

**PERHITUNGAN *RANGE* EFESIENSI POMPA PCP UNTUK
MENINGKATKAN LAJU ALIR MINYAK DENGAN
METODA ANALISIS SYSTEM NODAL PADA SUMUR X
LAPANGAN MINYAK Y**

PROPOSAL TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

ANGGI ZARYUS

143210566



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU**

2021

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini disusun oleh :

Nama : Anggi Zaryus

NPM : 143210566

Program Studi : Teknik Perminyakan

Judul Skripsi : ... Perhitungan Range Efisiensi Pompa PCP Untuk Meningkatkan Laju Alir Minyak Dengan Metoda Analisis System Nodal Pada Sumur X Lapangan Minyak Y

Telah berhasil dipertahankan di depan Dewan Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat guna memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. H. Ali Musnal, M.T.

(.....)

Penguji I : Idham Khalid, S.T., M.T.

(.....)

Penguji II : Hj. Fitrianti S.T., M.T.

(.....)

Ditetapkan di : Pekanbaru

Tanggal : 1 Desember 2021

Disahkan Oleh:

**KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN**



Novia Rita, S.T., M.T.

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum didalamnya baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Jika terdapat unsur penipuan atau pemalsuan data maka saya bersedia dicabut gelar yang telah saya peroleh.



Pekanbaru, 1 Desember 2021

Anggi Zaryus

NPM 143210566

KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Allah SWT karena atas Rahmat dan limpahan ilmu dari-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan, Universitas Islam Riau. Saya menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dan mendorong saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini serta memperoleh ilmu pengetahuan selama perkuliahan. Tanpa bantuan dari mereka tentu akan sulit rasanya untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik ini. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Ir. H. Ali Musnal M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Ibu Richa Melysa S.T, M.T., selaku pembimbing akademik yang telah memberikan arahan, nasihat, penyemangat selama menjalani perkuliahan di Teknik Perminyakan.
3. Ketua prodi Ibu Novia Rita, S.T., M.T. dan sekretaris prodi Bapak Tomi Erfando, S.T., M.T. serta dosen-dosen yang sangat banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan, dan hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.
4. Orang tua, serta saudara/i dan seluruh keluarga saya atas segala doa dan kasih sayang, dukungan moril dan materil yang diberikan sampai penyelesaian tugas akhir.
5. Teman-teman jurusan Teknik Perminyakan UIR angkatan 2014, yang selalu memberikan dukungan dan semangat selama masa perkuliahan dan penelitian ini.

Teriring doa saya, semoga Allah memberikan balasan atas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Pekanbaru, 1 Desember 2021

(Anggi Zaryus Setiawan)



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR ISI

| | |
|--|----------|
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iii |
| PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR..... | ii |
| KATA PENGANTAR..... | iii |
| DAFTAR ISI..... | v |
| DAFTAR GAMBAR..... | vii |
| DAFTAR TABEL..... | viii |
| DAFTAR SINGKATAN..... | ix |
| DAFTAR SIMBOL..... | x |
| ABSTRAK..... | xi |
| ABSTRACT..... | xii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 LATAR BELKANG..... | 1 |
| 1.2 TUJUAN PENELITIAN..... | 2 |
| 1.3 MANFAAT PENELITIAN..... | 2 |
| 1.4 BATASAN MASALAH..... | 2 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 3 |
| 2.1 <i>STATE OF THE ART</i> | 3 |
| 2.2 <i>ARTIFICIAL LIFT</i> | 4 |
| 2.3 ANALISA SISTEM NODAL..... | 5 |
| 2.4 SISTEM NODAL PADA <i>PROGRESSING CAVITY PUMP</i> | 6 |
| 2.5 TEORI DASAR PCP..... | 7 |
| 2.5.1 Prinsip Kerja Pompa Pcp..... | 8 |
| 2.5.2 Latar Belakang Pemilihan Pompa PCP..... | 9 |
| 2.5.3 Peralatan <i>Progressive Cavity Pump</i> | 11 |

| | |
|--|-----------|
| 2.6 <i>PRODUCTIVITY INDEX</i> | 16 |
| 2.7 <i>INFLOW PERFORMANCE RATE (IPR)</i> | 17 |
| 2.7.1 Perhitungan Range Efisiensi | 18 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 19 |
| 3.1 METODE PENGUMPULAN DATA..... | 19 |
| 3.2 <i>FLOWCHART</i> | 20 |
| 3.3 PENGOLAHAN DATA | 21 |
| 3.4 TEMPAT PENELITIAN | 24 |
| 3.5 JADWAL PENELITIAN | 24 |
| BAB IV HASIL PEMBAHASAN | 25 |
| 4.1 PEMBUATAN KURVA IPR | 25 |
| 4.2 PEMBUATAN KURVA PERFORMA TUBING INTAKE | 26 |
| 4.3 PEMBAHASAN SISTEM NODAL SUMUR X..... | 28 |
| 4.4 EVALUASI POMPA TERPASANG | 29 |
| 4.4.1 Perhitungan Effisiensi Pompa Terpasang Sumur X | 30 |
| 4.4.2 Perencanaan ulang pompa PCP..... | 31 |
| BAB V KESIMPULAN & SARAN..... | 33 |
| 5.1 KESIMPULAN | 33 |
| 5.2 SARAN | 33 |
| DAFTAR PUSTAKA | 34 |
| LAMPIRAN..... | 37 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1. Titik Nodal Pada Sumur | 6 |
| Gambar 2. Skema pompa yang dipasang di dasar sumur | 7 |
| Gambar 3. Komponen inti PCP | 8 |
| Gambar 4. Cross sectional area pompa PCP | 8 |
| Gambar 5. Pergerakan rongga (cavity) pada pompa PCP | 9 |
| Gambar 6. Peralatan Bawah Permukaan | 12 |
| Gambar 7. Komponen Rotor dan Stator | 14 |
| Gambar 8. Drive Head..... | 15 |
| Gambar 9. kurva IPR..... | 17 |
| Gambar 10. Diagram Alir Penelitian..... | 20 |

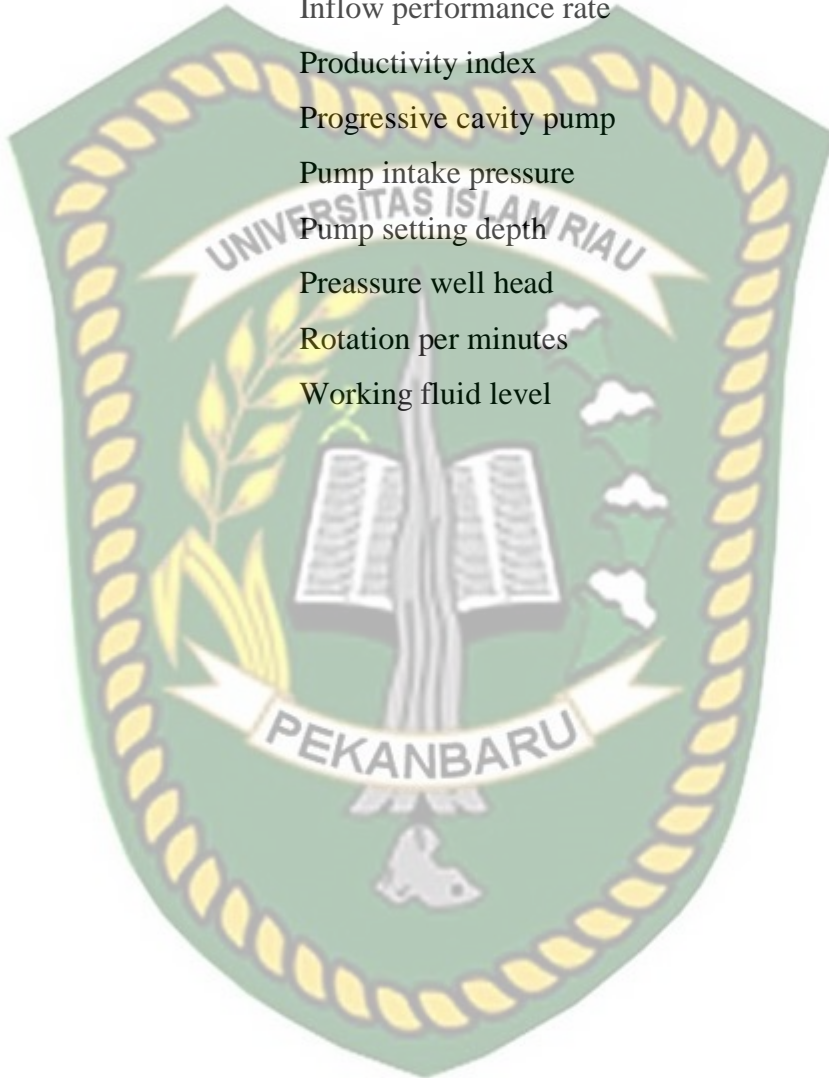
DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 1. Jadwal Penelitian..... | 24 |
| Tabel 6. Evaluasi Pompa Yang Digunakan pada sumur X-1 | 30 |



