

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Teori Dasar *Sand Anchor*

Sand Anchor adalah sebuah alat yang dikombinasikan dengan tubing yang berfungsi untuk memisahkan pasir dari fluida. Awal dimana pemikiran pembuatan alat ini dilakukan pada saat di lapangan HJF sering terjadi *pump stuck* pada pompa yang disebabkan oleh kepasiran. Kemudian di rancanglah alat pada saat itu untuk bisa meminimalisir produksi pasir pada pompa yang disebut dengan *sand anchor*. *Sand anchor* ini dengan batasan untuk menyaring pasir dan fluida sebelum masuk ke pompa agar umur pompa bertahan lama dan produksi terus berjalan, cara kerja *sand anchor* ini adalah sebelum fluida dan pasir masuk ke dalam pompa secara bersamaan maka terlebih dahulu masuk ke dalam *sand anchor* dan pada saat fluida dan pasir masuk ke dalam, maka pasir dan fluida akan berputar-putar di dalam *sand anchor*, dan pada saat berputar-putar di dalam dikarenakan adanya daya hisap pompa maka pasir akan tertahan oleh *sand anchor* sehingga hanya fluida yang akan terhisap dan masuk kedalam pompa, sedangkan pasir akan tersaring dan jatuh ke dalam *plug* yang berfungsi merelease pasir.

Sand anchor dibuat dari barang-barang bekas yang sudah tidak terpakai lagi seperti *screen* bekas (yang terbuat dari plat *stainless steel*, daya tahan yang tinggi terhadap korosi, serta memberikan aliran yang optimum), aluminium, dan besi. Plat *Stainless steel* direkayasa sedemikian rupa sehingga menjadi *screen*. Dengan komponen yakni *slotted 2,3/8" with 4 slot size, mesh 80* dan *screen 0,007 inchi* di bagian luarnya *sand anchor* akan dipasang di bawah pompa di dalam sumur, (BOB PT. BSP-Pertamina Hulu). Pada perkembangnya, instalasi *sand anchor* modifikasi bervariasi, dengan instalasi yang telah didesain sedemikian rupa dan telah diuji, diharapkan lebih mendekati pada kondisi yang sesuai dengan kebutuhan. Salah satu cara meningkatkan usia *sand anchor* adalah dengan cara pengoperasian dan perawatan secara teratur sesuai program.

Kegunaan *sand anchor* ini untuk mengurangi produksi pasir pada *tubing pump*. Dengan tujuan modifikasi ini akan mampu menyaring pasir sehingga bisa meminimalisir produksi pasir yang masuk. Maka kinerja pompa akan semakin panjang dan lama bertahan, sehingga produksi pun akan semakin meningkat. Untuk itu lebih diutamakan pencegahan kerusakan karena akan mengakibatkan pada terhentinya sistem produksi dan biaya penggantian komponen yang cukup mahal dan memakan waktu yang lama.



Gambar 2.1 Model *Sand Anchor* (Jackson, 2010)

2.2. Kecepatan aliran fluida ke dalam lubang *screen*

Kecepatan aliran akan memperoleh daya angkut butiran pasir formasi. Setiap aliran butir *gravel* mempunyai kecepatan aliran kritis (aliran yang melalui perforasi), yang apabila terlewati akan menyebabkan rangkaian penahan pada pengepakan akan hancur. Kecepatan kritis ini tidak dapat diperoleh secara mutlak,

namun berhubungan langsung dengan kestabilan pengepakan. Schwartz memberikan pendekatan sebagai berikut :

- a. Untuk pasir sangat seragam ($C < 3$ in) dan kecepatan aliran lebih kecil dari $0,05 \text{ feet/second}$, maka *Gravel-Sand ratio* (perbandingan antara *gravel* dan pasir) adalah $D_{10} \text{ gravel} = 6 d_{10} \text{ pasir}$ (6 kali dari ukuran butir pasir pada 10% kumulatif berat).
- b. Untuk pasir tidak seragam ($C > 5$ in) dan kecepatan aliran lebih besar dari $0,05 \text{ feet/second}$, maka *Gravel-Sand ratio* (perbandingan antara *gravel* dan pasir) adalah $D_{40} \text{ gravel} = 6 d_{40} \text{ pasir}$ (6 kali dari ukuran butir pasir pada 40% kumulatif berat).
- c. Untuk pasir sangat tidak seragam ($C > 10$ in) dan kecepatan aliran lebih besar atau sama dengan $0,1 \text{ feet/second}$, maka harga *Gravel-Sand ratio* (perbandingan antara *gravel* dan pasir) adalah $D_{90} \text{ gravel} = 6 d_{90} \text{ pasir}$ (6 kali dari ukuran butir pasir pada 90% kumulatif berat), (Saucier, R. J. 1972).

Kecepatan aliran dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :
Kecepatan aliran = Metoda *sand control* dengan menggunakan *gravel pack* harus dilengkapi dengan *liner*, yang mana *liner* ini diharapkan dapat memberikan luas atau penampang yang cukup besar sehingga tidak terdapat *pressure drop* yang besar dan dapat menahan semua *gravel*. Adanya *gravel* yang ikut terproduksi dapat mengurangi kerapatan dari *packing*, yang dapat menimbulkan butiran butiran pasir yang lebih besar ikut terproduksi.

