

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar

Lumpur pemboran menurut (American Petroleum Institute (API) Recommended Practice (RP 13D) 2010), didefinisikan sebagai fluida sirkulasi dalam operasi pemboran berputar yang memiliki banyak variasi fungsi, dimana merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap optimalnya operasi pemboran. Oleh sebab itu sangat menentukan keberhasilan suatu operasi pemboran.

Secara umum, menurut (Rudi Rubiandini, 2010), lumpur pemboran mempunyai empat komponen atau fasa, yaitu :

- a. Fasa cair (air atau minyak), 75% lumpur pemboran menggunakan air, istilah *oil-base* digunakan bila minyaknya lebih dari 95%.
- b. *Reactive solids*, yaitu padatan yang bereaksi dengan air membentuk koloid (*clay*), dalam hal ini *clay* air tawar seperti *bentonite* mengisap (*absorb*) air tawar dan membentuk lumpur.
- c. *Inert solids* (zat padat yang tak bereaksi), ini dapat berupa Barite ($BaSO_4$) yang digunakan untuk menaikkan densitas lumpur. Selain itu, juga berasal dari formasi-formasi yang dibor dan terbawa lumpur, seperti chert, pasir atau *clay-clay non swelling*, sehingga akan menyebabkan abrasi atau kerusakan pompa.
- d. Fasa kimia, merupakan bagian dari system yang digunakan untuk mengontrol sifat-sifat lumpur, misalnya dalam disperson (menyebarkan partikel-partikel *clay*) atau *flocculation* (pengumpulan partikel-partikel *clay*). Efeknya terutama tertuju pada pengkoloidan *clay* yang bersangkutan. Zat-zat kimia yang mendispersi (menurunkan viskositas/mengencerkan) misalnya : *Quebracho*, *phosphate*, *sodium tannate*, dll. Sedangkan zat-zat

kimia untuk menaikkan viskositas, misalnya : C.M.C, starch, dan beberapa senyawa polimer.

Rheology lumpur yang baik memiliki karakteristik nilai dari *Yield Point* harus lebih tinggi dibandingkan dengan *Plastic Viscosity* agar dapat menjaga *cutting* agar tidak turun kembali ke dasar sumur yang mengakibatkan *pipe stack*., lumpur pemboran yang akan disirkulasikan untuk kondisi *lost circulation* PT Pertamina EP Asset 1 Ramba Field memiliki *Set as Baseline* atau kondisi dasar dengan kategori sebagai berikut:

1. *Density* : > 8,4 gr/ml
2. *Viscosity* : 40-55 SMF (*Second Marsh Funnel*)
3. *Plastic Visc* : 6-15 cp
4. *Yield Point* : 14-22 lb/100 ft²
5. *Gel Strength* : 2-5 lb/100 ft²
6. *Mud Cake* : < 1 cm
7. *Filtrat Lost* : 5-7 (cc/30 mins)

2.1.1 Jenis Zat Aditif Penyusun Lumpur

Berbagai aditif berupa bahan kimia (baik yang diproduksi khusus untuk keperluan lumpur pemboran maupun bahan kimia umum) dan mineral dibutuhkan untuk memberikan karakteristik pada lumpur pemboran. Bahan-bahan tersebut dapat diklasifikasi sebagai berikut:

1. *Viscosifiers* (bahan pengental) seperti *Bentonite*, *CMC*, dan *polymer*.
2. *Weighting Materials* (Pemberat): *Barite*, *Calcium Carbonate*
3. *Thinners* (Pengencer): *Phosphates*, *Lignosulfonate*, *Lignite*, *Poly Acrylate*
4. *Filtrat Reducers* : *Starch*, *CMC*, *PAC*, *Acrylate*, *Bentonite*, *Dispersant*.
5. *Lost Circulation Materials* : *Granular*, *Flake*, *Fibrous*, *Slurries*.
6. Aditif Khusus: *Flocculant*, *Corrosion Control*, *Defoamer*, *pH Control*, *Lubricant*.

2.2 Sifat Lumpur Pemboran

Lumpur pemboran memiliki sifat yang sedikit berbeda di bandingkan fluida lainnya berikut tertera menurut defenisi (Rudi Rubiandini R.S, 2010) :

1. Densitas / Berat Jenis

Densitas lumpur bor merupakan salah satu sifat lumpur yang sangat penting, karena peranannya berhubungan langsung dengan fungsi lumpur bor sebagai penahan tekanan formasi. Adanya densitas lumpur bor yang terlalu besar akan menyebabkan lumpur hilang ke formasi (*Lost Circulation*), sedang apabila terlalu kecil akan menyebabkan “*Kick*” (masuknya fluida formasi ke lubang sumur). Maka densitas lumpur harus disesuaikan dengan keadaan formasi yang akan dibor.

Asumsi-asumsi:

Volume setiap material adalah additif:

$$V_s + V_{ml} = V_{mb} \dots\dots\dots(1)$$

Jumlah berat adalah additif, maka:

$$d_s \times V_s + d_{ml} \times V_{ml} = d_{mb} \times V_{mb} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

V_s = Volume *solid*, bbl

V_{ml} = Volume lumpur lama, bbl

V_{mb} = Volume lumpur baru, bbl

d_s = Berat jenis *solid*, ppg

d_{ml} = Berat jenis lumpur lama, ppg

d_{mb} = Berat jenis lumpur baru, ppg

2.3 Rheology Lumpur Pemboran

Rheology lumpur pemboran merupakan tolak ukur sifat dasar lumpur yang berguna untuk menggambarkan kemampuan lumpur dalam menanggulangi masalah-masalah tertentu pada saat pemboran dilaksanakan, berikut merupakan *rheology* lumpur menurut (Rudi Rubiandini R.S, 2010).