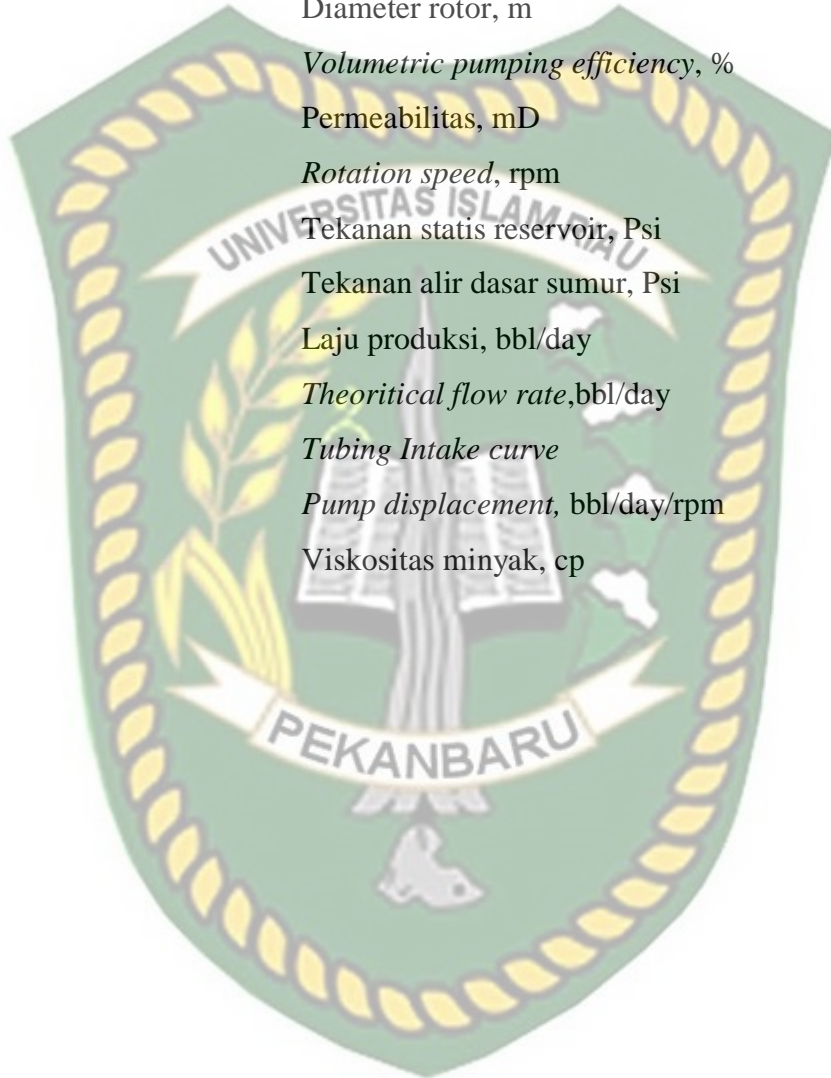
DAFTAR SINGKATAN

| | |
|-----|-------------------------|
| HP | Horse power |
| IPR | Inflow performance rate |
| PI | Productivity index |
| PCP | Progressive cavity pump |
| PIP | Pump intake pressure |
| PSD | Pump setting depth |
| PWH | Preassure well head |
| RPM | Rotation per minutes |
| WFL | Working fluid level |



DAFTAR SIMBOL

| | |
|------------|--|
| d_s | Diameter stator, m |
| d_r | Diameter rotor, m |
| E_{ff} | <i>Volumetric pumping efficiency</i> , % |
| k | Permeabilitas, mD |
| N | <i>Rotation speed</i> , rpm |
| P_s | Tekanan statis reservoir, Psi |
| P_{wf} | Tekanan alir dasar sumur, Psi |
| Q | Laju produksi, bbl/day |
| Q_{theo} | <i>Theoretical flow rate</i> , bbl/day |
| TIC | <i>Tubing Intake curve</i> |
| V | <i>Pump displacement</i> , bbl/day/rpm |
| μ | Viskositas minyak, cp |



PERHITUNGAN *RANGE* EFESIENSI POMPA PCP UNTUK MENINGKATKAN LAJU ALIR MINYAK DENGAN METODA ANALISIS SYSTEM NODAL PADA SUMUR X LAPANGAN MINYAK Y

ANGGI ZARYUS
143210566

ABSTRAK

Progressive Cavity Pump (PCP) merupakan salah satu alternatif yang baik untuk pengangkatan buatan karena mempunyai kekompakan dan efisiensi yang tinggi dengan biaya yang rendah dibandingkan pompa lainnya. PCP merupakan pompa yang mempunyai prinsip kerja sebagai positive displacement pump. Pada umumnya PCP akan mengalami penurunan kemampuan pada pompa, yang mengakibatkan laju produksi yang diharapkan (secara teoritis) tidak sesuai dengan laju produksi yang seharusnya (efisiensi pompa rendah). Sehingga akan dilakukan perancangan ulang pada pompa PCP untuk peningkatan laju alir minyak dengan memperhitungkan range efisiensi pada pompa, metoda yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metoda analisis system nodal, dimana titik nodal berada tepat pada dasar sumur. Studi dalam tulisan ini juga menganalisa perbedaan tekanan yang dihasilkan oleh pompa PCP. Dari perbedaan tekanan pompa PCP tersebut dapat ditentukan tekanan suction dari pompa yang kemudian dapat diplot sebagai kurva pump intake dari pompa. Jika kurva pump intake tersebut diplot bersama kurva IPR, maka perpotongan yang dihasilkan merupakan harga laju produksi optimum dari pompa PCP tersebut.

Kata Kunci: *Progressive Cavity Pump*, Laju Produksi, *Range Efisiensi*

**CALCULATION OF EFFICIENCY RANGE PCP PUMP TO
INCREASE THE OIL FLOW RATE WITH NODAL ANALYSIS
METHOD AT WELL X OIL FIELD Y**

**ANGGI ZARYUS
143210566**

ABSTRACK

Progressive cavity pump (PCP) is the one of another alternative which is good for artificial lift because it has high compactness and efficiency with low cost compared to other pumps. PCP is a pump that has a working principle as a positive displacement pump. In general, PCP will experience a decrease in pump capacity, resulting in the expected production rate (theoretically) not matching the expected production rate (low pump efficiency). So that the PCP pump will be redesiigned to increase the oil flow rate by taking into account the efficiency range of pump, the method that will be used in this research is the nodal analysis method, where the nodal point is right at the bottom of the well. The study in this paper also analyzes the preassure difference generate by the PCP pump. From the diffrence in pressure of the PCP pump, the suction pressure of the pump can be plotted as the pump intake curve of the pump. If the pump intake curve is plotted with the IPR curve, then the resulting intersection is the optimum production rate for the PCP pump.

Key words : *Progressive Cavity Pump, flow rate, Range Efisiensi*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELKANG

Dalam proses waktu produksi, *pressure* atau tekanan pada reservoir akan terjadi penurunan, oleh karena itu akan diatasi dengan cara menggunakan pengangkatan buatan atau “*Artificial Lift*” yang digunakan oleh perusahaan-perusahaan minyak pada umumnya. Dalam upaya menaikkan laju produksi optimum

Di lapangan minyak Y digunakan pompa *progressing cavity pump* (PCP) karena mengandung pasir. Pompa PCP ini pada masa atau kondisi tertentu kemampuan pada pompa juga akan menurun atau berkurang dalam pengangkatan fluida. Kondisi ini terjadi karena berkurangnya kemampuan yang ada pada tekanan reservoir, dalam pengoperasiannya, pompa PCP pada lapangan minyak, biasa ditemukan masalah antara perbedaan laju produksi yang diharapkan (secara teoritis) dengan laju produksi yang seharusnya (efisiensi pompa rendah), oleh karena itu, kita memerlukan beberapa evaluasi yang mempengaruhi kinerja pada pompa PCP.

Perhitungan yang dilakukan pada penelitian ini adalah tentang *range* efisiensi *pump* terpasang, mengevaluasi *ability* pompa untuk menandai besarnya laju produksi, *Horse power* pompa yang terpasang. Pada perhitungan kali ini metoda yang digunakan adalah metoda Analisa System Nodal, dimana titik nodal berada tepat di dasar sumur

1.2 TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan penulis dengan tujuan sebagai berikut:

1. Menghitung besarnya *range efisiensi* pompa terpasang, dengan metoda analisis system nodal.
2. Perencanaan ulang terhadap pompa PCP agar produksi optimum.

1.3 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dari penelitian ini, yaitu :

1. Untuk dapat meningkatkan hasil produksi minyak pada sumur-sumur kajian.
2. Untuk membandingkan hasil penelitian ke perusahaan
3. Menambah wawasan penulis dan bagi pembaca penelitian ini.

1.4 BATASAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini, difokuskan dalam perhitungan kurva IPR dan efisiensi pompa pcp dengan metoda analisa system nodal. .

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Al-Qur'an adalah sumber mutlak yang ada pada ajaran agama Islam dan juga hukum berasal dari al-Qur'an, disini telah diberitahu tentang kepemilikan dalam ajaran Islam. Ke kepemilikan sejatinya adalah, Allah SWT secara total. Terdapat di Al-Qur'an pada Surat Saba ayat 12 yang berlafal "*wa asalnaa lahuu 'ainal qithr*". Disini "qithr" dapat diterjemahkan sebagai "ter/tir" yang berarti "minyak mentah" maka tidak diperlukan tambahan tafsiran pada kata "yang meleleh" yang biasa berada pada kitab tafsir atau terjemahan lainnya pada Al-Qur'an. Jika kita kembali meneliti ayat ini dengan detail, terdapat dua kata-kata yang menunjukkan dalam mengkaji kebenaran pada ayat ini yaitu ASALNAA (kami alirkan) dan 'AIN (sesuatu yang di alirkan) kata ini dalam bahasa berhubungan cairan. Oleh karena itu QS Saba (34) ayat 12 mengartikan atau dapat diartikan sebagai "*dan kami alirkan padanya (Nabi Sulaiman) sumur minyak (spiring of oil)*". Dari kutipan di atas dapat kita simpulkan, Sumur minyak yang pertama kalinya sudah ada sejak zaman Nabi Sulaiman AS

2.1 STATE OF THE ART

State of the art pada penelitian ini didapat dari beberapa contoh penelitian yang sudah pernah dilakukan sebagai pedoman atau contoh pada penelitian yang dikerjakan saat ini. Contoh yang digunakan berasal dari jurnal-jurnal mengenai perhitungan *range efisiensi* pompa dengan metoda analisis system nodal. Salah satu jurnal tersebut bersisi tentang perhitungan analisis 3system nodal untuk menentukan laju alir minyak dengan peningkatan *range efisiensi ESP* karya Ali Musnal dan Richa Melisa Universitas Islam Riau Volume 5 yang menjelaskan tentang penurunan tekanan reservoir yang akan dialami dengan berjalanya waktu produksi, maka dari itu digunakan pengangkatan buatan yang dikenal dengan "*artificial lift*" untuk mengatasi hal tersebut. Pada sumur di BOB Pertamina pada umumnya menggunakan pompa *electric submersible pump* (ESP) sebagai

pengangkat buatan. Dalam penelitian ini dilakukan perhitungan Range Efisiensi yang terpasang pada pompa, mengevaluasi kinerja pompa yang ditandai dengan besarnya laju produksi, menghitung berapa jumlah *stage* dan *horse power* yang terdapat pada pompa. Metoda yang digunakan pada perhitungan ini adalah metoda Analisa Sistem Nodal, yang titik nodal nya berada pada dasar sumur.

