

**SYNCHRONIZATION OF STORAGE TANK VOLUME,
DISPOSAL WELL VOLUME AND ELECTRIC
SUBMERSIBLE PUMP (ESP) PUMP CAPACITY
IN DISPOSAL WELL FIELD A
(SINKRONISASI VOLUME TANGKI PENAMPUNGAN, VOLUME SUMUR
DISPOSAL DAN KAPASITAS POMPA ESP
PADA SUMUR DISPOSAL LAPANGAN A)**

Ali Musnal^{1*}, Fitrianti¹

¹Jurusan Teknik Perminyakan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau

*corresponding author : ali.musnal@eng.uir.ac.id

ABSTRACT

In the production of oil, a common problem faced by oil and gas companies is the over-production of water. Increased water production causes the storage tank to be incapable of accommodating the produced water. To overcome the excess water production, some of the water is injected back into the well. In Field A, an innovation has been achieved for regarding the water injection pump with the driving force coming from the Electrical Submersible Pump (ESP) pump. The working principle of this ESP pump is to drain water from the disposal well to the injection well. Therefore, in order for the injection to run optimally, synchronization is carried out starting from the water entering the holding tank, the flow rate in the Disposal well and the pump capacity (ESP) for injecting from the holding well to the injection well. The amount of water flow rate injected through the ESP pump is 9,500 BWPD. For this reason, the capacity of the ESP pump as an injection pump is calculated. Firstly, the water level in the tank is determined to control the amount of flow that enters the reservoir well. Based on the results of the research, the water level in the holding tank to attain a flow rate of 9,500 BWPD is 4.11 ft. And the results of the calculation of water will be injected using an ESP pump with 22 stages using the TRW Reda Pump Devision pump type. The water will be channeled to the injection well with a type of galvanized iron pipe with a main pipe (mainline) that is 6 inches in diameter. From the disposal well, it flows with a 4-inch pipe as far as 45.93 ft and a 2-inch pipe as far as 2214.57 ft for well 07. As for wells 60, the flowline size is 4 inches as far as 708.66 ft and 2 inches as far as 987.53 ft.

Keywords: Disposal Well, electrical submersible pump, storage tank

ABSTRAK

Dalam memproduksi minyak bumi, salah satu permasalahan umum yang dihadapi oleh perusahaan migas yaitu produksi air yang sangat banyak. Produksi air yang meningkat menyebabkan tangka penampungan tidak mampu menampung air yang diproduksi. Untuk menanggulangi kelebihan produksi air tersebut, sebagian air diinjeksikan kembali ke dalam sumur. Di Lapangan A, telah dilakukan inovasi untuk pompa injeksi air dengan tenaga pendorong berasal dari pompa Electrical Submersible Pump (ESP). Prinsip kerja dari pompa ESP ini yaitu dengan

mengalirkan air dari sumur penampungan (Sumur disposal) menuju sumur injeksi. Oleh karena itu, agar injeksi berjalan maksimal, dilakukan sinkronisasi mulai dari air masuk ke tangki penampungan, laju alir di sumur Disposal dan kapasitas pompa ESP untuk menginjeksikan dari sumur penampungan menuju sumur injeksi. Besarnya laju alir air yang diinjeksikan melalui pompa ESP sebesar 9.500 BWPD. Untuk itu dilakukan perhitungan kapasitas pompa ESP sebagai pompa injeksi. Terlebih dahulu ditentukan ketinggian air pada tangki untuk mengontrol besarnya laju alir yang masuk ke sumur penampungan. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh ketinggian air pada tangki penampungan untuk mendapatkan laju alir 9.500 BWPD adalah 4,11 ft. Dan hasil perhitungan air akan diinjeksikan menggunakan pompa ESP dengan jumlah stage 22 dengan type pompa TRW Reda Pump Devision Reda I 300-60Hz-650 series- 3500 RPM. Air tersebut akan dialirkan menuju sumur injeksi dengan jenis pipa galvanized iron dengan diameter pipa utama (mainline) sebesar 6 inch. Dari sumur disposal dialirkan dengan pipa 4 inch sejauh 45,93ft dan pipa 2inch sejauh 2214,57 ft untuk sumur 07. Sedangkan untuk sumur 60 ukuran flowline 4 inch sejauh 708,66 ft dan ukuran 2 inch sejauh 987,53 ft.

