BAB II

DASAR TEORI

2.1 Pembentukan Molekul

Sebuah molekul merupakan gabungan dari dua atau lebih atom sehingga diperlukan sumber energi luar untuk memecah molekul menjadi atom komponennya. Atom gabungan memiliki energi lebih kecil dari sistem terpisah atom yang tereksitasi. Jika interaksi di antara kelompok atom mereduksi energi totalnya maka dapat terbentuk molekul, tetapi jika interaksi menambah energi totalnya maka atom-atom itu saling tolak (Banwell, 1994).

2.2 Ikatan Kovalen

Suatu ikatan kovalen dihasilkan dari patungan sepasang elektron antara atom-atom. Gaya ikatan dihasilkan dari tarikan antara elektron-elektron patungan dan inti-inti atom itu. Misalnya pembentukan H_2 dari dua atom hidrogen. Dengan saling mendekatnya atom-atom elektron 1s tunggal pada masing-masing atom mulai mendapat tarikan dari inti. Oleh karena itu rapatan elektron mulai bergeser ke daerah inti-inti. Banyaknya ikatan kovalen yang dibentuk dari sebuah atom dapat diterangkan dengan mengunakan banyaknya elektron yang diperlukan untuk mencapai konvigurasi gas mulia. Untuk mencapai konvigurasi gas mulia karbon memperoleh empat elektron tambahan lewat patungan. Oleh karena itu

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

karbon biasanya membentuk ikatan kovalen, dan dengan hidrogen membentuk molekul alkana.

2.3 Sifat-sifat Alkana

Pada suhu biasa, empat anggota alkana yang paling sedikit atom C-nya (metana, etana, propana dan butana) berbentuk gas. Alkana-alkana dari pentana sampai heptadekana (C_5 sampai C_{17}) berwujud cair. Sedangkan oktadekana dan seterusnya merupakan zat padat.

Makin banyak C yang dikandung, titik didih alkana makin tinggi. Alkana yang berantai lurus memiliki titik didih yang lebih tinggi daripada alkana yang bercabang dibandingkan dengan golongan-golongan senyawa yang lain, golongan alkana paling sukar bereaksi. Semua ikatan atom dalam molekul alkana merupakan ikatan jenuh sehingga tidak dapat mengalami penambahan (adisi) oleh atom lain. Reaksi-reaksi yang dapat dialami oleh alkana hanyalah reaksi-reaksi pemutusan ikatan antar karbon. Kereaktifan alkana yang rendah ini menyebabkan senyawa–senyawa alkana disebut juga senyawa-senyawa parafin (dari bahasa Latin: parum: rendah; affinis: keakraban).

2.4 Sifat fisik parafin

Molekul parafinik yang menimbulkan masalah pengendapan parafin disebut alkana linier. Molekul tersebut memiliki rantai karbon dengan panjang 18 yang terdapat pada minyak bumi. Zat ini berbentuk padatan pada temperatur kamar,

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

tetapi akan meleleh pada temperatur 140^0 F sampai 160^0 F atau 60 °C sampai 71 °C.

Parafin berbentuk kristal lilin dalam suhu kamar, jika temperatur diturunkan akan mulai terjadi pengendapan lilin yang disebut *cloud point*. Untuk menanggulangi masalah tersebut maka diusahakan agar temperatur minyak berada di atas *cloud point*.

Pengendapan parafin dapat terjadi di kedalaman tertentu di atas zona produksi, dalam perforasi sumur, pompa, sepanjang tubing yang tergantung dari besarnya *cloud point* dan profil temperatur pada sumur. Dalam beberapa kasus, pengendapan parafin terjadi di dasar sumur termasuk *sand face*, dan ruang pori dengan jarak beberapa inci dengan arah radial dari lubang bor yang terjadi karena minyak mengalami pendinginan di bawah *cloud point* akibat penurunan tekanan. Demikian juga komponen hidrokarbon ringan yang menjadi pelarut lilin mengalami penguapan pada temperatur kamar, sehingga cairan yang tertinggal tidak dapat melarutkan lilin, dan terjadi pengendapan lilin.