Percobaan yang dilakukan oleh Coberly dan Wagner (Coberly, C. J., Wagner, E. M., 1970), menunjukkan bahwa ukuran celah-celah *liner* harus sedikit lebih kecil dari ukuran *gravel*, sehingga dapat terjadi *bridging*. Tetapi dalam prakteknya, pada *gravel* yang mempunyai *sorting* yang baik, pada mulanya akan terproduksi sejumlah *gravel* secara bersamaan tiba dicelah *liner*. Sehubungan dengan hal ini lebar celah pada *liner* hampir selalu direncanakan lebih kecil dari ukuran *gravel* yang terkecil.

Ukuran *screen* yang baik untuk dipilih adalah yang dapat menahan butiran *gravel* pada tempatnya serta dapat memberikan luas aliran yang mencukupi. Ada

beberapa pendapat yang dikemukakan oleh para ahli untuk ukuran *screen* ini, yaitu antara lain :

- a. Coberly-Wagner : $W < D_{100}$
- b. Tauch-Corley : $W = D_{50}$
- c. H. J. Ayre : $W = 2$

Dimana :

D_{50} = Diameter butir pada titik 50 % berat kumulatif pada kurva *sieve analysis*, in

D_s = Diameter *gravel* terkecil, in

D_1 = Diameter *gravel* terbesar, in

Dalam prakteknya, lebar celah *screen* yang sering digunakan adalah : 0,05 in $< W < d_{20}$ (diameter butir pada titik 20 % berat kumulatif pada kurva *sieve analysis*). Ukuran lebar celah *screen* 0,05 in merupakan ukuran minimum yang dapat mencegah tersumbatnya celah tersebut. Apabila harga d_{20} lebih kecil dari 0,005 *inch*, maka perlu digunakan metode *sand control* lain. Untuk menentukan ukuran *screen* yang digunakan sesuai dengan ukuran *range* yang tersedia .

2.2.1 Penentuan Keseragaman Butiran Pasir

Penentuan keseragaman butir pasir pada lapangan HJF digunakan metode schwartz. Metode schwartz secara umum dipergunakan pada analisis ini (Schwartz, R. J., 1970). Untuk mengkumulatifkan *percent weight* terhadap besar butir (*grain size*) menentukan baik buruknya pemilahan.

Dimana :

- a. Jika $C < 3$: Ukuran butir pasir sangat seragam.
- b. Jika $3 \leq C \leq 5$: Ukuran butir pasir seragam.
- c. Jika $5 \leq C \leq 10$: Ukuran butir pasir tidak seragam.
- d. Jika $C > 10$: Ukuran butir pasir sangat tidak seragam, (Coberly, C.J.,1937) (Lesmana, R. & Ardyanto, H. 2006).

Maka *Uniformity Coefficient* ditentukan dari perbandingan ukuran 40% (D_{40}) terhadap ukuran pasir 90% (D_{90}) dikarenakan ukuran 40 % ke bawah biasanya ukuran tidak seragam dan ukuran 90 % adalah biasanya relatif seragam karena ukuran butirannya semakin halus.

Tiga karakteristik dari kurva distribusi ukuran butiran yang biasanya digunakan untuk menggambarkan deskripsi pasir yaitu :

- a. *Median*, D_{50} , yaitu diameter butir pada titik 50% pada kurva.
- b. Koefisien kekompakan (*sorting coefficient*) yang didefinisikan oleh Corelab sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{\sqrt{D_{25}}}{D_{75}} \dots\dots\dots(1)$$

- c. Koefisien keseragaman (*uniformity coefficient*) :

$$C = D_{40} / D_{90} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana D_{90} , D_{75} , D_{50} , D_{40} , dan D_{25} adalah diameter ukuran butir pada titik 90, 75, 50, 40 dan 25 yang lolos saringan. Jika $C = 1$ dan $\sigma = 1$ sampel bergradasi baik (*wellgraded/perfect uniform*), (Saucier, R. J.,1972).

2.3. Karakteristik Batuan *Reservoir*

Karakteristik formasi merupakan faktor yang tidak bisa diubah, sehingga tidak dapat dikontrol. Batuan formasi mempunyai sifat-sifat atau karakteristik yang secara umum dikelompokkan menjadi dua, yaitu sifat fisik batuan dan sifat mekanik batuan. Sifat-sifat fisik batuan meliputi : porositas, permeabilitas, tekanan kapiler, wettabilitas, saturasi, kompresibilitas. Sedangkan sifat-sifat mekanik batuan meliputi : *strength* (kekuatan) batuan, *hardness* (kekerasan) batuan, abrasivitas, elastisitas dan tekanan batuan, (Pettijohn, F.J.,1975: 11)

2.3.1 Komposisi Kimia Batuan *Reservoir*

Batuan adalah kumpulan dari mineral-mineral. Suatu mineral dibentuk dari beberapa ikatan komposisi kimia. Banyak sedikitnya suatu komposisi kimia akan membentuk suatu jenis mineral tertentu dan akan menentukan macam batuan. Batuan *reservoir* umumnya terdiri dari batuan sedimen yang berupa batu pasir, batuan karbonat dan *shale* atau sering vulkanik, (Pettijohn, F.J.,1975: 14)

1. Batu Pasir

Menurut Pettijohn, batu pasir dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu : *Orthoquartzites*, *Graywacke* dan *Arkose*.

- a. *Orthoquartzites*, merupakan jenis batuan sedimen yang terbentuk dari proses yang menghasilkan unsur *silica* yang tinggi, dengan tidak mengalami metamorfosa dan pemadatan, terutama terdiri atas mineral kwarsa (*quartz*) dan mineral lainnya yang stabil. Material pengikatnya (semen) terutama terdiri atas *carbonate* dan *silica*.
- b. *Graywack*, merupakan jenis batu pasir yang tersusun dari unsur – unsur mineral yang berbutir besar, terutama kwarsa dan *feldspar* serta fragmen – fragmen batuan. Material pengikatnya adalah *clay* dan *carbonate*.
- c. *Arkose*, merupakan jenis batu pasir yang biasanya tersusun dari *quartz* sebagai mineral yang dominan, meskipun seringkali mineral *arkose feldspar* jumlahnya lebih banyak dari *quartz*.