Kata kunci : Electrical submersible pump, sumur disposal, tangki penampungan

PENDAHULUAN

Permasalahan umum yang dihadapi perusahaan migas pada saat ini dalam memproduksi minyak bumi yaitu terproduksinya air yang sangat banyak. Hal ini disebabkan karena terjadinya penurunan tekanan di reservoir akibat sumur diproduksi secara terus menerus, sehingga memicu respon dari *aquifer*. *Water influx* terjadi sebagai respon dari *aquifer* terhadap penurunan tekanan di reservoir. Salah satu respon *aquifer* berupa ekspansi air ke reservoir (Permadi, 2004).

Permasalahan produksi air yang meningkat menyebabkan kapasitas tangki tidak mampu menampung air yang terproduksikan. Produksi air pada lapangan A sebesar 50219 BWPD. Sedangkan kapasitas tangki penampungan hanya 25000 barel (BOB PT BSP-Pertamina hulu, 2018). Untuk menanggulangi kelebihan air, sebagian air tersebut dibuang ke sumur disposal atau

diinjeksikan kembali ke dalam sumur untuk tujuan pressure maintenance atau improved oil recovery (Komar Tiskana dan Supriyadi, 1994). Untuk menginjeksikan air ke sumur injeksi diperlukan tenaga pendorong yang besar berasal dari pompa. Pada lapangan A terdapat dua jenis pompa injeksi yaitu Water Injection Plant(WIP) dan Electrical Submersible Pump (ESP). Jumlah air yang diinjeksikan menggunakan pompa WIP sebesar 40719 BWPD dan menggunakan pompa ESP sebesar 9500 BWPD (BOB PT BSP-Pertamina hulu, 2018).

Supaya penginjeksian berjalan maksimal dilakukan perhitungan kapasitas pompa yang sesuai dengan laju alir yang diinginkan. Dalam menginjeksikan air menuju sumur injeksi diperlukan rancangan atau sinkronisasi mulai dari tangki penampungan, sumur disposal dan kapasitas pompa. Hal ini bertujuan supaya proses penginjeksian berjalan

lancar dan sesuai dengan target injeksi yang direncanakan. Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menghitung besarnya volume air ditangki penampungan, dan volume sumur disposal lapangan A.
2. Mengevaluasi pompa *Electrical Submersible Pump* (ESP) sebagai pompa injeksi air pada sumur disposal lapangan A

Berdasarkan latar belakang dan tujuan penelitian ini, rumusan masalah dalam penelitian ini, di fokuskan pada perhitungan volume ditangki penampungan, volume sumur disposal dan menghitung kapasitas pompa terpasang yang akan dilakukan sinkronisasi.

Manfaat dari penelitian adalah :

1. Dapat mengatasi permasalahan air terproduksi dilapangan minyak BOB PT BSP- Pertamina Hulu,
2. Menambah kredit point bagi Peneliti, Program Studi, Fakultas Teknik dan Universitas.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berlangsung selama 6 (enam) bulan, yang dilaksanakan pada bulan 14 Desember 2020 sampai dengan 30 Juli 2021. di Lapangan Minyak BOB PT.BSP- Pertamina Hulu.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data adalah mengambil beberapa data sumur sebagai sumur kajian. Pengambilan data sumur kajian berdasarkan konsultasi dari coordinator lapangan di bidang produksi dari data tersebut

dihitung volume tangki, dihitung laju alir ke sumur disposal dan ter akhir ditung kapasitas pompa yang digunakan. Semua parameter ini harus disinkronkan supaya injeksi air ke reservoir dapat berjalan dengan lancar. Dan air terproduksi tidak bermasalah.

Analisis Pengolahan Data

Didalam melakukan analisis data persamaan atau rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Persamaan Untuk Menghitung Volume tangki Penampungan

$$\rho_1 \cdot A_1 \cdot v_1 = \rho_2 \cdot A_2 \cdot v_2^{(12)} \dots\dots(1)$$

Fluida *incompressible* $\rho_1 = \rho_2$

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2^{(6)} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

ρ = Massa jenis fluida (gr/cc)

A = Luas penampang galiran (m²)

v = Kecepatanaliran (m/s)

Menentukan ketinggian air pada tanki menggunakan persamaan hukum Bernoulli (Brown, K.E. 1984)

$$\left(\frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} + Z_1 \right) = \left(\frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + Z_2 \right) + HL^{(12)} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

Z = Ketinggian (m)