1. Viskositas

Viskositas merupakan pengukuran dari ketahanan fluida yang diubah baik dengan tekanan maupun tegangan. Viskositas menjelaskan tentang ketahanan internal fluida untuk mengalir dan dapat dipikirkan sebagai pengukuran dari pergeseran fluida dalam hal ini fluida yang dimaksud ialah lumpur pemboran. Seluruh fluida (kecuali superfluida) memiliki ketahanan dari tekanan dan oleh karena itu disebut kental, tetapi fluida yang tidak memiliki ketahanan tekanan dan tegangan disebut fluida ideal.

Viscosity dan *Gel strength* merupakan bagian yang pokok dalam sifat-sifat rheologi fluida pemboran. Pengukuran sifat-sifat rheologi fluida pemboran penting mengingat efektivitas pengangkatan *cutting* merupakan fungsi langsung dari viskositas. Sifat *gel* pada lumpur juga penting pada saat *round trip* sehingga dapat mencegah *cutting* mengendap di dasar sumur yang dapat menyebabkan kesukaran pengeboran selanjutnya. Viskositas dan *gel strength* merupakan sebagian dari indikator baik tidaknya suatu lumpur.

2. Yield Point

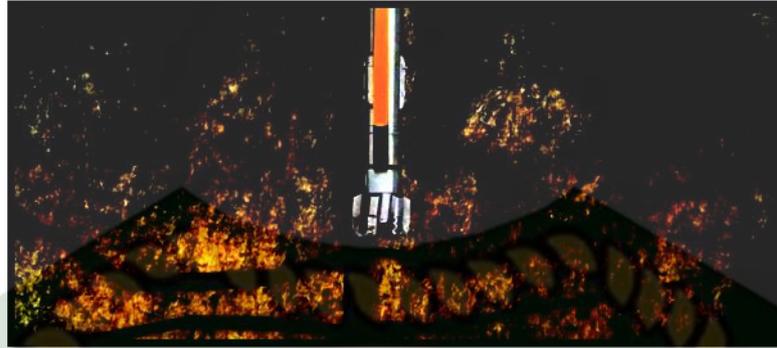
Yield Point adalah bagian dari resistensi untuk mengalir oleh gaya tarik-menarik antar partikel. Gaya tarik menarik ini disebabkan oleh muatan-muatan pada permukaan partikel yang didispersi dalam fasa fluida. *Yield Point* merupakan gaya *dynamic* yang menahan *cutting* agar tidak kembali jatuh ke dasar sumur pada saat sirkulasi lumpur sedang berlangsung. *Yield Point* dalam 100 lb/ft² diperoleh secara langsung dari pengukuran dengan alat *Fann VG Meter*.

3. *Gel Strength*

Gel Strength ialah tahanan gel/lapisan film yang berfungsi menahan *cutting* pada kondisi *static* pada saat proses *round trip* dilakukan. Harga *Gel Strength* dalam 100 lb/ft² diperoleh secara langsung dari pengukuran dengan alat *Fann VG Meter*. Simpangan skala penunjuk akibat digerakkannya rotor pada kecepatan 3 RPM, langsung menunjukkan harga *Gel Strength* 10 detik atau 10 menit dalam 100 lb/ft².

4. *Lost Circulation*

Ketika terjadi kontak antara lumpur pemboran dengan batuan *Porous*, batuan tersebut akan bertindak sebagai saringan yang memungkinkan fluida dan partikel-partikel kecil melewatinya. Fluida yang hilang kedalam batuan disebut "*Filtrate*", sedangkan lapisan partikel-partikel besar tertahan di permukaan batuan disebut "*Filter Cake*". Kondisi *Lost Circulation* pada lumpur ditandai dengan tinggi level lumpur pada *mud return line* cenderung sangat sedikit dari volume lumpur yang dimasukkan di awal sirkulasi, kondisi ini sangat merugikan dikarenakan jumlah lumpur yang hilang kedalam formasi dan juga terjadinya kerusakan formasi (*Formation Damage*). Menurut (*Savari Sharat, 2015*) *Lost Circulation* fluida pemboran sebahagian atau seluruhnya yang masuk kedalam formasi selama pemboran berlangsung. Masuknya lumpur pemboran kedalam formasi bisa diakibatkan secara alamiah karena jenis dan tekanan formasi yang ditembus maupun secara mekanis disebabkan oleh kesalahan dalam operasi pemboran. Hal ini juga diakibatkan oleh tekanan hidrosititik lumpur naik melebihi tekanan rekah formasi yang mengakibatkan terbentuknya rekah memungkinkan lumpur untuk mengalir kedalam rekahan tersebut.