2. Batuan Karbonat

- a. *Limestone*, adalah kelompok batuan yang mengandung paling sedikit 80% kalsium karbonat atau magnesium. Fraksi penyusunannya terutama oleh *calcite*.
- b. *Dolomite*, adalah jenis batuan yang merupakan variasi dari *limestone* yang mengandung unsur karbonat lebih besar dari 50%. Komposisi kimia *dolomite* hampir mirip dengan *limestone*, kecuali unsur MgO merupakan unsur yang penting dan jumlahnya cukup besar.

3. Batuan Shale

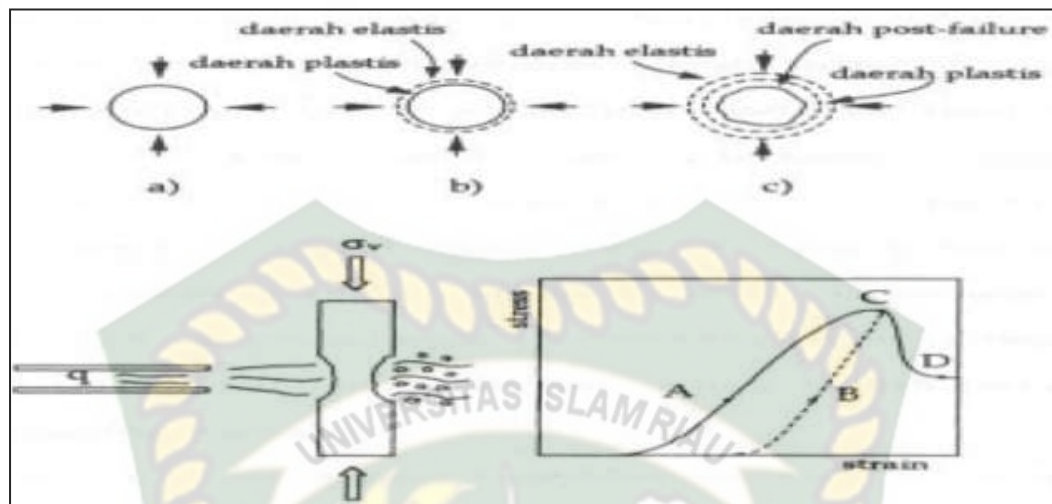
Pada umumnya unsur penyusunan *shale* ini terdiri dari lebih kurang 58% *silicon dioxide* (SiO_2), 15% *aluminium oxide* (Al_2O_3), 6% *iron oxide* (FeO) dan Fe_2O_3 , 2% *magnesium oxide* (MgO), 3% *calcium oxide* (CaO), 3% *potassium oxide* (K_2O), 1% *sodium oxide* (Na_2O) dan 5% air (H_2O). Sisanya adalah *metal oxide* dan *anion*.

2.4. Mekanisme Terproduksinya Pasir

Pada Gambar 2.2 memperlihatkan keadaan kerusakan perforasi dengan suatu *test triaxial-failure*. Pada titik A, keadaan dimana beban berupa tekanan *overburden* yang masih kecil (beban arah vertikal, σ_v), dibutuhkan laju alir fluida, q yang besar untuk membuat batuan pada tempat tersebut bercerai-berai. Pada

gambar a) menunjukkan keadaan lubang perforasi pada σ_v (*in-situ stress*) yang kecil tidak memiliki daerah plastis, sehingga untuk terproduksinya pasir diperlukan laju alir, q yang besar melalui lubang perforasi. Terproduksinya pasir jenis ini disebut *tensile-type sand production*, (Coberly, C.J.,1937: 85). Pada titik C, ketika beban bertambah atau σ_v besar, batuan pada tempat tersebut akan mulai pecah. Pada saat laju alir fluida, q yang kecil melalui lubang perforasi maka terjadilah produksi pasir dari formasi yang dilalui fluida produksi. Pada gambar b), pada keadaan tersebut lubang perforasi mempunyai daerah plastis yang mulai membesar dan merupakan awal dari rusaknya lubang perforasi, dilanjutkan dengan pasir terproduksi kepermukaan. Terproduksinya pasir jenis ini disebut *shear-type sand production*.