Adams (1986): Ia mengatakan untuk mengendalikan penemuan pasir secara efektif, kita perlu memiliki teknologi untuk memperkirakan secara akurat kondisi inisiasi, memprediksi laju masuknya pasir dan volume produksi pasir untuk mencegah pengaruhnya terhadap fasilitas produksi permukaan dan bawah permukaan yang berdampak langsung pada produksi sumur minyak

Michael W. Glier pada tahun 2011 Texas A&M University, mempresentasikan studi dengan judul (Examination of Progressing Cavity Pump operating at very High Gas Volumes Fracture) berfokus pada pengujian model pompa rongga progresif yang diproduksi oleh seepex dengan kecepatan setengah dan penuh dengan Menggunakan air-air campuran dengan fraksi volume gas untuk menunjukkan pengaruh fraksi volume gas tinggi terhadap laju aliran volumetrik pompa

2.2 ARTIFICIAL LIFT

Artificial Lift adalah suatu alat yang biasa digunakan dalam hal pengangkatan fluida ke atas permukaan pada saat *pressure* dari formasi pada suatu sumur hanya sanggup mengangkat fluida sampai ke dalam *well bore*. Dikarenakan awalnya , fluida hanya mengalir ke atas permukaan hanya disebabkan oleh kemampuan tekanan reservoir secara alami yang biasa dikenal dengan *natural flow*. Seiring berlalu nya proses produksi, tekanan akan menurun pada aliran reservoir atau tekan nya akan berkurang. Adapun *Artificial lift* yang digunakan dalam perusahaan perminyakan :

1. *Electric submersible pump* (ESP) yang digunakan alat ini adalah *down hole motor* dan *centrifugal pump system*
2. *Tubing/rod pump* yang digunakan oleh alat ini adalah *surface beam type pumping unit* dan *positive displacement pump system*

3. *Progressive cavity pump* (PCP) yang digunakan oleh alat ini adalah *surface electric* motor dan *positive displacement pump system*
4. *Gas lift* dengan digunakannya gas dan mengalirkannya melalui anulus
5. *Hydraulic pump unit/reciprocating rod lift* yang digunakan oleh alat ini adalah *surface hydraulic pump/electric* motor dan *positive displacement pump system*

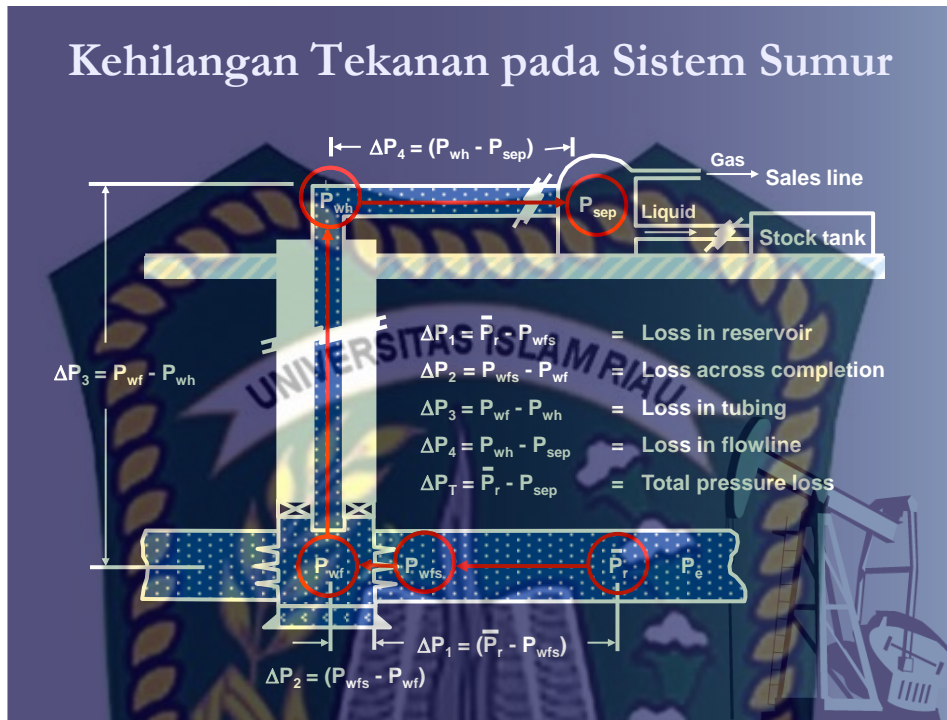
2.3 ANALISA SISTEM NODAL

Analisa nodal adalah suatu metoda untuk menganalisa suatu 5ias5m produksi dengan tujuan untuk memprediksikan produksi yang optimum. Analisa 5ias5m nodal adalah penentuan antara *Inflow Performance Relationship* dengan tubing *intake* yang dilakukan dengan teknik sederhana., yang 5ias digunakan untuk menentukan laju produksi optimum yang terjadi pada suatu system produksi. Nodal adalah dua titik temu antara *performance* aliran yang berbeda yang terdapat didalam sumur produksi. Digambarkan dengan bentuk grafik tekanan dan laju alir produksi minyak.

Tujuan :

1. Melakukan analisis sistim nodal untuk mengetahui rate {Q} atau besarnya laju produksi pada titik nodal tersebut.
2. Melakukan injeksi gas lif untuk mengetahui berapa banyak gas yang harus di injeksikan berdasarkan analisa tekanan yang ada
3. Melakukan analisa tekanan kepala sumur { pwh } untuk keperluan transportasi
4. Untuk melakukan pengecekan peralatan produksi.

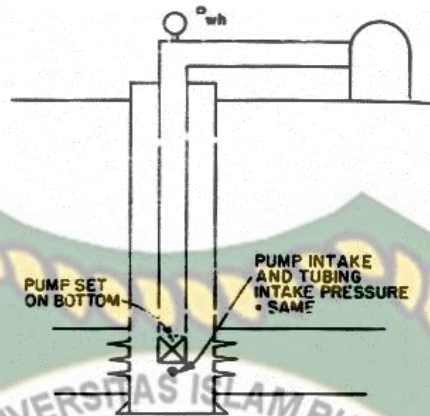
Gambar berikut ini memperlihatkan letak dari titik nodal dalam sumur produksi.



Gambar 2.1. Titik Nodal Pada Sumur

2.4 SISTEM NODAL PADA *PROGRESSING CAVITY PUMP*

Nodal analysis system akan mempergunakan titik-titik nodal yang menjadi pembatas diantara system *inflow* dan system *outflow*. Hal ini dibagi menjadi dua bagian sistem agar memudahkan untuk dianalisa nya bagian dari sumur-sumur sistem ini. Pada tugas akhir ini menggunakan titik nodal lubang sumur yang terdapat di dasar sumur. Dengan mengasumsikan *working fluid level* (WFL) fluida yang terdapat di reservoir berada tepat di dasar lubang sumur sehingga pompa akan dipasang berada didepan reservoir. Gambar 2.2 berikut menjelaskan pompa terpasang berada di depan reservoir dan titik nodal didasar sumur.



Gambar 2.2 Skema pompa yang dipasang di dasar sumur

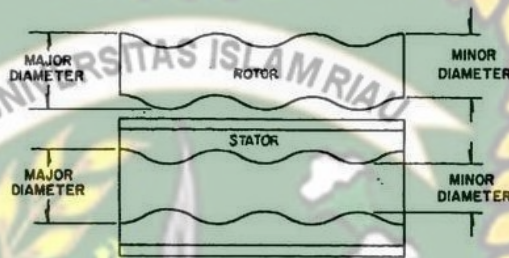
Dengan titik nodal yang terdapat tepat di dasar sumur, maka sistem inflow yang terjadi adalah sistem aliran fluida yang berasal hanya dari reservoir (aliran yang melewati media berpori) dan sistem outflow merupakan aliran fluida yang berada dalam tubing dan pompa. Pada kedua sistem ini akan menghasilkan kurva, kurva ini adalah kurva IPR dan pump intake, dengan *pressure* pada dasar sumur sama dengan *pressure* pada sistem, yaitu *pressure* alir dasar sumur (P_{wf}) oleh karena itu plot dari kedua kurva ini adalah P_{wf} terhadap q .

2.5 TEORI DASAR PCP

Progressive cavity pump (PCP) pertama kali ditemukan oleh Rene' monieau yang berasal dari perancis di tahun 1920, hal ini menyebabkan pompa PCP juga sering di dikenal dengan "pompa Moyno". Pompa PCP ini awalnya diperkenalkan di Amerika Serikat, tetapi tidak terlalu banyak penggunaannya. Pompa PCP awalnya digunakan dalam skala bsar sebagai pompa transfer fluida di beberapa industri dan manufaktur aplikasi, dengan berbagai upaya yang dilakukan untuk menggunakannya dalam transfer permukaan ladang minyak. Aplikasi PCP di bidang perminyakan telah dilakukan sejak 1981. Penggerak pompa PCP bisa digerakan dengan beberapa macam mesin tetapi penggerak mula yang biasa digunakan adalah *electric motor* yang dihubungkan *drive assembly* nya melalui perantaraan *V-belt* .

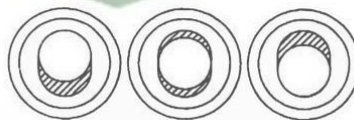
2.5.1 Prinsip Kerja Pompa Pcp

Pompa PCP atau *progressive cavity pump* memiliki prinsip kerja yang sama dengan namanya dimana cairan yang dibawa akan berpindah melalui ruang atau *cavity* sepanjang stator. Pompa PCP ini memiliki dua inti komponen, yaitu rotor dan stator yang berlangsung secara terus menerus, seperti yang terlihat pada Gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2.3. Komponen inti PCP

Dari perpaduan pada bentuk rotor (single helix) dan stator (double helix) ini akan terbentuk serangkaian rongga-rongga atau *cavity* diantara rotor dan stator. Pada saat perputaran rotor di dalam stator, *cavity* yang terbentuk tadi kelihatan seperti bergerak dari bawah sisi dan naik menuju sisi atas pompa. Sehingga terjadi aliran fluida tanpa kejutan-kejutan dan terjadi secara terus menerus dengan kecepatan rendah yang konstan. Hal ini disebabkan ketika salah satu rongga mengecil, rongga selanjutnya akan dibentuk dengan volume (rate) yang sama dengan rongga yang sebelumnya mengecil. Walaupun letak rotor yang berada di stator tidak sama volume dari luas penampang rongga (*cavity*) akan tetap sama, hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4. Cross sectional area pompa PCP

Rotasi yang dihasilkan oleh motor pada permukaan akan dilanjutkan melewati rod (stang) ke rotor yang berputar ke dalam stator. Dikarenakan rotasi ini, maka akan terbentuk rongga-rongga atau *cavity*. Cairan akan dibawa oleh *cavity* yang bergerak dari titik masuk ke titik keluar pompa. Gambar 2.5 berikut

ini menjelaskan perpindahan yang terjadi pada *cavity* atau rongga akibat perputaran rotor yang terjadi di dalam stator.