H_L = Head Loss dari titik satu ketitikdua

$$Re = 92,1 \frac{(SG_w)Q_1}{d\mu}^{(10)}$$

$$Hl = f \frac{L V^2}{D} + K \frac{V^2}{2}$$

Dimana $P_1 = P_2 = P_{atm}$, $v_1 = 0$, dan $z_2 = 0$

$$z_1 - \frac{v_2^2}{2g} = f \frac{L V^2}{D} + K \frac{V^2}{2}$$

$$z_1 = f \frac{L V^2}{D} + K \frac{V^2}{2} + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$z_1 = \frac{1}{g} \times \frac{v^2}{2} \left\{ f \frac{L}{D} + K + 1 \right\}$$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$z_1 = \frac{8Q_{pipe}^2}{\pi^2 D_{pipe}^4 g} \left[f \frac{L}{D_{pipe}} + K + 1 \right] \quad 12)$$

.....
(4)

$$V_{annulus} = V_{casing\ pertama} - V_{casing\ kedua}$$

e. Luas penampang annulus

$$A_{annulus} = \frac{\pi}{4} D^2$$

Kecepatan Alir Annulus

$$v_2 = \frac{v_1 A_1}{A_2}$$

f. Laju Alir Pada Annulus

$$Q = v \times A$$

$V_{(sumur\ penampungan)}$

$$= V_{(annulus\ pertama)}$$

$$+ V_{(annulus\ kedua)}$$

$V_{annulus\ kedua}$

$$= V_{casing\ kedua} - V_{tubing}$$

$$V_{tubing} = \pi \times r^2 \times h$$

Besarnya laju alir di annulus

$$Q = v \times A \text{ dan } Q$$

$$= 2,63 \frac{ft}{s} \times 0,2342 \text{ ft}^2$$

3. Perhitungan Pompa ESP

Working fluid level

$$Wfl = h - Pwf/Gf$$

Head friction

$$Hf = f \times h$$

Total Dinamic Head (TDH)

$$TDH = Wfl + \frac{pwh}{Gf} + Hf$$

Kecepatan dapat disubstitusikan

Volume tangki dengan ketinggian z dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$V = \pi \times r^2 \times Z_1$$

2. Perhitungan Volume Sumur Disposals

- a. Volume casing
 - b. $V_1 = \pi \times r^2 \times h$
 - c. Volume annulus
 - d. Diameter annulus
- $$V_{annulus} = \pi \times r^2 \times h$$

Head Capacity dan Horse Power diperoleh dari pembacaan kurva *Pump Performance Curve*

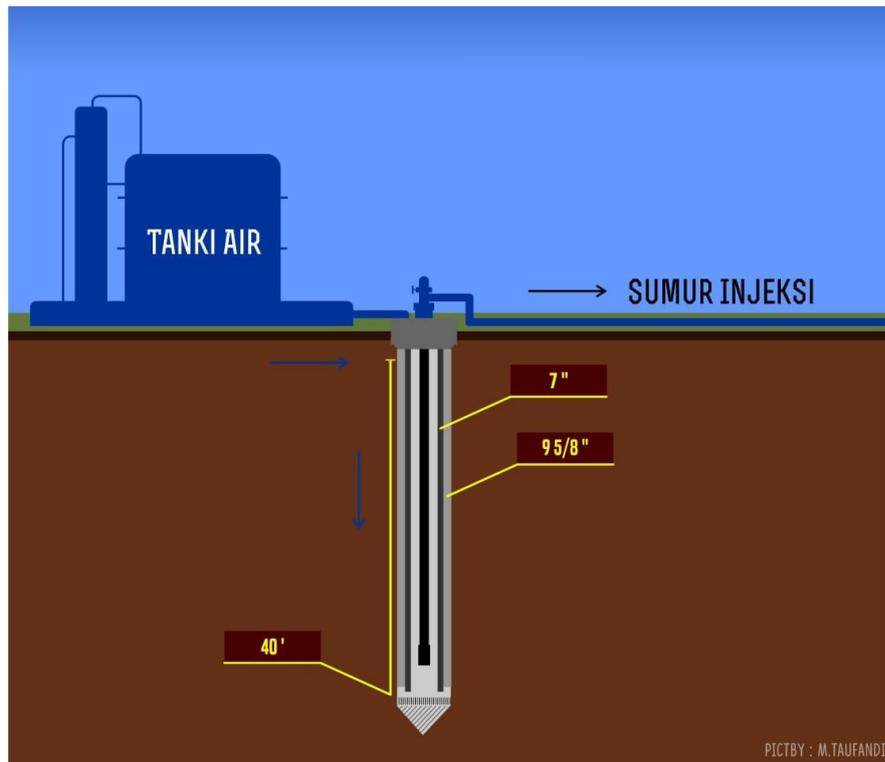
Stages: $stages = \frac{TDH}{Hc}$ dan HHP