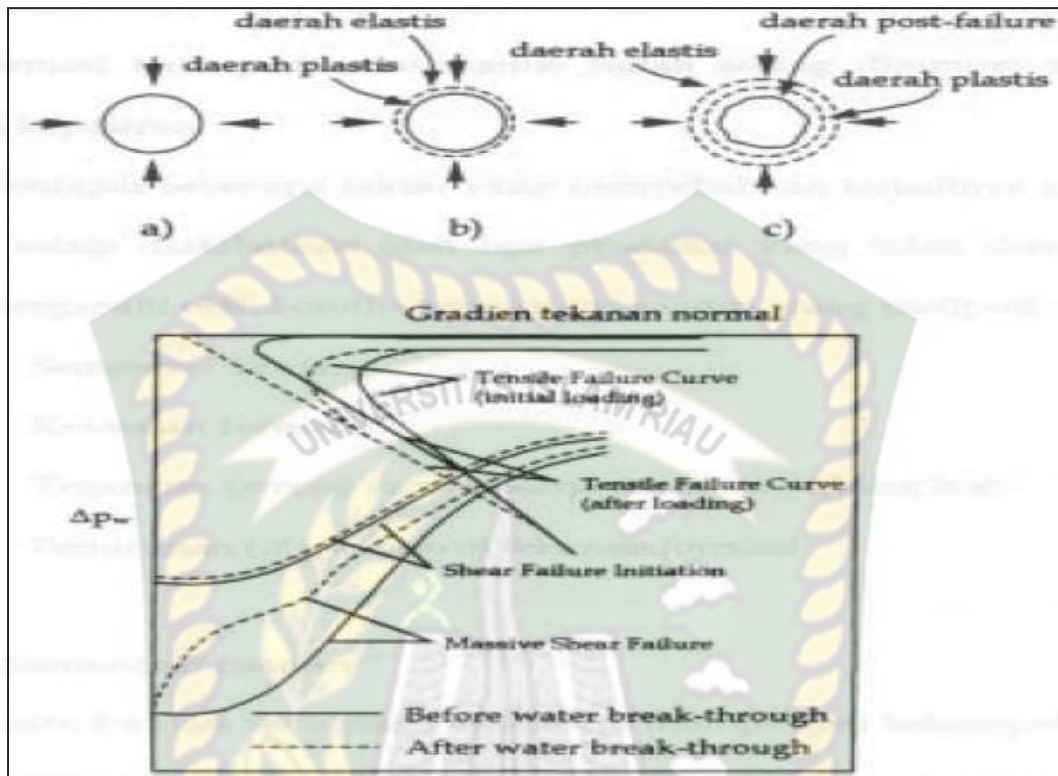
Pada titik B, keadaan dimana beban pada lokasi yang dilalui fluida produksi terlepas (σ_v menurun) setelah membesarnya daerah plastis, partikel-partikel pasir akan dapat terproduksi dengan laju alir fluida, q yang kecil. Terproduksinya pasir jenis *tensile type sand production* ini sering terjadi ketika sumur ditutup (*shut in*). Pada titik D, setelah beban yang meningkat terus pada batuan mencapai puncaknya (maksimal) pada titik C, penambahan beban berikutnya akan mengurangi kekuatan formasi namun formasi masih dapat menerima beban tersebut dengan sisa kekuatan formasi yang ada. Pada gambar c) merupakan daerah *post-failure* yang sudah rapuh, namun terdapat beberapa bagian daerah tersebut yang masih tersisa di sekitar lubang perforasi dan mendukung lubang perforasi dengan kekuatan-kekuatan sisa formasi yang ada. Beberapa daerah *post failure* perforasi berbentuk pasir-pasir bersudut (*sand arches*). Kekuatan-kekuatan sisa pada daerah *post-failure* akan mencegah pembesaran daerah plastis. Pada umumnya, kekuatan *tensile* daerah *post-failure* cukup rendah sehingga daerah tersebut dapat tererosi dengan mudah oleh laju alir fluida, q yang kecil, (Coberly, C.J.,1937: 86)



Gambar 2.2 Mekanisme Terproduksinya Pasir (Baker Sand Control 1964 - 1965 catalog).

2.4.1 Kerusakan Perforasi Akibat Terproduksinya Pasir

Pada Gambar 2.3 menunjukkan kurva kerusakan lubang perforasi. Koordinat horizontal merupakan *gradien* tekanan normal pada permukaan perforasi, dan sumbu vertikal merupakan pengurangan tekanan sumur. Pada gambar a), tegangan efektif di sekitar lubang perforasi rendah, hal ini dikarenakan, ketika penurunan tekanan sumur (*drawdown*) kecil, terproduksinya pasir hanya dapat disebabkan oleh laju alir yang tinggi karena *tensile failure*. Pada Gambar 2.3 menunjukkan bahwa kurva *tensile failure* berubah setelah sumur ditutup (*cyclic loading*) karena terproduksinya partikel pasir disebabkan *shear yield*. Kemudian, apabila tekanan sumur berkurang sebagai akibat penurunan *reservoir*, daerah plastis yang besar terbentuk karena besarnya tegangan efektif di sekitar lubang perforasi. Apabila tegangan pada permukaan lubang perforasi melebihi maksimum kekuatan plastis, kerusakan perforasi mulai terjadi dan membentuk kurva *shear failure initiation*. Laju terproduksinya pasir masih sangat rendah ketika tekanan sumur memotong kurva ini.



Gambar 2.3 Kurva Kerusakan Perforasi (Baker Sand Control 1964 - 1965 catalog)

Sensitivitas letak terjadinya produksi pasir terhadap laju alir fluida tidak begitu berarti walaupun tekanan sumur kritis menyebabkan masalah kepasiran menjadi lebih rendah dengan *gradien* tekanan normal yang meningkat lebih jauh, tekanan sumur dapat berkurang namun laju alir pasir meningkat dengan pembesaran daerah *post-failure*. Kemudian, kerusakan total lubang perforasi terjadi jika pembesaran daerah plastis sangat berarti. Kurva *tensile*, *shear-failure*, dan *massive-shear-failure* berubah setelah penembusan air. Semua kurva ini berubah dengan tegangan di tempat efektif.

2.4.2 Faktor – faktor Yang Mempengaruhi Terjadinya Kepasiran

Lingkungan pengendapan pasir pada umumnya terbentuk dalam dua kondisi, yaitu *marine* dan *non-marine*. Formasi endapan *marine* umumnya sementasi antar butir adalah mineral *calcareous* atau *siliceous*, sehingga membentuk batu pasir yang kokoh dan terkonsolidasi. Formasi pasir endapan *non-marine* yang disementasi oleh mineral *clay*, *silt*, dan aspal membentuk batu pasir

yang lemah dan tidak terkonsolidasi dengan baik. Pada formasi batu pasir *non-marine* inilah sering dijumpai terjadinya masalah kepasiran.

Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya kepasiran, dimana selain diakibatkan oleh laju produksi yang tidak dikendalikan juga dipengaruhi oleh kondisi formasi itu sendiri, yang meliputi:

- a. Sementasi batuan
- b. Kekuatan formasi
- c. Tegangan (*stress*) yang bekerja di sekitar lubang bor
- d. Penurunan (*draw-down*) tekanan formasi

A. Sementasi Batuan

Suatu formasi batu pasir dikatakan mempunyai kekompakan yang tinggi apabila formasi tersebut mempunyai derajat sementasi batuan pasir yang tinggi pula, dimana *derajat* sementasi batuan pasir menunjukkan kadar *shale* di dalam batuan. Apabila kadar *shale* di dalam batuan cukup tinggi, maka ikatan antara batuan pasir sebagai matrik batuan akan lebih baik. Persamaan empiris yang memperlihatkan hubungan antara *derajat* sementasi, porositas, dan faktor resistivitas batuan, yang dikemukakan oleh archi, sebagai berikut :

$$S_w = \frac{FRw}{R_t} \text{ dan } F = \frac{1}{\phi^m} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

S_w = Saturasi air formasi, *fraksi*

R_w = Resistivitas air formasi, *ohm-meter*

R_t = Resistivitas batuan, *ohm-meter*

ϕ = Porositas, *fraksi*

F = Faktor resistivitas formasi

m = Faktor sementasi batuan

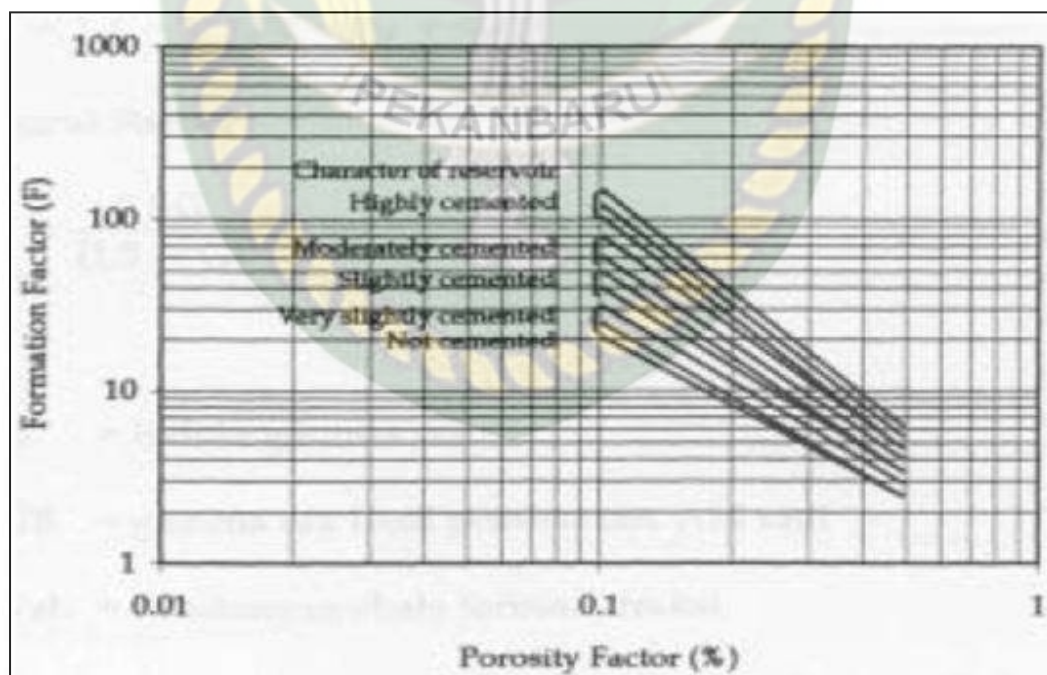
Harga faktor sementasi batuan untuk tiap jenis batuan berbeda-beda, umumnya berkisar antara 1,3 - 2,2. Harga "m" yang semakin tinggi menunjukkan sementasi yang semakin kuat, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.1. Hubungan faktor sementasi batuan, porositas, dan faktor resistivitas formasi secara grafis

ditunjukkan pada Gambar 2.4. Kandungan *clay (shale)* pada batuan *reservoir* secara teoritis merupakan faktor yang menunjang sementasi batuan, akan tetapi dari segi yang lain, umumnya mempunyai kecenderungan untuk mengembang (*swelling*) jika kena air. *Clay* yang mengembang tersebut akan menyebabkan turunnya faktor sementasi batuan, (Amyx, J.W. 1960).

Tabel 2.1 Klasifikasi Batuan Berdasarkan Faktor Sementasi

Jenis Batuan	Faktor sementasi (m)
<i>Highly cemented lime stone, dolomite, quartzite</i>	2.0 – 2.2
<i>Moderately cemented consolidate sand</i>	1.8 - 2.0
<i>Slightly cemented friable, crumbly sand</i>	1.4 – 1.7
<i>Unconsolidate sands</i>	1.3

Sumber : Amyx, J.W. (1960)



Gambar 2.4 Grafik Hubungan Antara Faktor Formasi Terhadap Porositas (Amyx, J.W. 1960)

B. Kekuatan Formasi

Kekuatan formasi adalah ketahanan formasi tersebut terhadap gaya-gaya yang bekerja padanya. Gaya-gaya tersebut dapat merupakan gaya yang diakibatkan oleh beban *overburden* dari lapisan-lapisan batuan di atas formasi tersebut (*initial state of stress*), ataupun oleh gaya-gaya yang timbul kemudian sebagai implikasi dari kegiatan produksi.