Gambar 2.5. Pergerakan rongga (*cavity*) pada pompa PCP

Laju fluida akan terangkat menjadi konstan dikarenakan *cavity* yang dibentuk oleh rotor dan stator, oleh karena itu penambahan laju fluida akan dipengaruhi oleh kemampuan perputaran rotor.

Laju Volumetrik Teoretis. Untuk metallic stator PCP, jarak antara stator dan rotor dicirikan oleh geometri spesifik bahwa diameter stator lebih besar dari diameter rotor. Jarak antara stator dan rotor adalah positif, diberikan sebagai

$$\delta = \frac{d_s - d_r}{2}$$

Dimana : δ adalah jarak ruangan, m
 d_s adalah stator diameter, m
 d_r adalah rotor diameter

2.5.2 Latar Belakang Pemilihan Pompa PCP

Pompa PCP merupakan salah satu alternatif pemilihan metoda artificial untuk mengangkat minyak dari dasar sumur ke permukaan. Ada dua alasan pokok kenapa pompa PCP dipilih untuk dioperasikan pada suatu sumur sebagai pompa artificial lift, yaitu alasan ekonomis dan alasan teknis . Akan tetapi kedua alasan tersebut hanya benar bila syarat-syarat operasi pompa terpenuhi. Dan pompa PCP mempunyai kelebihan dan kekurangan dibandingkan dengan artificial yang lain.

Kemampuan dan karakteristik PCP yang mana dapat dijadikan pilihan *artificial lift* dibanding dengan yang lain . Karakteristiknya yang sangat utama adalah keseluruhan mempunyai efisiensi yang tinggi ³⁾.

Beberapa kelebihan *Progressive Cavity Pump PCP* antara lain :

- Perencanaan dan pemilihan pompa dapat dilakukan dengan sederhana dan cepat , hanya berdasarkan pada kedalaman letak pompa atau sumur dan besarnya laju alir yang di kehendaki.
- Mampu memproduksi fluida yang viskositasnya tinggi
- Mampu memproduksi fluida yang banyak mengandung padatan/pasir tetapi tahan terhadap abrasi
- Toleran terhadap adanya kandungan gas bebas
- Tidak punya katup balik (bagian yang bergerak dimana dapat menyebabkan macet/aus)
- Harganya relatif murah dari *artificial lift* yang lain karena energi yang diperlukan hanya untuk mengangkat fluida saja, tidak untuk mengangkat *rod string*.
- Mampu mengurangi biaya operasi yaitu dengan pemakaian listrik yang hemat dan biaya pemeliharaan yang rendah, pengadaan peralatan pompa dan suku cadang lebih murah, karena bagian-bagiannya relatif lebih kecil dan ringan, serta dapat dipisahkan, sehingga dapat mempermudah pengangkutan.
- Tidak memerlukan cabut tubing (*work over*) saat mengganti pompa pada *insertable PCP*
- Operasionalnya tidak menimbulkan kebisingan suara pada permukaan.

Disamping mempunyai beberapa keunggulan, sistem PCP juga mempunyai beberapa kelemahan dibanding dengan *artificial lift* yang lain.

Adapun kelemahan dan kesulitan dalam pengoperasian *PCP* :

- Batas laju produksi maksimum 3200 bbl/day
- Kedalaman maksimum 6550 ft atau 2000 m

- Temperatur maksimum 200° F
- Stator yang terbuat dari bahan *elastomer* untuk beberapa kasus tidak tahan terhadap hadirnya material yang bersifat *abrasive*. Selain itu stator tidak tahan terhadap asam.
- Pump stator akan cenderung rusak jika tidak ada fluida yang dipompakan
- Untuk kecepatan tinggi dapat menimbulkan getaran pada rod string, maka diperlukan tubing anchor dan stabilizer.

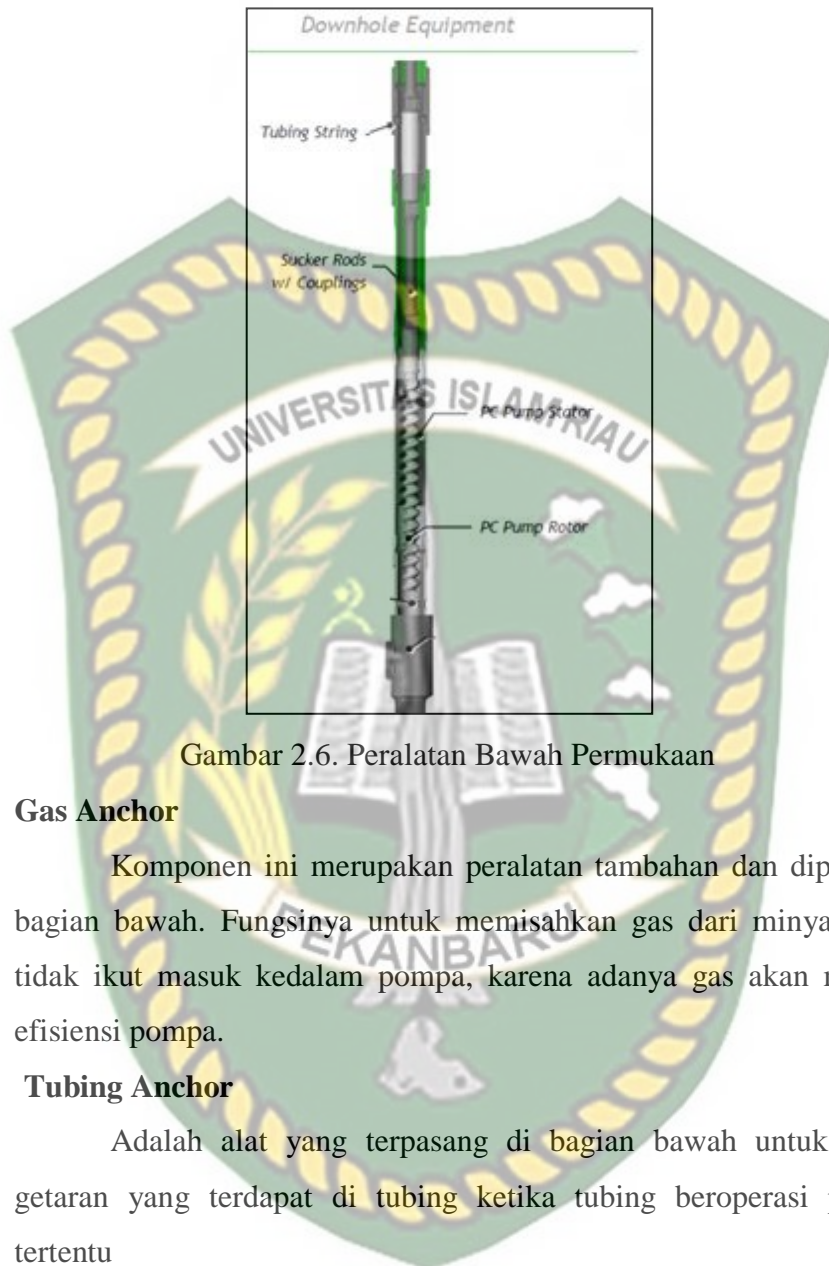
Berputarnya rangkaian rod yang panjang menimbulkan getaran yang dapat menyebabkan ikut bergetarnya rotor yang berpotar dalam stator

2.5.3 Peralatan *Progressive Cavity Pump*

Secara umum peralatan *progressive cavity pump* (PCP) dibagi menjadi dua bagian bawah dan bagian atas.

1. Peralatan bagian bawah permukaan

Peralatan dibawah permukaan biasanya meliputi *gas anchor, tubing anchor, centralizer, stator, rotor, sucker rod dan pony rod*. Gambar peralatan-peralatan dibawah permukaan *PCP* dapat dilihat pada Gambar 2.6. dengan bagian-bagian sebagai berikut :



Gambar 2.6. Peralatan Bawah Permukaan

a. Gas Anchor

Komponen ini merupakan peralatan tambahan dan dipasang pada bagian bawah. Fungsinya untuk memisahkan gas dari minyak agar gas tidak ikut masuk kedalam pompa, karena adanya gas akan mengurangi efisiensi pompa.

b. Tubing Anchor

Adalah alat yang terpasang di bagian bawah untuk mengatasi getaran yang terdapat di tubing ketika tubing beroperasi pada RPM tertentu

c. Centralizer

Adalah peralatan tambahan yang dipasang di daerah tubing yang berfungsi untuk menempatkan tubing tepat berada ditengah-tengah lubang bor untuk menghindari gesekan antara tubing dengan dinding casing. Biasanya centralizer ini diaplikasikan pada deviated well dengan kemiringan yang kecil.

d. Stator

Ditempatkan diatas gas anchor yang disambungkan dengan tubing produksi dimana stator akan menjadi dudukan pada rotor. Stator terbuat dari bahan campuran synthetic elastomer dengan steel tube yang tahan terhadap korosi dan abrasi. Spesifikasi dari stator adalah :

1. Medium High Acrylonitrile, digunakan dengan kondisi :
 - SG minyak < 30 °API
 - Fluida dengan GOR rendah
 - Jika ada CO₂
 - Temperatur maksimum 200° F
2. Ultra High Acrylonitrile, digunakan dengan kondisi :
 - SG minyak > 30 °API
 - Fluida dengan sedikit dalam larutan (GLR ≈ 0)
 - Temperatur maksimum 200° F
3. Very High Acrylonitrile, digunakan dengan kondisi :
 - Banyak terdapat faktor abrasive (pasir kasar)
 - Temperatur maksimum 200° F.

e. Rotor

Rotor adalah alat yang seperti ulir yang berputar pada PCP *pump*. Komponen ini dimasukkan kedalam tubing dan dihubungkan dengan sucker rod diatasnya. Rotor ini dibuat dari bahan stainless atau chrome yang tahan terhadap korosi dan abrasi. Adapun spesifikasi dari rotor adalah :

- Chrome Plate (Alloy Steel), digunakan untuk sumur-sumur yang cairannya banyak mengandung faktor abrasive (pasir).
- Non Plated (Stainless Steel), digunakan untuk sumur-sumur yang cairannya banyak mengandung asam seperti H₂S.



Gambar 2.7. Komponen Rotor dan Stator

f. Sucker Rod

Adalah alat penghubung antara rotor dengan peralatan penggerak yang ada di permukaan. Fungsinya adalah melanjutkan gerak berputar dari Drive Shaft atau Gear Reducer yang ada didalam drive head ke rotor. Umumnya panjang satu single sucker rod berkisar antara 25-30ft.

e. Pony Rod

Merupakan sucker rod yang mempunyai ukuran panjang lebih pendek. Fungsinya adalah melengkapi panjang dari sucker rod apabila panjang dari sucker rod tidak mencapai panjang yang dibutuhkan. Panjang pony rod adalah 2, 4, 6, 8, 10, dan 12 ft.