$$: HHP =$$

$H_p \text{ motor} \times stage$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Permasalahan yang terjadi pada saat ini di lapangan A yaitu fasilitas tangki air (*water tank*) tidak mampu untuk menampung jumlah air yang terproduksi. Jumlah air terproduksi pada lapangan A sebesar 50219 BWPD. Sedangkan kapasitas tangki air (*water tank*) pada *gathering station* lapangan A hanya 25000 barel. Untuk menanggulangi kelebihan air, maka diperlukan sumur penampungan (sumur disposals). Dari sumur disposals ini dilakukan penginjeksian air ke reservoir. Untuk penginjeksian air ke reservoir diperlukan tekanan yang besar yang berasal dari pompa. Pompa yang digunakan pada lapangan A yaitu *Electrical Submersible Pump* (ESP).



Gambar 1. Sumur disposal

Tangki Air Penampungan Dan Sumur Disposal

Dari tangki penampungan air dialirkan menuju sumur disposal. Pada sumur disposal ini pompa *Electrical Submersible Pump* (ESP) bekerja sebagai pompa injeksi, untuk menginjeksikan air ke sumur injeksi, langkah pertama yang harus dilakukan yaitu mengalirkan air menuju sumur penampungan. Jumlah air yang akan diinjeksikan pada sumur 01 dan 02 sebesar 9500 BWPD. Jumlah ini harus sama

banyak dengan air yang keluar dari tangki menuju sumur Disposal

Untuk mendapatkan laju alir sebesar 9500 BWPD, terlebih dahulu ditentukan ketinggian air pada tangki. Hal ini dilakukan untuk mengontrol laju alir air dari tangki menuju sumur penampungan. Penentuan ketinggian air pada tangki menggunakan persamaan *Bernoulli*, hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel hasil perhitungan ketinggian air pada tangki penampungan.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Ketinggian Air Pada Tangki

No	z (ft)	D pipa (ft)	L pipa (ft)	g (ft/s)	f	Q (ft ³ /s)	Q (BWPD)
1	4	0,5	150	32,2	0,0838	0,6102	9390,4
2	4,11	0,5	150	32,2	0,0838	0,6170	9500
3	4,2	0,5	150	32,2	0,0838	0,6252	9622,01
4	4,3	0,5	150	32,2	0,0838	0,6324	9732,12
5	4,4	0,5	150	32,2	0,0838	0,6400	9848,216

Hasil perhitungan ketinggian air pada tangki, untuk mendapatkan laju alir 9500 BWPD, yaitu setinggi 4,11 ft. Ketinggian ini harus selalu diperhatikan.

Berdasarkan perhitungan jika ketinggian air pada tangki lebih besar dari 4,11 ft, maka laju alir akan menjadi besar dan volume air pada tangki akan bertambah. Sebaliknya jika ketinggian air pada tangki lebih rendah dari 4,11 ft, maka laju alir menjadi kecil dan volume air pada tangki akan berkurang. Laju alir akan mengalami perubahan jika ketinggian air pada tangki berubah (Hermawan dkk, 2010).