1. Jenis Pasir

- a. Pasir layang (*quick sand*), yaitu pasir yang mudah melayang di fluida sehingga menyebabkan terproduksi bersama fluida.
- b. Pasir mampat (*packed sand*) yaitu pasir dengan sementasi rendah dan berongga. Bila padatan pasir ini pecah dapat menimbulkan masalah kepasiran periodik.
- c. Pasir gugur (*friable*) yaitu pasir dengan sementasi cukup, tetapi mudah ter-erosi aliran fluida. Gejala nyata adalah bila produksi stabil maka jumlah pasir terproduksi berkurang, (Rike, J.L.,1978).

2. Sebab – Sebab Pasir Ikut Terproduksi

- a. Apabila produksi sumur sangat besar akan menyebabkan tidak terbentuknya busur pasir (*sand-arch*).
- b. Sementasi pasir terlarut oleh air formasi apabila kadar air produksi melebihi 10 %.
- c. Turunnya tekanan *reservoir* menyebabkan kenaikan relatif tekanan *overburden* sehingga menghancurkan formasi, (Pearson, R.M.,1982).

3. Peramalan Kemungkinan Sumur Akan Memproduksi Pasir

- a. Bandingkan log akustik dan *density* sumur-sumur di sekitarnya dengan kerapatan perforasi sama. Apabila terdapat kesamaan, amati pengaruh laju produksi terhadap gejala kepasiran.
- b. Laju produksi bebas kepasiran menjadi pedoman laju produksi sumur yang bersangkutan.
- c. Seperti bagian 1 tetapi kerapatan perforasinya boleh berlainan analogi pengalaman produksi dari daerah yang bersangkutan untuk formasi yang sama.

4. Persoalan Yang Dihadapi Karena Sumur Kepasiran

- a. Akumulasi pasir (*sand bridge*) di perangkat produksi sumur dapat mematikan sumur.
- b. Dapat menimbulkan kerusakan pada perangkat produksi sumur seperti pipa sembur, pompa, katup, jepitan, pipa salur di permukaan dan fasilitas produksi lainnya.
- c. Menyebabkan persoalan pembuangan pasir.
- d. Selubung atau *sulur* dapat *collapse* akibat tidak ratanya pembebanan *axial*. (Rike, J.L.,1975: 47)

2.5. Pompa HPU (*Hidraulic Pumping Unit*)

Hydraulic Pump merupakan salah satu metode *artificial lift* dimana sistem pengangkatan cairan dengan pompa *hidrolik* memanfaatkan cairan bertekanan tinggi (*power fluid*) sebagai sumber tenaga untuk menggerakkan pompa di bawah permukaan. Pada umumnya pompa HPU digunakan pada sumur yang dalam. Pemasangan HPU ditujukan pada sumur-sumur pompa yang mempunyai aliran yang rendah dengan ciri-ciri *reservoir permeabilitas* dan tekanan rendah, tetapi memiliki *oil cut* yang masih tinggi. HPU memiliki keunggulan dibandingkan jenis pengangkatan buatan lainnya, karena kapasitas terangkatnya fluida bisa disesuaikan kapan saja sesuai dengan kondisi *reservoir*. Keunggulan lainnya adalah mudah dalam pemasangan, pemeliharaan, serta bisa dipindah-pindah dari satu sumur ke sumur lainnya tanpa harus membongkar unit permukaannya. Sedangkan kelemahan dari pompa HPU adalah tidak cocok untuk produksi besar, kedalaman sumur terbatas (kedalaman pompa < 1000 m), dan tidak cocok untuk sumur miring dan lepas pantai (*offshore*) (Brown, K. E., 1980).



Gambar 2.5 Gambar Pompa HPU (Brown, K. E., 1980).

2.5.1 Prinsip Kerja HPU

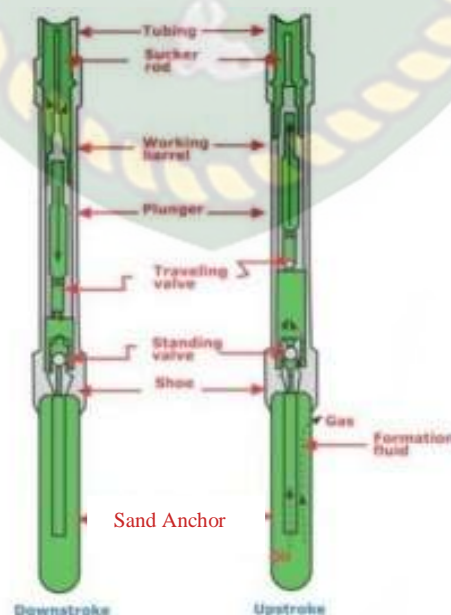
HPU merupakan alat yang terdiri dari unit permukaan dan unit bawah permukaan. Unit permukaan berbentuk *silinder* dengan sistim *torak*, dipasang di atas permukaan. Unit bawah permukaan prinsip kerjanya sama dengan prinsip kerja pompa angguk, *hydraulic fluid* bertekanan tinggi dari *power pack* dipompakan menuju *hydraulic jack* guna mentransmisikan *pressure* dari *hydraulic fluid* menjadi gerakan naik turun pada *hydraulic jack*, dan dari gerakan *hidrolik* tersebut diteruskan oleh *polished rod* terus *sucker rod* dan ke *plunger* sehingga *plunger* bergerak turun naik yang merupakan gerakan langkah dari pompa, dan pada saat *upstroke* ruangan antara *standing valve* dan *travelling valve* akan bertambah besar/panjang dan ini akan mengakibatkan kurangnya tekanan di dalam pompa sehingga fluida masuk melalui *standing valve* yang terbuka disebabkan tekanan dari fluida diluar pompa dengan isapan *plunger*. Saat *plunger* sampai batas ketinggian yang bisa diangkat, maka *standing valve* dengan sendirinya menutup (*plunger* duduk kembali pada kedudukannya) sehingga fluida tidak dapat keluar lagi dari pompa. Selanjutnya pada waktu *downstroke* dari *plunger*, *standing valve* tidak bisa terbuka lagi dan oleh tekanan ke bawah fluida tidak dapat lewat antara *plunger* dengan dinding pompa, maka *travelling valve* akan terbuka dan fluida akan naik ke dalam *tubing*. Keadaan yang akan terus