Faktor yang tidak diperhitungkan adalah *visco-skin* yang mempengaruhi penurunan produktivitas sumur sampai dua-tiga kali. Skin ini terbentuk akibat kenaikan viscositas minyak karena penurunan tekanan di sekitar lubang bor. Skin yang disebabkan oleh penimbunan parafin atau aspalitik dapat dihilangkan dengan menaikkan suhu pada reservoar minyak (Sutopo, 1995).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

2.5 Sifat kimia parafin

Minyak bumi merupakan zat paling penting di antara semua hidrokarbon. Minyak bumi terdiri dari 80-85 % karbon sedangkan selebihnya hidrogen.

Secara umum minyak bumi diklasifikasikan sebagai:

1. Minyak bumi berdasar parafin *(paraffin base)*, yang menghasilkan parafin pada pendinginan
2. Minyak bumi berdasar aspal *(aspalt base)*, jika mengandung residu aspal.
3. Minyak bumi berdasar peralihan *(intermediate base)*

2.6 Gelombang Elektromagnetik

Untuk mempelajari penjalaran gelombang elektromagnetik dalam medium perlu diketahui persamaan–persamaan "Maxwell" tentang medan listrik dan medan magnet sebagai berikut :

$$\nabla \bullet \mathbf{D} = \rho_f \tag{2.1}$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \tag{2.2}$$

$$\nabla \bullet \mathbf{B} = 0 \tag{2.3}$$

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \tag{2.4}$$

dengan **J** : rapat arus (A/m^2)

E : intensitas medan listrik (V/m)

B : rapat fluk magnet (Wb/m^2)

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

H : intensitas medan magnet (Wb)

D : arus pergeseran (C/m^2)

ρ_f : sumber muatan (C/m^3)

Persamaan (2.1) adalah pernyataan matematis dari "Hukum Faraday" yaitu bahwa medan listrik timbul di dalam daerah yang ada perubahan medan magnet terhadap waktu, sedemikian hingga energi medan listrik induksi adalah sebanding dengan harga negatif dari perubahan fluk magnetik (Telford, 1974).

2.7 Solenoida

Solenoida dapat digambarkan sebagai N lilitan yang secara seragam dililitkan pada bentuk silinder yang berjejari R dan panjang L. Bentuk yang dimaksud dilukiskan pada gambar 2.1. Imbas magnet di titik z_o diperoleh dengan membagi-bagi panjang L ke dalam bagian-bagian yang sangat pendek dz, seperti tampak pada gambar, dan menerapkan persamaan (2.5)

$$\mathbf{B}(z) = \frac{\mu_0 I}{2} \frac{R^2}{\left(z^2 + R^2\right)^{3/2}} k \tag{2.5}$$

pada setiap bagian panjang itu serta menjumlahkan hasilnya. Dengan memperhatikan bahwa bagian dz mengandung N dz/L lilitan, diperoleh :

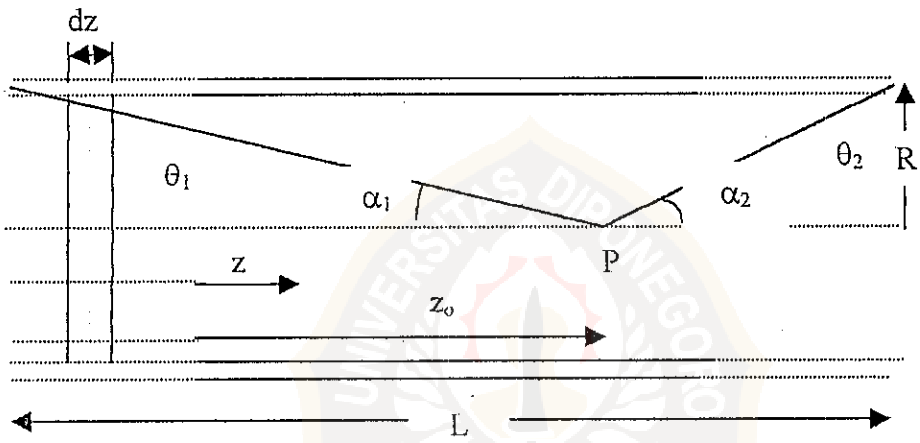
$$\mathbf{B}_z(zo) = \frac{\mu_0 NI}{L} \frac{R^2}{2} \int_0^L \frac{dz}{\left[(z_0 - z)^2 + R^2\right]^{3/2}} \tag{2.6}$$

$$\mathbf{B}_z(zo) = \frac{\mu_0 NI}{2L} \int_{\theta 1}^{\theta 2} \cos\theta \quad d\theta = \frac{\mu_0 NI}{L} \left[\frac{\sin\theta_2 \quad - \sin \quad \theta_1}{2} \right] \tag{2.7}$$