Gambar 2.1 Zona rekah alami pada saat pemboran dilakukan
(*Lost Circulation Material and Their Evaluation*, Robert.j white, 1953)

Penyebab *Lost Circulation* di karenakan adanya celah terbuka yang cukup besar didalam lubang bor, yang memungkinkan lumpur untuk mengalir kedalam formasi, dan tekanan didalam lubang bor tersebut lebih besar dari tekanan formasi. Celah tersebut dapat terjadi secara alami dalam formasi yang *cavernous, fracture, fissure, unconsolidated*, atau dikarenakan tekanan lubang bor yang terlalu besar dibandingkan tekanan formasi. Pada kondisi *lost circulation* ini terdapat beberapa metode menurut Muammar, (2009) :

1. Mengurangi Tekanan Pompa

Terjadinya *lost circulation* dapat diketahui dari *flow* sensor atau berkurangnya lumpur pada *mud pit*. Langkah yang paling utama dilakukan ialah mengatur tekanan sirkulasi lumpur antara 900 psi – 3000 psi hal ini dipergunakan untuk menanggulangi kekurangan tekanan pada saat pengaliran lumpur.

2. Mengurangi Berat Lumpur

Fungsi salah satu lumpur ialah mengimbangi tekanan formasi . semakin besar berat lumpur maka semakin besar pula *differential pressure* antara kolom lumpur dan formasi dan lumpur dengan berat jenis tinggi yang disirkulasikan dapat menyebabkan pecahnya formasi.

3. Menaikkan *Viscosity*

Pada *shallow depth* , *lost circulation* umumnya disebabkan oleh formasi yang *porous* yang terdiri dari *coarse, gravel*, atau *cavernous*. Peningkatan viskositas dan *gel strength* dapat menanggulangi permasalahan *lost circulation*.

4. *Gel Strength*

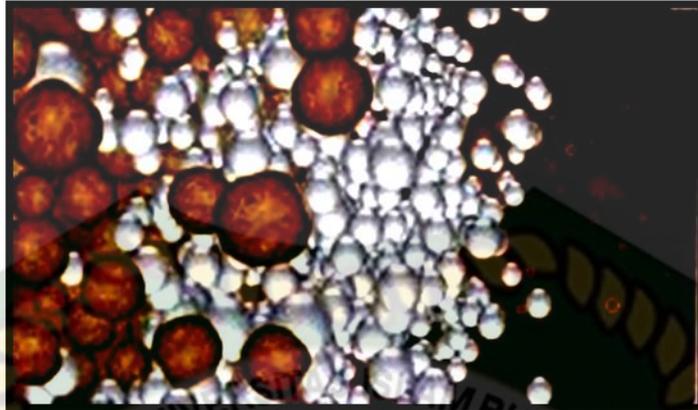
Gel Strength adalah kekuatan mengangkat dari lumpur dalam keadaan diam atau tidak mengalir. *Gel Strength* yang terlalu kecil maka lumpur tidak bisa menahan tekanan *cutting* sedangkan bila terlalu besar maka waktu memulai lagi sirkulasi diperlukan pompa yang besar dimana kemungkinan dapat membuat formasi rekah atau pecah.

5. Mengurangi tekanan *Surge* lubang bor

Tekanan *surge* dihasilkan dari penurunan pipa kedalam lubang bor yang terlalu cepat kondisi ini dapat memecahkan formasi.

6. *Sealing Agent*

Apabila 4 metode sebelumnya dikategorikan gagal, penambahan *sealing agent* dapat dilakukan, LCM (*Lost Circulation Material*) diantaranya, Menambahkan material yang mampu menahan hilangnya lumpur, antara lain, *Granular, Flake*, dan *Fibrous* (serat).



Gambar 2.2 *Sealing Agent Menutupi Zona Unconsolidated Rock*
(*Lost Circulation Material and Their Evaluation*, Robert.j white, 1953)

Kondisi *Lost Circulation* ialah kondisi dimana suatu formasi/suatu interval pemboran memiliki lapisan yang *permeable*/memiliki zona rekah alami, yang mengakibatkan lumpur pemboran meresap masuk keseluruhan ke dalam formasi yang mengakibatkan *formation damage*. *Lost circulation* membutuhkan penambahan khusus yaitu LCM (*Lost Circulation Material*) ke dalam lumpur yang akan disirkulasikan, mengurangi berat jenis lumpur, melakukan injeksi semen, dan melakukan *blind drilling*, Menurut (Robert. J White, 1986). Jenis *lost circulation material* terbagi 3 golongan menurut Bhakti Haryanto, Mulya Ginting, dan P.Simorangkir, (2015) ,

1. Material *Fibrous*

Material ini terdiri dari kapas kasar, ampas tebu, serat rami, serat kayu, *leather lock*, *fiber seal*, dan *chip seal*.

2. Material *Flakes*

Material ini terdiri dari mika, dan kwik seal (kombinasi serabut, dan *keeping-keeping*).

3. Material *Granular*

Material ini terdiri dari *nut shell*, *nut plug*, *tuff plug*, batok kelapa,, kulit kelapa sawit.