berkelanjutan inilah yang membuat fluida terus-menerus bertambah dalam *tubing* dan naik ke permukaan kemudian ke tangki penyimpanan melalui *separator* (Brown, K. E., 1980).

2.5.2 Komponen Peralatan HPU

Komponen Peralatan HPU terdiri dari *power pack*, *hydraulic jack*, dan peralatan di bawah permukaan.

1. *Power pack*, berfungsi untuk memompakan *hydraulic fluid* menuju ke *hydraulic jack*. *Power pack* terdiri dari : *electrical control box*, *flow control valve*, *system relief valve*, *tank weldment*, *oil site gage*, *manifold block*, *pressure switch*, *hand pump*, *pressure gage*, *accumulator*, pompa, *electric motor*, *EFO valve and coil*, *base filter assembly*, *directional control valve*, *cabinet*.
2. *Hydraulic jack*, berfungsi untuk mentransmisikan *pressure* dari *hydraulic fluid* untuk mengangkat rangkaian. *Hydraulic jack* terdiri dari : sensor pengatur panjang *stroke* (S), tangga, menara, *stroke*, *hydraulic hose*.
3. Peralatan *subsurface HPU*, berfungsi untuk membantu menaikkan fluida dari sumur ke permukaan melalui *tubing*. Terdiri dari : *tubing* dan pompa (*working barrel*, *plunger*, *standing valve*, *travelling valve*, *anchor*)



Gambar 2.6 Gambar peralatan *subsurface HPU* (Brown, K. E., 1980)

2.6. Analisis Butiran Pasir

Untuk menentukan penyebaran (*distribusi*) batuan formasi produktif, dengan *sieve analysis*, yaitu metoda yang proses pengayakan dari suatu sampel yang telah dibersihkan dengan menggunakan beberapa tingkatan saringan yang mempunyai ukuran (skala, *mesh*) berbeda, dimana ukuran saringan terbesar terletak di atas dan seterusnya ke bawah semakin kecil.

Langkah kerjanya adalah sebagai berikut :

- a) Ambil contoh batuan yang sudah berupa butiran dan sudah kering
- b) Sediakan dan timbang 100 atau 200 gram sampel tersebut.
- c) Sediakan *sieve analysis* yang telah bersih
- d) Susunlah *sieve* di atas alat pengguncang dengan mangkuk pada dasar, sedangkan *sieve* diatur dari yang paling halus di atas mangkuk dan yang paling besar pada puncak.
- e) Tuangkan dengan hati-hati sampel kedalam *sieve* yang paling atas, kemudian pasang tutup dan kencangkan bagian penguatnya.
- f) Guncangkan selama 30 menit.
- g) Tuangkan isi *sieve* yang paling kasar (atas) ke dalam mangkuk
- h) Tuangkan isi *sieve* yang paling halus berikutnya ke dalam mangkuk tadi juga, kemudian timbang berat kumulatifnya. Teruskan cara tersebut sampai isi seluruh *sieve* ditimbang secara kumulatif .

Dari berat timbangan secara kumulatif dapat dihitung juga berat sampel dalam tiap-tiap *sieve* dengan mengurangi suatu berat kumulatif sebelumnya. Dari hubungan antara presentase butiran yang lolos dengan diameter saringan dalam skala *logaritma*, dapat diketahui kurva sebaran (distribusi) pembagian ukuran butiran yang dapat menunjukkan keseragaman sampel yang bersangkutan.

Dan untuk menentukan *weight %* dan *cumulative % weigh* dapat dilihat pada rumus berikut ini :

$$\text{Weight \%} = \frac{\text{weight mesh}}{\text{weight sample}} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

$$\text{Cumulative \% weight} = \text{cumulative \% weight sebelumnya} + \text{weight \%} \dots\dots(5)$$

Tabel 2.2 Ukuran *mesh* yang tersedia

<i>Mesh</i>	<i>Particle Size</i>	
	<i>(Inchi)</i>	<i>Microns</i>
8	0,0937	2343
12	0,0661	1653
16	0,0469	1173
20	0,0331	828
29	0,0234	585
40	0,0165	413
50	0,0117	293
70	0,0083	208
80	0,0070	177
100	0,0059	148
140	0,0041	103
200	0,0029	73
270	0,0021	53
325	0,0017	43
400	0,0015	38

Sumber : Carver, R. E., (1971)

2.7. Hal – hal Yang Perlu Diperhatikan Sebelum Diadakan Penanggulangan Kepasiran.

- a. Apakah diperkirakan sumur akan mengalami kepasiran.
- b. Bila sumur akan kepasiran, berapa besar biaya untuk penanggulangan mekanis.
- c. Apakah cara tersebut berpeluang baik.
- d. Berapa berkurangnya produktivitas formasi akibat "*sand control*", dikaji secara ekonomis.
- e. Pengalaman di daerah tersebut. Pengalaman menunjukkan bahwa penanggulangan pasir harus dilakukan sedini mungkin sebelum pasir

terproduksi, karena kalau sudah diproduksi akan sulit menanggulangnya. Produksi pasir sedikit lebih mudah dikendalikan dari pada kalau sudah banyak.