2. Peralatan bagian atas permukaan

Peralatan diatas permukaan berfungsi sebagai penggerak peralatan bawah permukaan, dimana pergerakannya berupa putaran (*rotary system*). Peralatan atas permukaan *Progressive Cavity Pump (PCP)* terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut :

1. Prime Mover

Penggerak pompa utama pada umumnya digunakan motor listrik yang dipasang dipermukaan dekat well head. Kekuatan dari motor listrik disesuaikan dengan kebutuhan daya untuk pengangkatan fluida dari dalam

sumur. Jenis motor ini dapat digunakan elektrik motor, gas engine, gasoline engine atau diesel engine tergantung kondisi lapangan dan sumber tenaga yang ada.

Dengan menggunakan sarana transmisi (perantara) yang berupa V-Belt, tenaga dari prime mover diteruskan ke drive shaft kemudian ke rotor untuk mengangkat fluida.

2. *Drive Head*

Adalah peralatan yang mengalirkan tenaga dari *prime mover* dengan tali kipas (*V-belt*) untuk memutar rod dan pompa ulir. Terdapat di atas well head dan dilengkapi dengan well head frame untuk disambungkan ke well head,.

Jenis *drive head* dibedakan menjadi dua bagian yaitu direct drive, dimana mesin diletakkan secara horizontal, dan right angel drive dimana mesin diletakkan secara vertical.



Gambar 2.8. Drive Head

2.6 PRODUCTIVITY INDEX

Indeks produktivitas (*PI*) adalah suatu indeks yang menyatakan kemampuan sumur untuk mengangkat fluida ke permukaan pada kondisi tekanan tertentu. Didefinisikan sebagai perbandingan antara laju alir produksi (*Q*) yang dihasilkan oleh sumur dikarenakan perbedaan pada tekanan dasar sumur dalam keadaan statik (*Ps*) dan tekanan dasar sumur dalam keadaan terjadi aliran (*Pwf*). Biasa juga dikenal dengan perbandingan laju produksi yang dihasilkan oleh suatu sumur akibat perbedaan tekanan Draw down Pressure secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$PI = J = \frac{q}{(P_s - P_{wf})} \dots \dots \dots (3.14)$$

di mana:

- PI = *J* = indeks produktifitas, bbl/day/psi
- Q* = Laju Produksi, bbl/day
- Ps* = Tekanan Statik Reservoir, Psi
- Pwf* = Tekanan alir Dasar Sumur, Psi

Persamaan ini secara teori adlah persamaan radial dari darcy

Untuk aliran minyak,

$$PI = \frac{7,082 \times 10^{-3} \times k \times h}{Bo \times \mu_o \times \ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right)} \dots \dots \dots (3.15)$$

Sementara itu, untuk aliran minyak dan air berlaku persamaan:

$$PI = \frac{7,082 \times 10^{-3} \times h}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right)} \left(\frac{k_o}{\mu_o Bo} + \frac{k_w}{\mu_w B_w} \right) \dots \dots \dots (3.16)$$

di mana:

- PI = indeks produktifitas, bbl/day/psi
- k* = permeabilitas batuan, mD
- k_w* = permeabilitas efektif terhadap sumur, mD
- k_o* = permeabilitas efektif terhadap minyak, mD
- μ_o* = viskositas minyak, cp

2.7 INFLOW PERFORMANCE RATE (IPR)

Inflow Performance Relationship (IPR) adalah kelakuan aliran fluida air, minyak, dan gas dari formasi ke dasar sumur yang dipengaruhi oleh *Productivity Index*²⁾. Harga PI yang didapat dari hasil test hanya merupakan gambaran secara kualitatif mengenai kemampuan suatu sumur dalam memproduksi. Untuk perencanaan suatu sumur atau untuk melihat kelakuan suatu sumur yang sedang memproduksi, maka PI dapat dinyatakan secara grafis yang disebut dengan grafik *Inflow Performance Relationship* (IPR). Untuk membuat grafik IPR diperlukan harga laju produksi (q), tekanan alir dasar sumur (P_{wf})

Untuk sumur yang telah lama memproduksi dimana tekanan dasar sumur sudah turun dibawah tekanan gelembung sehingga gas bebas akan ikut terproduksi, maka kurva IPR tidak linear lagi tetapi akan berupa garis lengkung karena kemiringan garis IPR akan berubah secara kontinyu untuk setiap harga P_{wf} . Berdasarkan pengamatan yang dilakukan Vogel terhadap sumur-sumur yang memproduksi grafik IPR tersebut dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan matematis sebagai berikut :

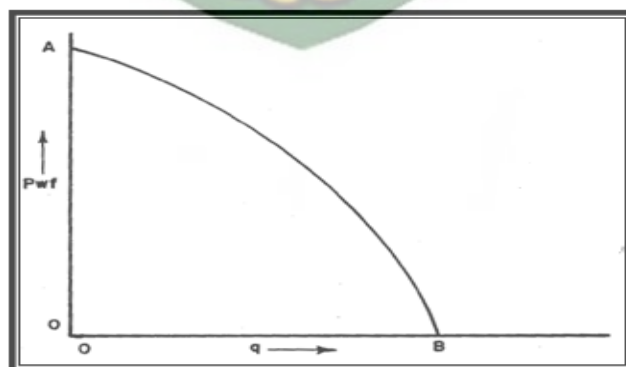
$$Q_{max} = Q / [1 - 0,2 (P_{wf}/P_s) - 0,8 (P_{wf}/P_s)^2] \dots\dots\dots$$

dimana :

Q = laju alir fluida produksi, B/D

P_s = tekanan statik, psi

P_{wf} = tekanan alir dasar sumur, psi



Gambar 2.9. kurva IPR

2.7.1 Perhitungan Range Efisiensi

Penentuan efisiensi volumetrik pompa *Progressive Cavity* bertujuan untuk memantau kinerja dari pompa sudah bekerja sesuai dengan desain yang telah dilakukan atau bekerja secara tidak efisien. Untuk mengetahui keadaan tersebut, maka perlu dilakukan penentuan besarnya efisiensi pompa.

Pergantian jenis pompa dan pergantian unit boleh dilakukan agar mendapatkan hasil produksi yang sesuai. Besarnya efisiensi volumetris pompa didapatkan dengan perbandingan *rate* produksi aktual (sebenarnya) dari sumur terhadap *rate* produksi teoritis. Berikut ini diberikan perhitungan besarnya produksi teoritis, dimana *pump displacement* dari tipe pompa terhadap RPM pompa yang digunakan. Persamaannya adalah sebagai berikut :

$$Q_{theo} = V \cdot N \dots\dots\dots$$

Dimana :

$$Q_{theo} = \text{theoretical flow rate (bbl/day atau m}^3\text{/day)}$$

$$V = \text{pump displacement (bbl/day/rpm atau m}^3\text{/day/rpm)}$$

$$N = \text{rotation speed (rpm)}$$

Jadi , persamaan efisiensi volumetrik adalah sebagai berikut ini :

$$Eff = \frac{Q_{actual}}{Q_{theori}} \times 100\% \dots\dots\dots$$

Dimana :

$$Eff = \text{Volumetric pumping efficiency (\%)}$$

$$Q_{actual} = \text{Actual flow rate (bbl/day, m}^3\text{/day)}$$

$$Q_{theori} = \text{Theoretical Flow Rate (bbl/day atau m}^3\text{/day)}$$

BAB III

METODE PENELITIAN

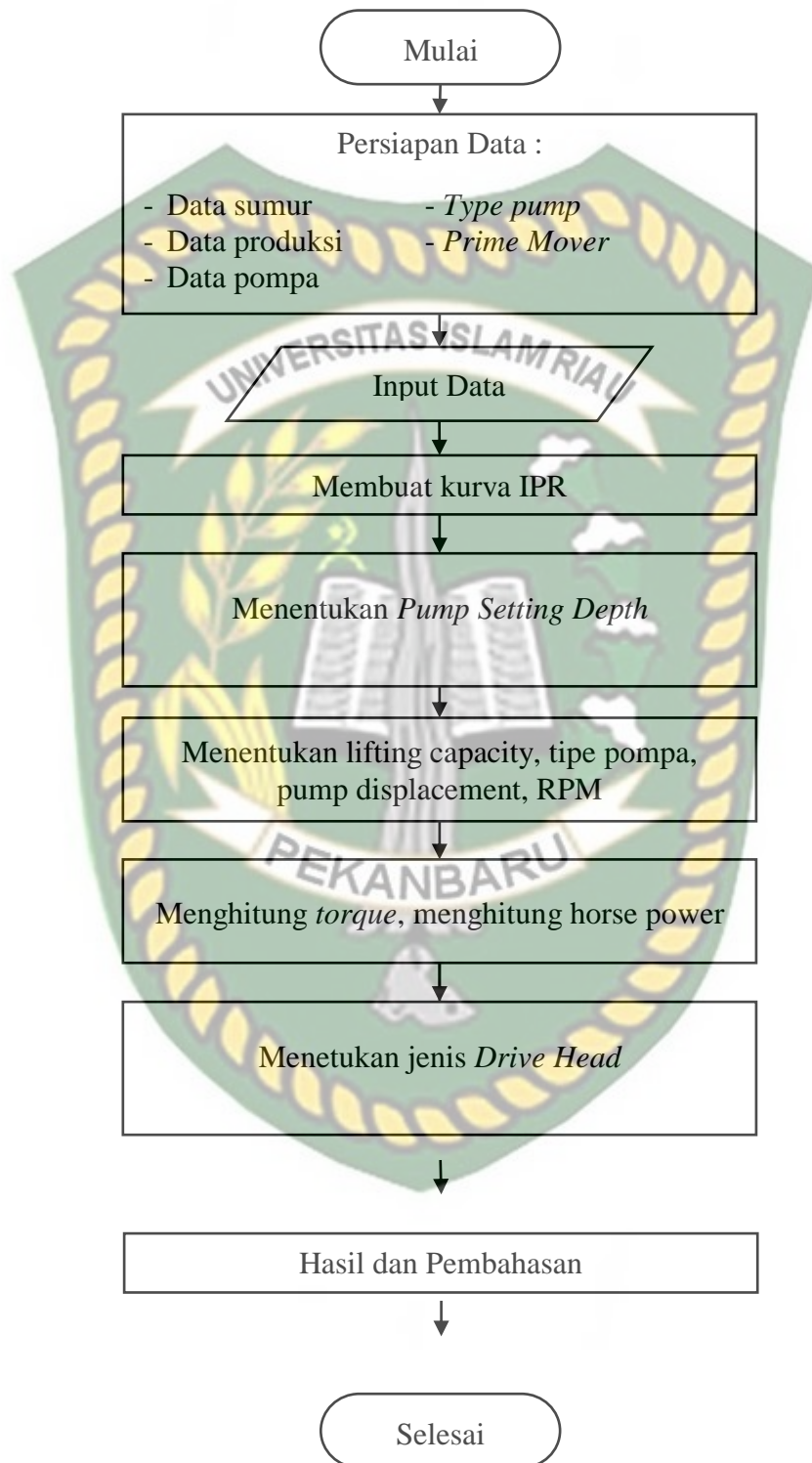
Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah merujuk ke referensi yang sesuai dalam kondisi yang akan diteliti. Kemudian akan diaplikasikan dengan cara turun lapangan untuk memperoleh data-data lapangan, kemudian dari itu data akan di proses dan di evaluasi untuk mengahasil kan data tentang efisiensi pompa yang terpasang.