Gambar 2.3 Selulosa/ Fibrous Pada CMC Ampas Tebu



Gambar 2.4 Hasil pengendapan *mud cake* pada LPLT pada CMC Ampas Tebu

2.3.1 Penentuan Harga *Shear Stress* dan *Shear Rate*

Harga *Shear Stress* dan *Shear Rate* masing-masing dinyatakan dalam bentuk penyimpangan skala penunjuk (*dial reading*) dan RPM motor, harus diubah menjadi harga *Shear Stress* dan *Shear Rate* dalam satuan dyne/cm^2 dan detik^{-1} agar diperoleh harga viscositas dalam satuan cp (centipoise). Adapun persamaan tersebut sebagai berikut :

$$\tau = 5,077 \times C \dots\dots\dots(3)$$

$$\gamma = 1,704 \times \text{RPM} \dots\dots\dots(4)$$

dimana :

$$\tau = \text{Shear Stress, dyne/cm}^2$$

γ = *Shear Rate*, detik⁻¹

C = *Dial reading*, derajat.

RPM = *Rotation per minute* dari rotor.

2.3.2 Penentuan Harga Viscositas Nyata (*Apparent Viscosity*)

Viscositas nyata (μ_a) untuk setiap harga *Shear Rate* dihitung berdasarkan hubungan:

$$\mu_a = \tau/\gamma \times 100 \dots\dots\dots(5)$$

$$\mu_a = (300 \times C)/\text{RPM} \dots\dots\dots(6)$$

2.3.3 Penentuan *Plastic Viscosity* dan *Yield Point*

Untuk menentukan *Plastic Viscosity* (μ_p) dan *Yield Point* (Y_p) dalam *field unit* digunakan persamaan Bingham plastic berikut :

$$\mu_p = (\tau_{600} - \tau_{300})/(\gamma_{600} - \gamma_{300}) \dots\dots\dots(7)$$

Dengan memasukkan persamaan (1) dan (2) kedalam persamaan (8) didapat:

$$\mu_p = C_{600} - C_{300} \dots\dots\dots(9)$$

$$Y_b = C_{300} - \mu_p \dots\dots\dots(10)$$

Dimana:

μ_p = *Plastic Viscosity*, cp.

Y_p = *Yield Point* Bingham, lb/100 ft²

C_{600} = *Dial reading* pada 600 RPM, derajat.

C_{300} = *Dial reading* pada 300 RPM, derajat.

2.3.4 Penentuan *Filtration Lost* dan *Mud Cake*

Dalam percobaan ini akan dilakukan pengukuran volume *Filtration Lost* dan tebal *Mud Cake* untuk *Static Filtration*. Standar prosedur yang digunakan adalah APIRP 13B untuk LPLT (*Low Pressure Low Temperature*). Lumpur ditempatkan dalam silinder standar yang bagian dasarnya dilengkapi kertas saring dan diberi

tekanan sebesar 100 *psi* dengan lama waktu pengukuran 30 menit. *Volume Filtrate* ditampung dengan Gelas Ukur dengan *Cubic Centimeter (cc)*.

Persamaan untuk volume *Filtrate* yang dihasilkan dapat diturunkan dari persamaan Darcy, persamaannya adalah sebagai berikut:

$$V_f = A \left[\frac{2k \left(\frac{C_c}{C_m} - 1 \right)}{\mu} \Delta P t \right]^{\frac{i}{2}} \dots \dots \dots (11)$$

Dimana:

A : *Filtration Area*.

K : *Permeability Cake*.

C_c : Volume fraksi solid dalam *Mud Cake* .

C_m : Volume fraksi solid dalam lumpur.

P : Tekanan filtrasi.

t : Waktu filtrasi = viskositas filtrat.

Pembentukan *Mud Cake* dan *Filtration Loss* adalah dua kejadian dalam pemboran yang berhubungan erat, baik waktu, kejadiannya maupun sebab dan akibatnya. Oleh sebab itu maka pengukurannya dilakukan secara bersamaan.

Persamaan yang umum digunakan untuk *Static Filtration Loss* adalah:

$$Q_2 = Q_1 \times \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^{0.5} \dots \dots \dots (12)$$

Dimana :

Q₁ : *Fluid loss* pada waktu t₁.

Q₂ : *Fluid loss* pada waktu t₂.

2.4 Ampas Tebu

Ampas tebu adalah suatu residu dari proses penggilingan tanaman tebu (*saccharum officinarum*) setelah diekstrak atau dikeluarkan niranya pada industri pemurnian gula sehingga diperoleh hasil samping sejumlah besar produk limbah berserat yang dikenal sebagai ampas tebu (*bagasse*). Pada proses penggilingan tebu, terdapat lima kali ampas tebu. Pada proses penggilingan dari batang tebu sampai di penggilingan pertama dan kedua dihasilkan nira mentah yang berwarna kuning kecoklatan, kemudian pada proses penggilingan ketiga keempat dan kelima dihasilkan nira dengan volume yang tidak sama. Setelah proses yang penggilingan awal yaitu penggilingan pertama dan kedua dihasilkan ampas tebu basah.

Ampas tebu merupakan limbah padat yang berasal dari perasan balang tebu untuk diambil niranya. Limbah ini banyak mengandung serat dan gabus. Ampas tebu selain dimanfaatkan sendiri oleh pabrik sebagai bahan bakar pemasakan nira, juga dimanfaatkan oleh pabrik kertas sebagai *pulp* campuran pembuat kertas. Kadangkala masyarakat sekitar pabrik memanfaatkan ampas tebu sebagai bahan bakar. Ampas tebu ini memiliki aroma yang segar dan mudah dikeringkan sehingga tidak menimbulkan bau busuk. Limbah padat yang kedua berupa hasil endapan (limbah pemurnian nira) sebelum dimasak dan dikristalkan menjadi gula pasir. Bentuknya seperti tanah berpasir berwarna hitam, memiliki bau tak sedap jika masih basah. Bila tidak segera kering akan menimbulkan bau busuk yang menyengat.