2.7.1 Jenis Tapisan Yang Dapat Dipakai

Dalam industri digunakan 3 macam tapisan yaitu :

1. *Slotted pipe.*

Pipa mempunyai lubang irisan membujur atau melintang. Keuntungannya adalah murah. Kerugiannya adalah ukuran *slot* terkecil relatif masih terlalu besar untuk *gravel* terbesar, pipa mudah terkena korosi, dan mudah terkikis.

2. *Wire Wrapped Screen Kawat stainless steel*

Wire Wrapped Screen Kawat stainless steel dililitkan pada pipa. Tapisan ini adalah yang paling umum dipakai. Berbentuk *grooved, ribbed, wrapped on pipe, dan all welded.*

3. *Prepacked Screen.*

Gravel yang *resin coated* sudah ditempatkan di antara 2 tapisan sebelum dipasang disumur. Cocok digunakan untuk interval panjang karena mudah Penempatannya. Diperlukan fluida *kompleksi* yang bersih agar *prepacked screen* tidak buntu. Tapisan sering rusak karena korosi atau termakan pasir karena tapisan terluar langsung berhadapan dengan perforasi.

2.8. Penanggulangan Kepasiran Dengan *Liner Completion*

Metode ini biasa digunakan untuk formasi produktif dengan faktor sementasi antara 1,4 sampai 1,7. Alat ini berbentuk pipa dan mempunyai sejumlah lubang pada sisinya dengan ukuran tertentu. Tujuan pemasangan alat ini adalah untuk menahan laju aliran butiran pasir yang terikut dalam fluida *reservoir*, sehingga fluida melaju tanpa adanya hambatan. Secara ideal, lebar lubang (*slot*) pada *liner* harus dapat menahan butiran pasir tetapi tidak membatasi aliran fluida. (Coberly, C.J.,1937)

Percobaan yang dilakukan oleh Coberly menyatakan bahwa batas tertinggi lebar lubang tidak boleh lebih dari dua kali diameter 10% agar dapat menahan secara efektif. Secara matematis dapat dituliskan dengan persamaan :

$$W = 2 D_{10} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana :

W = Lebar celah *liner*, *inchi*

D₁₀ = Diameter pada titik 10% pada kurva distribusi , *inchi*

Untuk menahan formasi pasir yang tidak seragam, dimana butiran sulit untuk ditahan atau sering terjadi perubahan kecepatan aliran, dianjurkan menggunakan lebar lubang sama dengan diameter 10%, atau : $W = D_{10}$. *Liner completion* dapat dibedakan menjadi dua berdasarkan cara pemasangan *linernya*, yaitu : *screen-liner completion* dan *perforated liner completion*.

2.8.1 *Screen and Liner Completion*

Dalam metode ini *casing* dipasang sampai puncak dari lapisan atau zona produktif. Kemudian *liner* dipasang pada formasi produktif yang dikombinasikan dengan *screen* sehingga pasir yang ikut aliran produksi tertahan oleh *screen*. Keuntungan *screen and liner completion* :

1. Formasi *damage* selama pemboran melewati zona produktif dapat dikurangi.
2. Tidak ada biaya perforasi.
3. Dapat disesuaikan dengan cara khusus untuk mengontrol pasir.
4. Pembersihan lubang dapat dihindarkan

Kerugian *screen and liner completion* :

1. Produksi air dan gas sulit dikontrol.
2. Stimulasi tidak dapat dilakukan secara selektif.
3. *Rig time* bertambah dengan digunakannya *cable tool*.
4. Sumur tidak mudah ditambah kedalamannya.
5. Fluida tidak mengalir dengan diameter penuh.

Di dalam *screen liner completion*, dijumpai beberapa macam jenis *screen liner* yang dapat digunakan, yaitu *slotted screen liner* atau *screen liner* dengan

lubang berupa celah yang horizontal atau vertikal, *wire wrapped screen liner* yaitu pipa saringan berupa anyaman dan *prepack screen liner* yang berupa pipa saringan terdiri dari 2 pipa yang diantaranya diisi oleh *gravel*.

2.8.2 *Perforated Liner Completion*

Dalam metode ini casing dipasang di atas zona produktifnya dibor dan dipasang *casing liner* dan disemen. Selanjutnya *liner* diperforasi untuk produksi. Keuntungan metode *perforated liner completion* antara lain :

1. Kerusakan formasi dapat dikurangi.
2. Produksi gas atau minyak lebih mudah dikontrol.
3. Stimulasi dapat dilakukan secara selektif.
4. Sumur dapat ditambah kedalaman dengan mudah.

Kekurangan metode *perforated liner completion*, antara lain :

1. Fluida mengalir ke lubang sumur tidak dengan diameter penuh.
2. Interpretasi log kritis, karena perlu dilakukan *gamma ray log* agar tidak salah memilih lapisan pasir dan menghindari zona *submargine* pada saat akan dilakukan perforasi.
3. Penyemenan *liner* sulit dilakukan.
4. Ada tambahan biaya untuk perforasi, penyemenan dan *rig time*.