3.1 METODE PENGUMPULAN DATA

Untuk mendapatkan data – data yang di perlukan guna mendukung analisis terhadap permasalahan yang akan di bahas, maka di gunakan metode – metode agar di dapat data yang objektif. Adapun metode – metode pengumpulan data sebagai berikut:

1. Studi Literatur yaitu teknik pengumpulan data dengan cara mencari referensi yang berhubungan dengan penyusunan proposal. Studi literatur di lakukan dengan cara mengambil beberapa data yang terdapat di referensi *handbook*, *e-book* maupun data-data dari perusahaan yang berhubungan dengan Judul Proposal. Studi literatur ini telah di lakukan sebelum maupun selama penelitian dilaksanakan.
1. Pengumpulan atau preparasi data awal yang meliputi data reservoir, kompleksi sumur, perforasi sumur, mekanika batuan sumur.
2. Diskusi baik itu dengan dosen pembimbing ataupun *expert* yang ada diluar kampus

3.2 FLOWCHART



Gambar 3.10. Diagram Alir Penelitian

3.3 PENGOLAHAN DATA

Merupakan tahap pengolahan dari data yang di peroleh baik dari lapangan maupun sumber referensi lainnya, yang selanjutnya di lakukan perhitungan range efesiensi pompa PCP untuk meningkatkan laju alir minyak dengan metoda analisis system nodal pada sumur x lapangan minyak y. Yang mana data tesebut di dapat dari kunjungan lapangan atau dari study literatur dengan mengambil data dari paper atau jurnal yang sudah ada. Setelah data dikumpulkan, Data yang di perlukan yaitu data primer yang berupa data sumur, data produksi, data pompa PCP. Sedangkan data sekunder merupakan data penunjang dari data primer dan juga data pendukung yang berkaitan dengan permasalahan berupa data karakteristik reservoir pada lapangan

1. Tahap-tahap perangkaian *PCP* sebagai berikut :

a) Menentukan data-data yang akan diolah : data sumur, data produksi, data pompa, dan data lainnya.

b) Menentukan nilai kurva IPR 2 fasa persamaan Vogel

c) Menentukan *Pump Setting Depth*

1. Menentukan data sumur

2. Menentukan Pump Intake Pressure (PIP)

$$PIP = P_{wf} - G_f (\text{mid depth perfo} - PSD) \dots\dots\dots (3-5)$$

3. Menentukan Setting Depth Pompa

$$PSD \text{ optimum} = WFL + \frac{PIP - P_c}{G_f} \dots\dots\dots (3-6)$$

d) Menentukan Lifting Capacity (TNL)

$$L_c = (PSD \times G_f) + P_{\text{flowline}} \dots\dots\dots (3-7)$$

e) Menentukan tipe pompa yang digunakan

Berdasarkan lifting capacity dan rate produksi yang diinginkan (dari IPR) dapat ditentukan tipe pompa yang digunakan berdasarkan chart selection pump .

f) Menentukan Pump Displacement (V)

Menggunakan Tabel ISO Equivalent berdasarkan jenis pompa terpilih

g) Menentukan RPM Pompa

Menggunakan kurva performance dari tipe pompa yang digunakan dapat diperoleh RPM pompanya berdasarkan plot Q vs TNL

h) Menghitung Torque

$$\text{Torque} = \frac{\text{TNL (m)} \times \text{Q pump displacement}}{125} + \text{friction torque} \dots(3-8)$$

Harga friction torque antara 50 – 200 lb/ft diambil 100 -120.

i) Menghitung Horse Power Motor (HP motor)

$$\text{HP}_{\text{polish rod}} = \frac{\text{RPM} \times \text{Torque}}{5252} \dots\dots\dots (3-9)$$

$$\text{HP}_{\text{hydraulic}} = \frac{\text{Q (m}^3\text{/D)} \times \text{PSD optimum (m)}}{4360} \dots\dots\dots (3-9)$$

$$\text{HP}_{\text{motor}} = \text{HP}_{\text{polish rod}} + \text{HP}_{\text{hydruli}} \dots\dots\dots (3-10)$$

j) Menentukan Jenis Drive Head

Menggunakan tabel jenis drive head berdasarkan spesifikasi pompa

k) Memilih Ukuran V-belt, Diameter Sheave Pump dan Diameter Sheave Motor

2. Data sumur yang diperlukan

Data yang akan digunakan untuk pemilihan ukuran pompa adalah sangat penting dan harus tepat agar pada pemilihan ukuran unit pompa cocok dengan kondisi sumur. Data yang diperlukan dapat digolongkan dalam empat katagori umum yaitu :

1. *Inflow Perfomance* Sumur
2. Dimensi fisik sumur
3. Sifat-sifat fluida sumur
4. Kebutuhan akan sumber energi

1. *Inflow perfomance* umumnya dinyatakan sebagai tekanan statik pada kedalaman tertentu ditambah tekanan alir pada laju alir minimum. jika tidak ada gas bebas di dalam sumur, maka tekanan dapat dinyatakan sebagai ketinggian fluida. Tekanan untuk laju alir yang lain ditentukan dengan perluasan data *inflow perfomance* melalui dua cara yang diijinkan. Garis lurus *productivity index* (PI) dapat digunakan jika tidak ada gas bebas atau jika seluruh gas terlarut dalam cairan. *Kurva inflow*

- Performance Relation Ship* (IPR) digunakan bila tekanan reservoir turun sampai dibawah tekanan *buble point* (P_b), dengan demikian menyebabkan gas keluar dari larutan dan terbentuk aliran dua fasa di dalam reservoir. Dengan diketahuinya kemampuan laju alir sumur, maka dapat dipilih ukuran pompa yang sesuai sehingga tidak terjadi *oversizing* atau *undersizing*.
2. Diameter casing menentukan diameter maksimum pompa (*stator*) yang akan dipasang pada sumur tersebut. Hal ini penting sebab biasanya pasangan yang paling efisien akan diperoleh bila memakai pompa dengan terbesar dan mempunyai selang alir yang cocok. Kedalaman *bottom hole* dan kedalaman interval perforasi secara berturut-turut menentukan kedalaman maksimum pompa dapat dipasang dan kedalaman dimana pompa dipasang secara aman. Jika sumur berforasi banyak menghasilkan pasir maka pompa diset di bawah perforasi bila memungkinkan.
 3. *Spesifik grafity*, *prosentase liquid* dan gas yang tercampur dalam fluida sumur yang akan di pompa menentukan besar dari *horse power* motor yang diperlukan. Oloeh karena itu diperlukan data mengenai *spesifik grafity* air dan gas, *API grafity minyak*, *water cut* dan GOR. Viskositas juga diperlukan sebab *kurva performance* pompa dodasarkan pada air murni (H_2O), jadi jika viskositas fluida jauh lebih besar dari viskoitas air, harus dilakukan koreksi terhadap *head* pompa maupun *kurva horse power*. Data PVT dalm bentuk tekanan, *solution gas oil ratio*, dan *formation volume factor* diperlukan jika terdapat gas bebas di dalam sumur. Jika data PTV tidak tersedia maka dapat diperkirakan dengan memakai korelasi standard.
 4. informasi lain yang tidak berhubungan dengan sumur dan reservoir tetapi lebih cenderung berhubungan dengan sistem pemompaan, juga diperlukan. *Voltas power supply* yang tersedia menentukan ukuran *transformer* dan komponen-komponen listrik yang lain. Ukuran tubing biasanya dihubungkan dengan diameter pompa dan menentukan berapa

besar *friction loss* yang dimasukkan dalam perhitungan *total dinamik head*.

3.4 TEMPAT PENELITIAN

Tempat penelitian ini direncanakan di PT. Bumi Siak Pusako – BOB Pertamina Hulu.

3.5 JADWAL PENELITIAN

Tabel 3.1. Jadwal Penelitian

| Kegiatan dan waktu pelaksanaan | September 2021 | | | | Oktober 2021 | | | | November 2021 | | | |
|---------------------------------|----------------|---|---|---|--------------|---|---|---|---------------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Studi Literatur | | | | | | | | | | | | |
| Orientasi Lapangan | | | | | | | | | | | | |
| Karakteristik Reservoir | | | | | | | | | | | | |
| Seminar Proposal | | | | | | | | | | | | |
| Pengumpulan dan Pengolahan Data | | | | | | | | | | | | |
| Penyusunan TA | | | | | | | | | | | | |
| Presentasi TA | | | | | | | | | | | | |

BAB IV HASIL PEMBAHASAN

4.1 PEMBUATAN KURVA IPR

Pada penelitian ini diketahui sumur minyak memiliki laju alir sebesar 1070 BPFd degna kedalaman 3000 ft. Sumur ini menggunakan *artificial lift* PCP *pump*.

| Data Sumur | Column1 | Column2 |
|-------------|-----------|-------------|
| parameter | nilai | satuan |
| D sumur | 3000 | ft |
| Qf | 1070 | Bfpd |
| Pwh | 100 | psi |
| GLR formasi | 450 | Scf/BBL |
| Ps | 1123 | psi |
| Pwf | 865 | psi |
| PI | 4,1472868 | bbl/day/psi |
| Qmak | 2881,688 | Bpfd |
| Pb | 500 | Psi |