Di Indonesia sendiri terkenal akan kekuatan agarisnya. Banyak hasil bumi yang tumbuh subur di Indonesia. Salah satu produk pertanian yang menjanjikan untuk dibudidayakan di Indonesia adalah tebu. Produksi tebu nasional pada tahun 2013 diperkirakan mencapai 2.581.039 ton menurut (Ditjenbun, 2013) pada produksi limbah tebu.

Dari data pabrik gula PT. Madukismo dihasilkan ampas tebu sekitar 35 – 40% dari berat tebu yang digiling sehingga ampas tebu yang dihasilkan diperkirakan mencapai 9.640.000 ton. Namun, sebanyak 40% dari ampas tebu tersebut belum dimanfaatkan secara komersial dari pihak pabrik tebu.

Kandungan selulosa yang tinggi menjadikan ampas tebu dapat dijadikan bahan baku pembuatan bubuk selulosa. Selulosa dapat dimanfaatkan menjadi kertas, karton, crayon, *cellulose powder*, selulosa asetat, *carboxymethyl cellulose* (CMC), nitro selulosa, *nanocrystalline cellulose* dan lain-lain tergantung dari kadar α selulosanya. Berikut kadar yang tertera dari tabel (Lilhot, 2001) Komposisi Kimia Serat Alam.

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Serat Alam (Lilhot, 2001)

Nama	Selulosa	Hemiselulosa	Lignin	Keterangan
Abaka	60-65	6-8	5-10	Pisang
Coir	43	1	45	Sabut Kelapa
Kapas	90	6	-	Bungkus, Biji
Bagass	37-42	12,56	19,95	Kulit Batang
Nenas	80	-	12	Daunnya
Rami	80-85	3-4	0,5-1	Kulit Batang
Sisal	60-67	10-15	8-12	Daun
Straw	40	28	18	-

Sumber : Komposisi Kimia Serat Alam (lilhot, 2001)

2.4.1 Tebu Kebun

Merupakan jenis tebu yang berkembang biak di Indonesia bernama latin *Sch. Officinarum*. Tebu jenis ini banyak di ditemui didaratan rendah Indonesia yang sering diolah menjadi gula, penyedap makan, dan juga sari tebu

Tebu kebun memiliki warna kuning kehijauan dan memiliki panjang buku-buku berukuran 10-15cm biasa diolah menjadi gula/dipasarkan dalam bentuk minuman karna kandungan gula yang tinggi tebu kebun merupakan jenis tebu yang biasa dimanfaatkan untuk diolah menjadi penyedap masakan. Berikut merupakan komposisi dari Tebu Kebun.

Tabel 2.2 Kandungan Kimia Tebu Kebun

Kandungan Tebu Kebun	Kandungan dalam persen	Keterangan
Air	48-52	Batang
Glukosa	3,3	Batang
Sukrosa	8-15	Batang, Akar
Monosakarida	0,5-1,5	Bunga, Batang, Akar
Asam Organik (asam laktat, Asam Suksinat, Asam Glukonat)	0,15	Batang, Daun
Senyawa Anorganik (Al ₂ O ₃ , MgO, CaO, K ₂ O, SO ₃ , dan H ₂ SO ₄)	0,2– 0,6	Batang, Akar
Senyawa Phospate	<0,1	Bunga, Daun, Batang, Akar

Sumber : Pemanfaatan Libah Ampas Tebu *Sch.Officinarum* (Idris et al.,1994)

Tabel 2.3 Kandungan Kimia Nira Tebu Kebun

Kandungan Tebu Kebun	Kandungan dalam persen	Keterangan
Fruktosa	2,0-4,0	Nira Batang
Glukosa	2,0-4,0	Nira Batang
Sukrosa	75-92	Nira Batang
Garam	3,0-4,5	Nira Batang
Asam Organik (asam laktat, Asam Suksinat, Asam Glukonat)	1,5-5,5	Nira Batang
Pati/ Strach	0,001-0,005	Nira Batang
Gums	0,3-0,6	Nira Batang
Zat Lilin	0,05-0,15	Nira Batang
Zat Warna dan Komponen Minor	3,0-5,0	Nira Batang

Sumber : *Principle of Sugar Tech Sch.Officinarum* (P.Honig et al.,2001)

2.4.2 Tebu Hutan

Merupakan jenis tebu yang berkembang di Indonesia bernama latin *Sch. Barberi*. Tebu jenis ini banyak ditemui didaratan tinggi di Indonesia, Tebu hutan memiliki bentuk buku-buku dengan panjang 5-10 cm dan warna dominan pada kulit tebu ialah merah kehitaman.

Sch.Barberi atau yang sering disebut sebagai tebu hutan dimanfaatkan sebagai tanaman herbal yang berfungsi sebagai obat demam. Tebu jenis ini juga dapat dimanfaatkan sepertihalnya tebu kebun namun tebu hutan sudah sulit ditemukan dikarenakan susahnya habitat yang ada didaerah Riau.