Laju Alir Pada Annulus

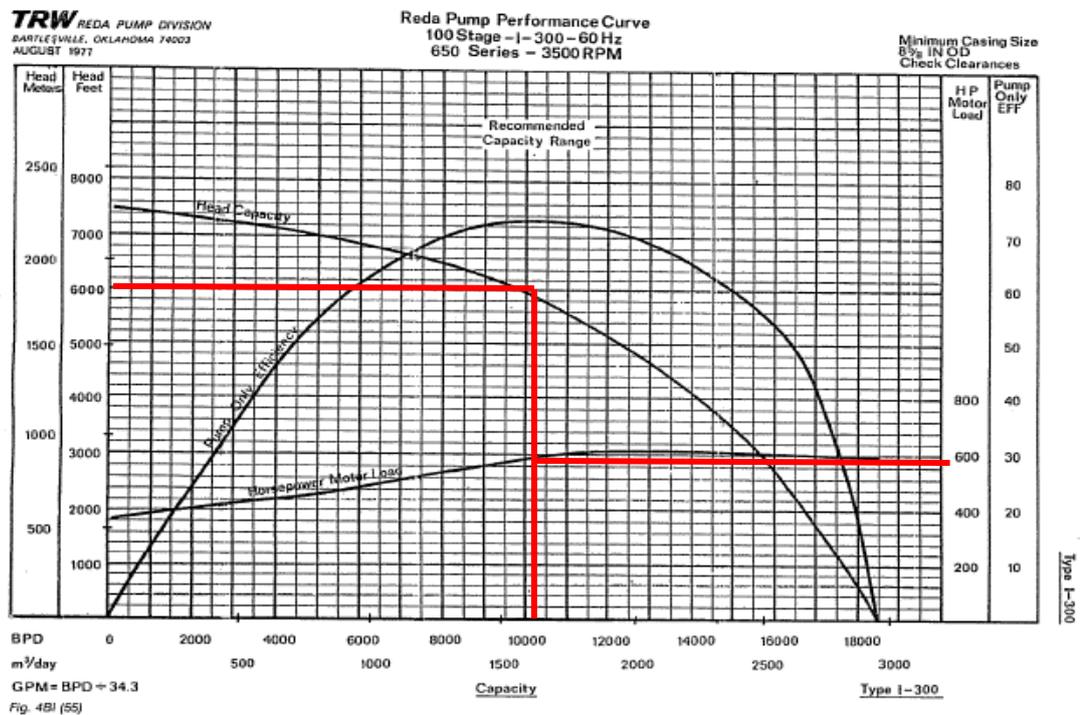
Hasil perhitungan laju alir pada annulus, didapatkan laju alir sebesar 9500 BWPD. Laju alir ini sama dengan laju alir pada pipa horizontal dari tanki menuju sumur penampungan dan harus sinkron.

Sumur Penampungan

Setelah diketahui laju alir pada annulus, selanjutnya menentukan volume sumur penampungan. Mengetahui volume penampungan berguna untuk mengetahui kapasitas total yang mampu ditampung oleh sumur. Volume sumur dapat diketahui dengan cara pengurangan volume casing kedua dengan volume tubing. Berdasarkan perhitungan volume sumur penampungan sebesar 2,7495 barel. Laju alir yang masuk keannulus sumur sebesar 9500 BWPD.

Electrical Submersible Pump (ESP)

Pompa *Electrical Submersible Pump* (ESP) digunakan untuk menginjeksikan air menuju sumur injeksi. Berdasarkan laju alir fluida pada annulus sebesar 9500 BWPD, maka untuk laju alir maksimum pada pompa sama dengan laju alir fluida pada annulus. (Sujanmo. Imam W. 1995)



Gambar 2. Pump Performance Curve

Berdasar kanperhitungan *Total Dynamic Head* (TDH) pompa sejauh 1315,46 ft. *Total Dynamic Head* adalah jarak yang dihasilkan pompa untuk memompakan fluida dengan laju alir yang diinginkan (Brown, 1984). Berarti untuk satu kali pompadenganrate 9500 BWPD pompa mampu memompakan fluida sejauh 1315,46 ft. Selanjutnya menentukan *Head capacity* dan *Horse Power* dari grafik *pump performance curve*. Untuk mendapatkan target laju produksi optimal sumur yang sesuai dengan kemampuannya untuk berproduksi perlu dilakukan evaluasi pompa. Setelah diperoleh data dari grafik *pump performance curve*, selanjut nya menentukan jumlah *stage* yang dibutuhkan untuk dapat mengalirkan fluida dari dalam

sumur. Jumlah stage diperoleh berdasarkan Total Dynamic Head dan Heat Capacity yang dibutuhkan (Wilson, 1986). Dari hasil perhitungan diperoleh jumlah stage yang dibutuhkan sebanyak 22 stage. Kemudian ditentukan tenaga yang dibutuhkan untuk mendapatkan jenis motor yang digunakan pada pompa. Hasil perhitungan diperoleh tenaga yang dibutuhkan sebesar 129,8 Hp dan jenis motor yang digunakan berdasarkan tabel motor pada lampiran yaitu 130 Hp, 635 volt, dan 95 ampere.