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

dengan $\theta = -\tan^{-1}(z_0 / R)$ dan $\theta_2 = -\tan^{-1}(L - z_0)/R)$. Untuk memahami pendekatan yang biasanya dilakukan misalnya $\mathbf{B}_z = \frac{\mu_0 NI}{L}$, diperkenalkan sudut α_1 dan α_2 (keduanya positif) seperti ditunjukkan pada gambar 2.1. dinyatakan dalam persamaan :

$$\mathbf{B}_z(zo) = \frac{\mu_0 NI}{2L}\left[\frac{\cos\alpha_1 \quad -\cos \quad \alpha_2}{2}\right] \tag{2.8}$$



Gambar 2.1 Medan magnet searah sumbu (aksial) suatu solenoida.

Jika solenoida panjang dibandingkan dengan jejarinya dan z_o tidak terlalu dekat dengan nilai nol atau L, maka α_1 dan α_2 keduanya merupakan sudut yang kecil dan dapat dihampiri dengan

$$\alpha_1 \cong \frac{R}{z_0} \qquad \alpha_2 \cong \frac{R}{L - z_0} \tag{2.9}$$

(Reitz, 1979).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

2.8 Induktor

Induktansi diri L didefinisikan sebagai

$$L = \frac{N\psi}{I} \tag{2.10}$$

dengan ψ adalah keterkaitan fluks yang melalui luas penampang melintang pada induktor N adalah jumlah lilitan induktor, dan I adalah arus yang mengalir di induktor. Gambar 2.2 menunjukkan induktor dengan N lilitan koil. Jika arus berubah terhadap waktu, maka GGL induksi pada masing-masing lilitan induktor adalah :

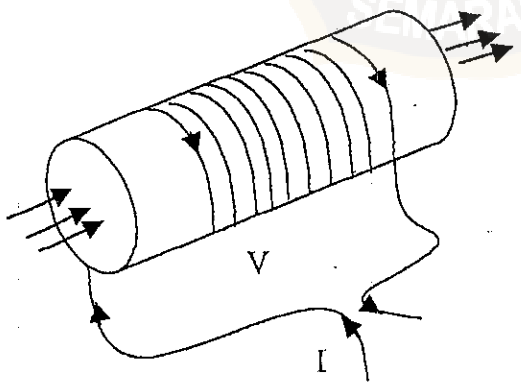
$$GGL = \frac{N\psi}{dt} \tag{2.11}$$

Total GGL induksi dengan N lilitan adalah

$$GGL = N\frac{d\psi}{dt} = -\frac{d}{dt}(LI) \tag{2.12}$$

Jatuh tegangan pada induktor merupakan negatif dari GGL induksi, memberikan

$$V = \frac{d}{dt}(LI) = L\frac{dI}{dt} \tag{2.13}$$



Gambar 2.2 Tegangan pada sebuah induktor (Chi Shen, 1987).

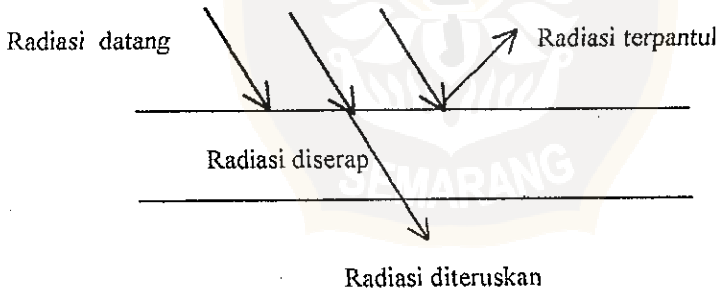
This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

2.9 Radiasi Termal

Proses perpindahan panas suatu benda terjadi berdasarkan suhunya tanpa bantuan dari suatu zat perantara disebut radiasi termal. Energi radiasi terangkut oleh gelombang elektromagnetik yang disebut foton. Pendapat tersebut tidak sepenuhnya menggambarkan sifat dasar segenap gejala yang teramati. Namun telah diketahui bahwa radiasi bergerak dengan kecepatan cahaya c yang kurang lebih 3×10^8 m/s^2 di dalam ruang hampa (Kreith.F,1986).