Tabel 2.4 Kandungan Kimia Tebu Hutan

Kandungan Tebu Kebun	Kandungan dalam persen	Keterangan
Air	50-60	Batang
Glukosa	4-4,7	Batang
Sukrosa	8-13	Batang, Akar
Monosakarida	1-1,5	Bunga, Batang, Akar
Asam Organik (asam laktat, Asam Suksinat, Asam Glukonat)	0,1	Batang, Daun
Senyawa Anorganik (Al ₂ O ₃ , MgO, CaO, K ₂ O, SO ₃ , dan H ₂ SO ₄)	0,2– 0,6	Batang, Akar
Senyawa Phospate	<0,1	Bunga, Daun, Batang, Akar

Sumber : Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu dan Limbah Ampas Singkong Menjadi *ethanol* dengan variasi komposisi (Tria Anggraini, 2014)

Tabel 2.5 Kandungan Kimia Nira Tebu Hutan

Kandungan Tebu Kebun	Kandungan dalam persen	Keterangan
Fruktosa	4,0-5,0	Nira Batang
Glukosa	3,0-4,0	Nira Batang
Sukrosa	75-92	Nira Batang
Garam	3,0-4,5	Nira Batang
Asam Organik (asam laktat, Asam Suksinat, Asam Glukonat)	1-4,5	Nira Batang
Pati/ Strach	0,001-0,005	Nira Batang
Gums	0,3-0,6	Nira Batang
Zat Lilin	0,05-0,15	Nira Batang
Zat Warna dan Komponen Minor	3,5-6	Nira Batang

Sumber : Principle of Sugar Tech Sch.Barberi (P.Honig et al.,2001)

Menurut (Raffles,A.E Harahap dan D.Febrina, 2016) senyawa glukosa yang cukup banyak terdapat pada selulosa yang ada pada ampas tebu selulosa yang terkandung didalam ampas tebu memiliki banyak fungsi seperti halnya pemanfaatan serat tebu untuk bahan tali derek, dan juga digunakan sebagai bahan dasar pembuatan CMC alami oleh (Koh Mey Hong, 2013) dan (Hartono Yudo, 2008).

Carboxymethyl cellulose atau yang sering dikenal dengan istilah (CMC) merupakan bahan pengental yang berbahan dasar selulosa yang memiliki kemampuan menyerap air, dari data di atas (*Bagasse*) atau ampas tebu memiliki kadar Selulosa 37-42%, Hemiselulosa 12,56%, dan *Lignin* 19,95% dari keadaan tebu utuh. Hal ini mengindikasikan ampas tebu dapat diolah menjadi bahan dasar pengganti CMC industri yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan menurut Lilhot, (2001).

Penggunaan zat additive NaOH ditujukan sebagai zat pembanding *rheology* lumpur yang telah dicampurkan CMC ampas tebu NaOH merupakan zat

kimia yang memiliki sifat alami yaitu mampu bereaksi langsung dengan udara / gas yang berada didalam sistem. Na (*Natrium*) mampu mengikat udara dan air khususnya untuk udara ialah *oxygen* (O_2) yang diharapkan mampu mengikat udara dan air tersebut didalam lumpur yang mengakibatkan meningkatnya *viscosity* sehingga dapat menjadi zat additive untuk membantu meningkatkan *rheology* lumpur pada kondisi *lost circulation*.

2.5 Selulosa

Selulosa merupakan biopolimer yang berlimpah dialam yang bersifat dapat diperbaharui, mudah terurai, tidak beracun, dan juga merupakan polimer karbohidrat yang tersusun atas *glukopirano*, dan terdiri dari tiga gugus hidroksi per *anhidroglukosa*. Selulosa telah dipergunakan sejak 150 tahun yang lalu dalam berbagai aplikasi, seperti makan, pengental, produksi kertas, *biomaterial*, dan dalam bidang kesehatan. Modifikasi yang dapat dipergunakan pada bidang selulosa ini dapat diperluas untuk diteliti dikarenakan sifat dari selulosa sebagai agen *coating*, *laminating*, *film optic*, dan *adsorben agen* menurut (Adi Santoso, 2008).

2.5.1 Proses Pengolahan Ampas Tebu Menjadi CMC

Berikut merupakan metode pemisahan lignin pada selulosa hingga dapat diolah menjadi CMC menurut (Koh Mey Hong, 2013) dan, (CP, Kelko, 2009).

1. *Delignification*

Merupakan tahapan pengikisan lignin pada *sample* memanfaatkan bantuan NaOH 25% pada air 350 ml. Pada proses ini *sample* di rendam dalam larutan NaOH selama 2 jam dengan suhu $120^{\circ}C$ untuk 50 gr ampas tebu. Tahapan *delignification* ini akan memecah dinding lignin yang didalamnya terdapat selulosa inti dari ampas tebu tersebut. Proses ini menggunakan takaran persen dikarenakan setiap *sample* tumbuhan memiliki kadar *lignin* berbeda, pada ampas tebu ini peneliti menggunakan 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30%. Peneliti memilih menggunakan 25% di karenakan beberapa faktor di antaranya tingkat kehalusan *sample*, jumlah

sample, dan efisiensi bahan kimia. Pada penelitian ini *sample* yang digunakan menggunakan NaOH 25% dikarenakan perubahan dari 25% s/d 30% tingkat kehalusan *sample* tetap namun jumlah *sample* cenderung berkurang dan pengurangan jumlah *sample* akan terus meningkat ketika persen NaOH ditingkatkan sehingga peneliti memilih kadar NaOH 25% sebagai kadar terbaik dalam proses ini.