Tabel 4.1 Data Sumur X

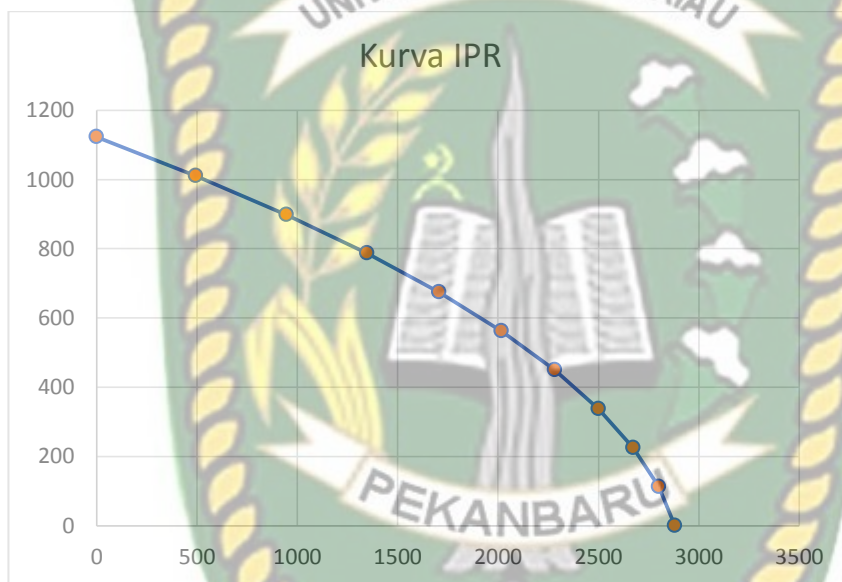
Untuk mengetahui produktivitas sumur sebelum dilakukan optimasi akan dicari terlebih dahulu kurva IPR. Data yang diperlukan untuk perhitungan kurva IPR adalah P_r , P_{wf} , dan Q .

| P_{wf} | Q |
|----------|----------|
| 1123 | 0 |
| 1010,7 | 495,6503 |
| 898,4 | 945,1937 |
| 786,1 | 1348,63 |
| 673,8 | 1705,959 |
| 561,5 | 2017,182 |
| 449,2 | 2282,297 |
| 336,9 | 2501,305 |
| 224,6 | 2674,206 |

| | |
|-------|----------|
| 112,3 | 2801,001 |
| 0 | 2881,688 |

Tabel 4.2 Perhitungan Kurva IPR sumur X

Dari hasil perhitungan kurva IPR didapat nilai laju alir maksimum pada sumur X adalah 2881.688 BFPD dengan nilai Produktivitas indeks nya 4,15 Bbl/Day/Psi.



Gambar 4.1 Grafik Kurva IPR pada sumur X

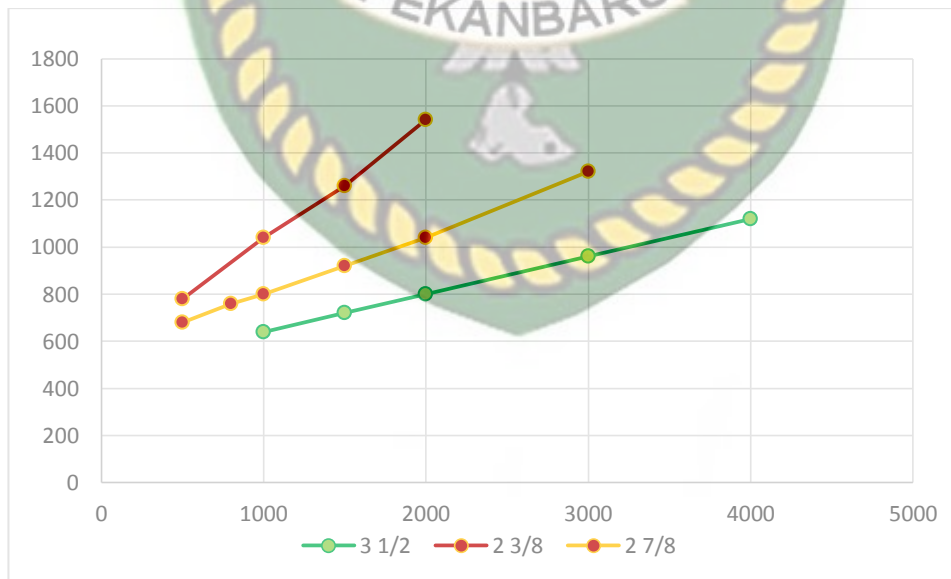
4.2 PEMBUATAN KURVA PERFORMA TUBING INTAKE

Pada pembuatan kurva TIC diperlukan data penunjang yaitu seperti data tubing, kedalaman sumur, *P well head*, kurva IPR dll. Dengan data tersebut bisa dilihat pada kertas grafik kartesien dengan plot kurva IPR pada kertas grafik dan mengambil laju produksi tertentu yang sesuai dengan salah satu harga laju produksi pada grafik *pressure traverse* vertikal.

Lakukan inrterpolasi apabila harga tidak tercantum pada grafik, ulangi langkah tersebut untuk mencari harga produksi yang lain, dengan demikian akan diperoleh variasi harga Qt terhadap Pwf

| Tubing | Qf | Pwh | GLR | D | Pwf |
|--------|------|-----|-----|--------|------|
| 2 3/8 | 500 | 100 | 450 | 4934,9 | 780 |
| | 1000 | 100 | 450 | 4934,9 | 1040 |
| | 1500 | 100 | 450 | 4934,9 | 1260 |
| | 2000 | 100 | 450 | 4934,9 | 1540 |
| 2 7/8 | 500 | 100 | 450 | 4934,9 | 680 |
| | 800 | 100 | 450 | 4934,9 | 760 |
| | 1000 | 100 | 450 | 4934,9 | 800 |
| | 1500 | 100 | 450 | 4934,9 | 920 |
| | 2000 | 100 | 450 | 4934,9 | 1040 |
| 3 1/2 | 1000 | 100 | 450 | 4934,9 | 640 |
| | 1500 | 100 | 450 | 4934,9 | 720 |
| | 2000 | 100 | 450 | 4934,9 | 800 |
| | 3000 | 100 | 450 | 4934,9 | 960 |
| | 4000 | 100 | 450 | 4934,9 | 1120 |

Tabel 4.3 Perhitungan Kurva Performa tubing pada Sumur X

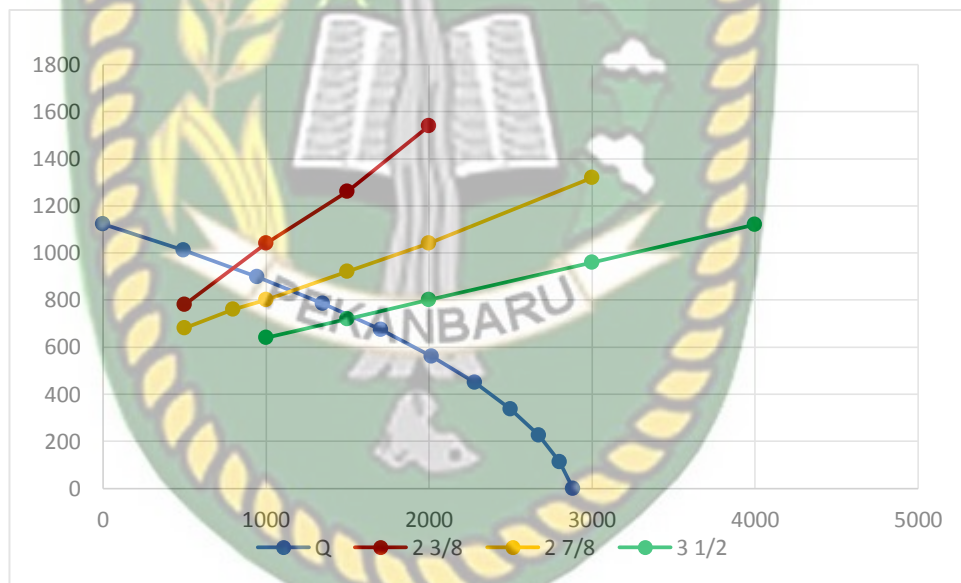


Gambar 4.2 Grafik Kurva Performa Tubing pada Sumur X

Berdasarkan data pada tabel 4.3 maka dapat dibuat kurva TIC dengan melakukan plot harga Q_f dan P_{wf} untuk mengetahui model kurva yang didapat pada setiap ukuran *tubing*

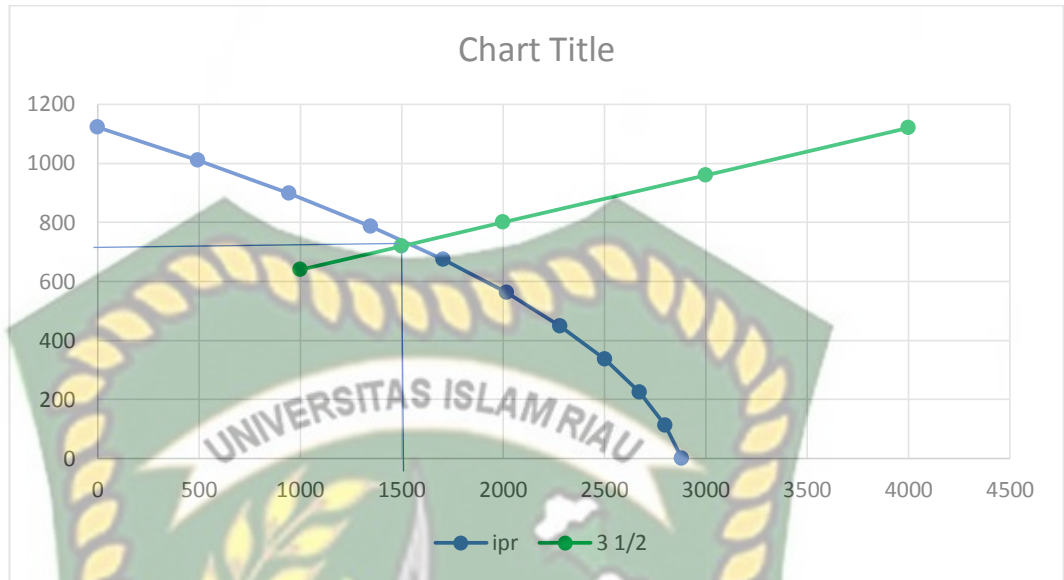
4.3 PEMBAHASAN SISTEM NODAL SUMUR X

Analisa sistem nodal merupakan grafik yang menghubungkan antara perubahan tekanan dan laju produksi. Setelah mendapatkan model kurva IPR dan kurva TIC tahapan selanjutnya adalah untuk memilih ukuran *tubing* yang sesuai dengan kemampuan sumur X dilakukan analisa sistem nodal dengan cara menggabungkan antara kurva IPR dan TIC



Gambar 4.5 grafik kurva IPR vs Kurva Performa Tubing

Berdasarkan kurva pada gambar 4.5 diketahui nilai target produksi optimal pada setiap ukuran *tubing*. Ukuran *tubing* yang sesuai adalah ukuran *tubing* yang mampu mencapai atau mendekati target laju produksi optimal pada sumur migas dengan ukuran *tubing* yang terpilih, yaitu 3 1/2" (OD) dengan laju produksi optimal 1500 BPFD



Gambar 4.6 grafik kurva IPR vs Kurva Performa Tubing 3 1/2”

Dari hasil perhitungan didapat pada 3 1/2” (OD) tekanan dasar sumur sekitar 720 psi, Ukuran tubing ini dinilai sesuai karena mempunyai nilai laju aliran optimal 1550 bpd

4.4 EVALUASI POMPA TERPASANG

Evaluasi pompa terpasang merupakan cara untuk mengetahui apakah pompa yang tersebut bekerja secara efisien dan hasil produksikan sumur yang dikaji redah atau tidak. Apabila produksi yang dihasilkan rendah, maka perlu dilakukan perhitungan ulang untuk pompa *progressive cavity pump (pcp)* supaya hasil produksinya meningkat.

