuat diatas 100 m atau diatas 200 m kemungkinan tipis sekali untuk memperoleh air. Air yang diperoleh sukar/tidak bias naik ke atas dengan sendirinya

Keadaan/sifat air sumur bor:

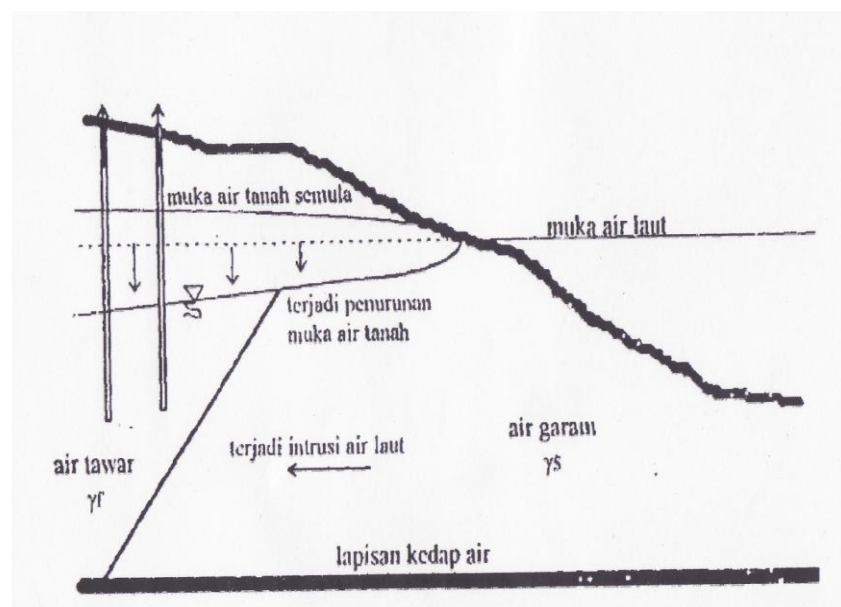
- Airnya jernih dan rasa sejuk
- Pencemaran air tidak terjadi/sukar terjadi

- Jumlah bakteri jauh lebih kecil dari sumur gali
- Jumlah algae dalam air sumur bor jauh lebih banyak dibanding dengan air sumur gali

Air tanah yang disedot secara besar-besaran sehingga terjadi ketidakseimbangan antara pengambilan/ pemanfaatan dengan pembentukan air tanah. Hal ini dapat menyebabkan menurunkan air tanah, di daerah pesisir penurunan permukaan air tanah akan mengakibatkan perembesan air laut ke daratan (intrusi), karena tekanan air tanah menjadi lebih kecil dibandingkan dengan tekanan air laut.

Tabel. 2.5 Perbedaan antara sumur dangkal dan sumur dalam

No		Sumur dangkal	Sumur dalam
1	Sumber air	Air permukaan	Air tanah
2.	Kualitas air	Kurang baik	Baik
3	Kualitas bakteriologis	Kontaminasi	Tidak terkontaminasi
4	Persediaan	Kering pada musim kemarau	Tetap ada sepanjang tahun



Gambar: 2.2 Kondisi dimana intrusi air laut terjadi karena

keseimbangan terganggu akibat pengambilan air
(Todd,1974)

2.8 KONDUKTIVITAS LARUTAN ELEKTROLIT

Konduktivitas atau daya hantar merupakan ukuran kemampuan mengalirkan arus listrik, menandakan banyaknya ion (Hartomo dan Widiatmoko,1992). Alat yang dipergunakan untuk mengukur konduktivitas larutan disebut konduktivimeter dengan satuan mikromho/cm ($\mu\text{mho/cm}$) Hambatan berbanding terbalik dengan luas penampang dan sebanding dengan panjang, dengan persamaan:

$$R = \frac{\rho l}{A} \quad (2.4)$$

Dimana: R = hambatan larutan

ρ = resistivitas sampel

l = panjang

A = luas penampang

Konstanta perbandingan ρ disebut resistivitas sampel. Konduktivitas (K) merupakan kebalikan dari resistivitas, sehingga :

$$R = \frac{1}{K} \cdot \frac{l}{A} \quad (2.5)$$

atau $K = \frac{l}{R \cdot A}$

Besar tahanan dinyatakan dalam ohm dan kebalikannya disebut mho. Dalam Sistem satuan SI, kebalikan ohm adalah Siemens (S)

2.9. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

2.9.1 Letak dan Geografis

Kecamatan Medan Labuhan terletak di wilayah Utara Kota Medan dengan batas-batas sebagai berikut:

Sebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan Medan Merdeka

Sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Deli Serdang

Sebelah Selatan berbatasan dengan Kecamatan Medan Deli dan Kabupaten Deli Serdang

Sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Medan Belawan

Kecamatan Medan Labuhan dengan luas wilayahnya : 36,67 Km²

Kecamatan Medan Labuhan adalah merupakan daerah yang berdekatan dengan pesisir (dekat dengan Belawan dan pesisir Deli Serdang) dengan penduduknya berjumlah : 104.829 Jiwa (BPS Sumatera Utara, 2006)

Di Kecamatan Medan Labuhan terdiri dari 6 kelurahan yaitu: Pekan Labuhan, Sei mati, Martubung, Besar, Tangkahan dan Nelayan Indah

Di Kecamatan Medan Labuhan ini banyak terdapat industry kecil seperti Produksi Prabot Rumah Tangga dari kayu. Disamping itu juga ada pertanian di bidang Tanaman Kelapa Genjah di Kelurahan Nelayan Indah

Di Kecamatan Medan Labuhan ini terdapat industry menengah dan industry besar seperti Produksi Inti Sawit dan Makanan Ternak.

Sebagai informasi bagi investor dan masyarakat pada Kecamatan Medan Labuhan ini terdapat Perumnas Grya Martubung