Berdasarkan perhitungan secara manual, maka didapatkan jenis pompa yang sesuai yaitu Reda I 300-60Hz-650 series- 3500 RPM yang memiliki kemampuan produksi 8000-11000 BPD. Untuk laju alir sebesar 9500 BWPD pompa ini

membutuhkan 22 stage. Tekanan pada kepala sumur sebesar 560 psig yang digunakan sebagai tekanan injeksi untuk dua sumur injeksi.

Dari pompa yang terpasang dilapangan tidak memenuhi kapasitas

yang diinginkan sebesar 9500 BWPD dan hanya 9135 BWPD untuk pompa harus di size up sesuai dengan pompa hasil perhitungan.

Tabel 2 Hasil Desain Pompa ESP

No	Data Pompa	
1	Jenis Pompa	Reda I 300-60Hz-650 series- 3500 RPM
2	Jumlah stage	22
3	HHP (Hp)	129,8
4	TDH (ft)	1315,46
5	Jenis motor	130 Hp, 635 volt, 95 Amper
6	Jenis kabel	1 CU 2/0 AL
7	Jenis Transformator	150 KVA
8	Jenis Switchboard	120 MFH, 1000 volt, 160 HP, dan 120 ampere

KESIMPULAN

Berikut kesimpulan yang didapat dari penelitian ini :

1. Ketinggian air pada tangki penampungan untuk mempertahankan laju alir sebesar 9500 BWPD adalah 4,11 ft dengan volume 256,88 barel. Sedangkan Untuk laju alir pada annulus antara casing pertama dan kedua adalah sebesar 9500 BWPD.
2. Hasil perhitungan kapasitas pompa ESP 9500 BWPD yaitu menggunakan jenis pompa Reda I 300-60Hz-650 series dengan perhitungan stage yang dibutuhkan 22 stage.

DAFTAR PUSTAKA

BOB PT Bumi Siak Pusako – Pertamina Hulu. 2007. *Sejarah Lapangan dan Letak Geografis*.
BOB PT Bumi Siak Pusako – Pertamina Hulu, 2018. EOR

Operation Report and Operation File, CPP area.

Brown, K.E. 1984. *The Technology of artificial Lift Methods* (Volume 2b). USA: The University of Tulsa.

Jaya, P., Rahman, A. dan Herlina, W. 2014. *Evaluasi Pompa Electric Submersible Pump (ESP) untuk Optimasi Produksi pada Sumur P-028 Dan P-029 di PT. Pertamina EP Asset 2 Pendopo Field*. Teknik Pertambangan Unsri.

Hermawan, Y.D. Suksmono, Y., Dewi, D.U. dan Widyaswara, W. 2010. *Dinamika Level Cairan Pada Sistem Tangki Seri Tak Berinteraksi dengan Arus Recycle*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan.

Kumar, S. 2013. *Design of An Electrical Submersible Pump*. Paper International Journal of Scientific & Engineering Research. Volume 4

- Manajemen Produksi Hulu Pertamina. 2003. Pertamina. Perencanaan dan Troubleshooting pada Pompa ESP.
- Ntengwe, F.W., Chickwa, M. dan Witika, L.K. 2015. *Evaluation Of Friction Losses In Pipe and Fittings Of Process Engineering Plants*. Interational Journal Of Scientific and Technology Research Volume 4.
- Permadi, A.K. 2004. *Diktat Teknik Reservoir II*. Institut Teknologi Bandung: Bandung
- Sefilra, A. 2012. *Evaluasi Dan Desain Ulang Electrical Submercible Pump Pada Sumur X Lapangan Y*. Teknik GEOLOGI UPN. Yogyakarta.
- Sujanmo. I.W. 1995. *Electrical Submersible Pump*. Pabelokan.
- Tiskana, K. dan Supriyadi. 1994. *Injeksi Air Ditinjau dari Upaya Pelestarian Lingkungan*. Simposium dan Kongres IATMI.
- Riestyastuti, W. 2012. *Evaluasi Pompa Electric Submersibel (ESP) Sumur KwgWk Di Lapangan Kawengan Area Cepu PT. Pertamina EP Region Jawa*. Teknik Geologi UPN. Yogyakarta.
- Williansom, J. dkk. 1998. *First North Slope Installed Water Injection Booster using Below Grade Electrical Submersible Pump (ESP)*, Society Of Petroleum Engineering.
- Wilson, B.L. dan Oil Dynamics Inc. 1986. *Understanding The Basics Of Electrical Submersible Pump Performance*. Society Of Petroleum Engineering.