2. *Bleaching Chemical*

Merupakan tahapan kedua yang memanfaatkan bantuan zat kimia H_2O_2 untuk memutihkan *sample* yang telah berwarna gelap karena proses *delignification* sekaligus menghancurkan *lignin* yang masih berukuran besar dengan kadar 98% pada takaran 350 ml dan lama perendaman *sample* 2 jam pada suhu ruangan.

3. *Selulose Puring*

Merupakan tahapan ketiga yang memanfaatkan $NaOH_{(aq)}$ 9%, yang bertujuan untuk memastikan *lignin* yang berukuran besar dan tebal masih lolos dari tahapan sebelumnya dengan takaran 350 ml pada *sample*, dan lama perendaman *sample* 2 jam pada suhu ruangan.

4. *Monochloride Acetic Acid 1:1 (MAA1:1)*

Merupakan larutan kimia yang berasal dari campuran Acetic Acid 100% sebanyak 175 ml dan $HCL_{(aq)}$ 100% sebanyak 175 ml. MAA1:1 ini bertugas untuk mengembangkan Selulosa dari sifat padat menjadi serabut-serabut halus yang dapat diamati ketika proses ini selesai, dan lama perendaman *sample* 2 jam pada suhu ruangan.

5. *Neutralizer*

Merupakan tahapan pemurnian dari zat kimia sebelumnya, *neutralizer* ini terbagi atas campuran larutan *Ethanol* 116 ml, *Methanol* 116 ml, dan *Acetic Acid* 116 ml selama 2 jam perendaman. Fungsi utama

Neutralizer ini ialah menetralkan sifat asam dan basa dari tahapan kimia sebelumnya dan menghilangkan aroma khas asam pada tahapan MAA1:1, pada akhir tahapan ini selulosa CMC kasar telah terbentuk namun masih memerlukan *treatment* pengeringan selama 2 jam dengan suhu 120°C.

6. *Grinding and Sieving*

Merupakan tahapan pencacahan dan pengayakan sample agar selulosa CMC halus dapat terpisah dari sisa-sisa lignin halus yang masih menempel pada selulosa

2.5.2 Pengaruh CMC Ampas Tebu Terhadap *Rheology* Lumpur Bor

Pada ampas tebu terdapat komponen penyusun berupa liquid (glukosa) selulosa, hemiselulosa, dan lignin pada saat pengolahan pemurnian selulosa ampas tebu, hemiselulosa, dan lignin menjadi hancur dikarenakan zat kimia NaOH yang dilarutkan dalam air pada konsentrasi 25% pada 350 ml air. Selulosa murni memiliki sifat *viscosifier* dan *filtrat reducer* jika dicampur pada lumpur, sehingga kekentalan lumpur meningkat sering penambahan massa selulosa ampas tebu. Tidak hanya itu peningkatan pada sektor *plastic viscosity*, *yield point*, dan *gel strength* juga mengalami peningkatan nilai *rheology* sehingga dapat meningkatkan kemampuan lumpur dalam menahan dan mengangkat *cutting* pemboran ke permukaan. Kadar selulosa yang tinggi pada CMC ampas tebu ini menghasilkan efek *fibrous* yang mana serat-serat yang dihasilkan dapat dikategorikan sebagai material penyumbat / *Lost Circulation Material* (LCM) menurut Robert J. Write, (1953).

2.5.3 Bahan Pembuatan Lumpur Pemboran

Dalam pembuatan lumpur pemboran ada beberapa bahan aditif yang digunakan, adapun bahan yang digunakan berfungsi sebagai berikut:

1. Lumpur Produksi PT. Matra Unikatama

Merupakan lumpur dasar yang bila ditambah dengan aditif maka lumpur ini dapat digunakan pada kedalaman yang lebih beragam. Sebagai lumpur dasar, lumpur ini mempunyai sifat yang fleksibel dengan semua macam aditif. Sehingga sifat dari lumpur pemboran dapat diaplikasikan sesuai dengan kondisi formasi yang diinginkan pada standar operasional pekerjaan.

2. Air

Air merupakan bahan dasar pembuatan lumpur merupakan media untuk melarutkan *clay / bentonite*.

3. *Bentonite*

Bentonite merupakan *fluid loss control agent* yang berfungsi mencegah hilangnya fasa *liquid* ke dalam formasi, sehingga terjaga kandungan cairan pada lumpur. *Bentonite* juga dapat mengurangi *fluid lost*, meningkatkan viskositas dan *gel strength*.

5. Ampas Tebu

Selulosa yang terdapat dalam ampas tebu bersifat sebagai sebagai *adsorben* yang dapat mencegah terjadi kehilangan cairan atau *fluid lost* (Koh Mey Hong, 2013) dan juga sebagai material penyumbat zona *permeable (lost circulation zone)*.