2.10 Intensitas Radiasi

Intensitas radiasi adalah jumlah radiasi yang melintas dalam suatu arah tertentu. Ukuran keadaan yang paling umum dimana suatu bahan menyerap sebagian, memantulkan sebagian, dan meneruskan sebagian radiasi yang datang pada permukaannya.



Gambar 2.3. pemantulan (refleksi), penyerapan (absorpsi), dan penerusan (transmisi) radiasi.

rumus total antara radiasi terpantul, radiasi terserap, dan radiasi diteruskan :

$$\rho + \alpha + \tau = 1 \qquad (2.14)$$

dimana : ρ : radiasi terpantul

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

α : radiasi terserap

τ : radiasi diteruskan

(Kreith, 1986).

2.11 Viskositas Zat Cair

Viskositas adalah nilai kekentalan suatu zat. Nilai viskositas zat cair akan berkurang dengan cepat bila suhu bertambah. Gejala viskositas zat cair disebabkan oleh berpindahnya momentum akibat tumbukan antara molekul-molekul yang bergerak secara acak dari lapisan satu ke lapisan lain yang berbeda kecepatan. Perpindahan momentum tersamar di balik medan-medan gaya interaktif antara molekul-molekul zat cair yang tersusun rapat. Kerapatan zat cair mempunyai sifat sedemikian sehingga jarak pisah antar molekul rata-rata tidak jauh berbeda dari rentang efektif medan-medan gaya semacam itu.

Ada beberapa cara untuk menghitung viskositas zat cair dengan tingkat kewajaran yaitu pada temperatur 20 sampai 30 °C di atas titik beku. Metode yang digunakan antara lain Metode Errick dan Erbar :

$$\ln \frac{\eta_L}{\rho_L M} = A + \frac{B}{T} \qquad (2.15)$$

dengan:

η_L : viskositas zat cair (cP)

ρ_L : kerapatan zat cair pada 20 °C (g/cm^3)

M : berat molekul

T : temperatur (K)

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

A, B : konstanta

Metode Thomas menyatakan bahwa viskositas zat cair pada temperatur di bawah titik didih dapat dihitung dengan:

$$\log\left(8.569\frac{\eta_L}{\rho_L^{1/2}}\right) = \theta\left(\frac{1}{T_r} - 1\right) \tag{2.16}$$

dengan:

η_L : viskositas zat cair (cP)

ρ_L : kerapatan (g/cm^3)

θ : tetapan viskositas

T_r : temperatur tereduksi = T/T_c (K)

Metode Van Velzen:

$$\log \eta_L = B\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right) \tag{2.17}$$

dengan

η_L : viskositas zat cair (cP)

T : temperatur (K)

T_0 : temperatur awal (K)

(Reid, 1977)..

2.12 Kalor

Kalor yang harus diberikan kepada sebuah benda untuk menaikkan temperatur dari T_i menjadi T_f dengan menganggap $\Delta T << T_f - T_i$ adalah

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

$$Q = \sum \Delta Q = \sum_{T_i}^{T_f} m.c.\Delta T \qquad (2.18)$$

dengan : Q : kalor total (joule)

m : massa zat (kg)

c : kapasitas kalor (joule/ kg. K)

T_I : temperatur awal (K)

T_f : temperatur akhir (K)

Di dalam batas diferensial maka persamaan ini menjadi

$$Q = m\int_{T_i}^{T} c.\Delta T \qquad (2.19)$$

Pada temperatur biasa dan pada interval-interval biasa, maka kalor jenis ini dapat dianggap sebagai konstanta (Halliday, 1977).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)