Sedangkan dari perhitungan produktifitas pada sumur dan sumur X dapat diketahui seberapa besar kemampuan produksi maksimal dari sumur atau potensi dari sumur yang dapat dilihat dari *Inflow Performance Relationship (IPR)* yang kita buat tadi.

4.4.1 Perhitungan Effisiensi Pompa Terpasang Sumur X

| | |
|-----------------------------------|---------------|
| Data Sumur | |
| 1. Mid Perforasi, ft | 2479.61 |
| 2. <i>Setting Depth Pump</i> , ft | 2335.41 |
| 3. SFL, ft | 1871.15 |
| 4. <i>WFL</i> , ft | 2032.91 |
| 5. <i>Flowline pressure</i> , Psi | 70 |
| Data Produksi | |
| 1. <i>Water cut</i> , % | 92.20 |
| 2. BHT | 142 |
| 3. <i>SG water</i> | 1.02 |
| Data Pompa | |
| 1. <i>Type</i> | PCP 14.35-500 |
| 2. <i>Prime mover</i> | L/15 KW |
| 3. RPM | 400 |

Evaluasi pompa yang digunakan di sumur “X” menggunakan pompa type 14.35.500, berdasarkan tekanan alir dasar sumur dan laju produksi dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Evaluasi Pompa Yang Digunakan pada sumur X-1

| RPM | PSD, ft | Lc, psi | Q_{aktual} , BFPD | Q_{theori} , BFPD | Eff % |
|-----|---------|---------|----------------------------|----------------------------|-------|
| 300 | 2335.41 | 1088.23 | 305.68 | 452 | 67.62 |

Dari hasil evaluasi sumur diatas perlu dilakukan perhitungan ulang pompa terpasang karena laju produksi sumur X tersebut hanya 305.68 bfpd dan memiliki efisiensi yang rendah sebesar 67.62 %. Dengan menaikkan produksi keproduksi yang diinginkan sebesar 400 bfpd, diharapkan pompa akan bekerja dengan baik

dan mempunya effesiensi pompa yang tinggi dari sebelumnya. Oleh karena itu dilakukan perhitungan ulang *progressive cavity pump (pcp)* untuk sumur X.

4.4.2 Perencanaan ulang pompa PCP

Setelah dilakukan evaluasi pompa terpasang dan mendapatkan laju produksi yang kecil sebesar 67,62% pada sumur X, maka kita melakukan perhitungan ulang pompa PCP, perencanaan pompa dilakukan dengan penyesuaian jenis pompa kapasitas yang besar dengan menaikkan kecepatan putaran pompa yang tinggi.



| PCP | Sumur X |
|-------------------------------|------------------------|
| Produksi, bfpd | 400 |
| <i>PIP</i> | 131,93 |
| <i>Pump setting depth, ft</i> | 2301,62 |
| Lc | 1073,5 |
| Rotor | <i>Chrome Plate AS</i> |
| Stator | <i>NBRA</i> |
| Tipe pompa | 14.40 800 |
| RPM | 280 |
| <i>Torque</i> | 126,04 |
| Hp , Hp | 21,68 |
| Effisinsi Pompa,% | 81,16 |
| Model DH | BL 1-9 7/8" |
| <i>Belt size</i> | 17B-1360MC |
| <i>Polish ROD size</i> | 7/8" |

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan ulang *Progressive Cavity Pump*

BAB V

KESIMPULAN & SARAN

5.1 KESIMPULAN

1. Efisiensi pompa yang terdapat pada sumur X lapangan Y setelah dilakukannya perhitungan adalah 67,62%
2. Setelah dilakukan perencanaan ulang pada pompa PCP diperoleh laju optimum 1550 Bpd

5.2 SARAN

Selanjutnya yang mau melakukan penelitian Perencanaan Penggunaan Progresif Cavity Pump ini adalah melakukan perhitungan keekonomian yang dibahas pada skripsi ini, selain dapat merencanakan secara aman namun juga dapat mengetahui ekonomisnya.

DAFTAR PUSTAKA

- A, Sugihorto. 2002 “ Optimasi Pproduksi Lap. Minyak Menggunakan Metoda *Artificial Lift* dengan ESP” Terintregasi
- Afryansyah, Hilman dan Widartono Utoyo, 2015, “*Analisis Perbandingan Penggunaan Metode PCP dan Gas Lift Pada Sumur I Lapangan H*” Jurusan Teknik Perminyakan FTKE Universitas Trisakti
- Agustina Sari, Desi, Soepryanto, Aries dan Sufriadi Burhanuddin, 2016, “*RE-Design Electric Submersible Pump pada PT. Chevron Pacific Indonesia-Minas Pekanbaru*” Volume 1, Universitas Singaperbangsa Karawang Jawa Barat.
- Bernardo, Juan, Andres, Oscar 2019 “*Mathematical Model of Controllers for Progressive cavity Pumps*” Volume 18 Revista UIS Ingenierias
- Bhaskaran, Shankar, 2011 “*Fluid dynamic and performance Behavior of Multiphase Progressive Cavity Pump*” Texas A&M University
- Brown, K.E, 1980 “*The Technology of Artificial Lift Methods*”, vol 2B, Penn Well Publishing Co., Tulsa, Oklahoma.
- Brown, K.E, 1984 “*The Technology of Artificial Lift Methods*”, vol 4, Penn Well Publishing Co., Tulsa, Oklahoma.”
- Brown, K.E., 1977, “*The Technology of Artificial Lift Methods*”, vol 1, Penn Well Publishing Co., Tulsa, Oklahoma.
- Elnur, Hatim, Eltyib, Mohammed, dan Mohammed Nazar, 2018 “*The Effeciency of Progressive Cavity Pump (PCP) for Oil Sandy Field (Block-06-Sudan)*, Sudan University of Science and Technology

- Febriansah, Wawan, Taufik, Arif dan Weny Herlina. 2018 “*Study Peningkatan Laju Produksi Dengan Menggunakan Progressive Cavity Pump (PCP) pada Sumur KTT-024 di Lapangan Ketalang Timur PT. Pertamina EP Asset 1 Jambi*” Volume 2, Universitas Sriwijaya
- Fitrianti, Tanpa Tahun “*Perencanaan Pengangkatan Batuan dengan Sistem Pemompaan Berdasarkan Data Karakteristik Reservoir*” Jurusan Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau
- Hassan, Ahmed, Ahmed, Hamid dan Hamid Sulaiman, 2017 “*Prediction Production Performance of Progressive Cavity Pump for High Viscous Oil*” Sudan University of Science and Technology
- Hermadi, Ganjar, Tanpa Tahun “*Analisa Sistem Nodal Dalam Metoda Artificial Lift*” Volume 06, Forum Teknologi
- Hermadi, Ganjar. Tanpa Tahun “*Optimasi Pompa PCP dengan Menggunakan Analisa Sistem Nodal*”, volume 03, Forum Teknologi.
- Kementrian Pendidikan, 2015 “*Peralatan Produksi Atas dan Bawah Permukaan*”
- Lei, Zheng Xiaodong, Wu, dan Guoqing han. 2018 “*Analytical Model for The Flow in Progressing Cavity Pump with the Metallic Stator and Rotor in Clearance Fit*” Hindawi Mathematical Problems in Engineering
- Michael, W. Glier. 2011 “*Examination of Progressing Cavity Pump operating at very High Gas Volumes Fracture*” Texas A&M University
- Musnal, Ali dan Richa Melisa. Tanpa Tahun “*Perhitungan Analisis Sistem Nodal Untuk Menentukan Laju Alir Minyak Dengan Meningkatkan Range Efisiensi Electric Submersible Pump pada Sumur di Lapangan Minyak PT. BOB. BSP – Pertamina Hulu*”, Volume 5, Program Studi Perminyakan Universitas Islam Riau.

- Musnal, Ali. Tanpa Tahun “*Optimasi Perhitungan Laju Alir Minyak dengan Meningkatkan Kinerja Pompa Hydraulic pada Sumur Minyak di Lapangan PT.KSO Pertamina Sarolangun Jambi*” Volume 4, Program Study Perminyakan Universitas Islam Riau
- Pamungkas, Joko. 2004 “*Buku Pengantar Teknik Produksi*” Jurusan Teknik Perminyakan Fakultas Teknologi Mineral Universitas Pembangunan Nasional. Veteran Yogyakarta
- Putra Winci, Alan, Hasjim, Machmud dan Ubaidilla Anwar Prabu. Tanpa Tahun “*Analisis Kinerja Progressive Cavity Pump (PCP) pada Sumur KAS 273, Lapangan Kenali Asam PT. Pertamina EP Asset I Jambi*”, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijay.
- Richa Melysa . 2009 “*Diktat Kuliah Alat Bor dan Produksi*” Jurusan Teknik Perminyakan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
- Sukarao, Pudjo. 1990 “*Production Optimalization with Nodal System Analysis*” Jakarta: PT. Idrilco Sakti
- Sulistyanto, Djoko, 2016 “*Optimasi Produksi Sumur-sumur Gas Lift di Lapangan A*” Volume 5, Jurusan Teknik Perminyakan Universitas Trisakti
- Tjondro, B. 2005 “*Artificial Lift*” Jakarta: PT.Medoco E&P Indonesia