2.6 Prosedur Pembuatan CMC ATH dan CMC ATK

1. Mempersiapkan Ampas tebu dan membersihkannya dari zat pengotor.
2. Melakukan proses *Delignification* dengan melakukan perendaman ampas tebu 50 gr dengan larutan NaOH 25% pada 350 ml air dan dipanaskan di dalam oven dengan suhu 200°C selama 2 jam, setelah itu dilakukan pencucian, pengeringan bahan hingga bersih dan setengah kering.
3. Melakukan proses *Bleaching-Puling* ampas tebu tersebut dengan larutan H₂O₂ sebanyak 200 ml selama 2 jam (perhatikan proses kimia tersebut apabila telah mencapai reaksi puncak lakukan pencucian seketika dengan air) , setelah itu dilakukan pencucian, pengeringan bahan hingga bersih dan setengah kering.
4. Melakukan proses *Alkali* kembali dengan menggunakan larutan NaOH 9% pada 350 ml air pada ampas tebu tersebut selama 2 jam, setelah itu dilakukan pencucian, pengeringan bahan hingga bersih dan setengah kering.
5. Melakukan proses *Mercerization* dengan larutan *Monochloride Acetic Acid* dengan Komposisi HCL 100% (banyak larutan HCL dan Ac.Acid yang diberikan sebanyak 175 ml masing-masing) pada Ampas tebu selama 2 jam, setelah itu dilakukan pencucian, pengeringan bahan hingga bersih dan setengah kering.
6. Melakukan proses *Neutralization (Ethanol 30%+Methanol 30%+Acetic Acid 30%)* sebanyak 116 ml masing-masing zat kimia kedalam ampas tebu selama 2 jam perendaman, setelah itu dilakukan pencucian, pengeringan bahan hingga bersih dan setengah kering.
7. Melakukan proses pengeringan menggunakan oven dengan suhu 100°C selama 2 jam.
8. Melakukan proses *First Sieving* menggunakan Blender biasa hingga bahan ampas tebu setengah halus.
9. Melakukan proses *Grinding* dengan saringan besi hingga ampas tebu halus.

10. Melakukan proses *Sieving* dengan ukuran 100 s/d 200 mesh.
11. Ulangi Prosedur diatas untuk mempersiapkan CMC ATK (Ampas Tebu Kebun) dengan penambahan konsentrasi NaOH menjadi 30% pada proses *Delignification*.

2.7 Prosedur Pembuatan Lumpur Standar

1. Menimbang *Bentonite* sebanyak 22,5 gram, dan air sebanyak 350 ml.
2. Mempersiapkan *Mud Mixer* dan *Cup Mixer*
3. Mix *Bentonite* dan air selama 3 menit. (Ulangi dengan penambahan CMC, dan NaOH dengan variasi massa per gram).

2.8 Prosedur Cara bekerja dengan *Mars Funnel*

1. Menutup bagian bawah *Marsh Funnel* dengan jari tangan. Menuangkan lumpur bor melalui saringan sampai menyinggung bagian bawah saringan (1,5 liter).
2. Setelah menyediakan bejana yang telah tertentu isinya (1 quart = 946 ml) pengukuran dimulai dengan membuka jari tadi sehingga lumpur mengalir dan menampung dalam bejana tadi.
3. Mencatat waktu yang diperlukan (detik) lumpur untuk mengisi bejana yang tertentu isinya tadi.

2.9 Prosedur Mengukur *Gel Strength* Dengan *Fann VG*

1. Setelah selesai pengukuran *Shear Stress*, mengaduk lumpur dengan *Fann VG* pada kecepatan 600 RPM selama 10 detik.
2. Mematikan *Fann VG*, kemudian diamkan lumpur selama 10 detik.
3. Setelah 10 detik menggerakkan rotor pada kecepatan 3 RPM. Membaca simpangan maksimum pada skala penunjuk.
4. Mengaduk kembali lumpur dengan *Fann VG* pada kecepatan rotor 600 RPM selama 10 detik.
5. Mengulangi kerja diatas untuk *Gel Strength* 10 menit. (untuk *Gel Strength* 10 menit, lama pendiaman lumpur 10 menit).

2.10 Prosedur Mengukur *Mud Cake* dan *Filtration*

1. Pembuatan Lumpur :
Membuat lumpur dasar 350 cc *aquadest* + 22,5 gr *bentonite*
Lumpur Dasar I : LS (Tidak menggunakan aditif)
Lumpur Dasar II : 1 s/d 5 gr additive +LS
2. Mempersiapkan alat *Filter Press* dan segera memasang *filter paper* serapat mungkin dan meletakkan gelas ukur di bawah silinder untuk menampung *fluid Filtrate*.
3. Menuangkan campuran lumpur ke dalam silinder sampai batas 1 inch di bawah permukaan silinder, umur dengan jangka sorong, dan segera menutup rapat.
4. Kemudian mengalirkan udara dengan tekanan 100 psi
5. Segera mencatat volume *Filtrate* sebagai fungsi dari waktu dengan *stopwatch*. Dengan catatan waktu akhir saat *filtrate* tidak menetes lagi ke dalam gelas ukur.
6. Menghentikan penekanan udara, membuang tekanan udara dalam silinder (*Bleed Off*), dan sisa lumpur dalam silinder dituangkan kembali kedalam *mixer cup*.
7. Menentukan tebal *Mud Cake* dengan menggunakan jangka sorong.