

Optimalisasi Sistem Sirkulasi Menggunakan Metoda *Trial and Error* Pada Perhitungan Diameter *Liner* Pompa Dalam Kegiatan Reparasi Sumur PGD – 12 Rig PEP#10, Pt. Pertamina EP, Asset 3 Region Jawa, Subang Field

¹Yusuf Solehudin, ²Yunus Ashari dan ³Machali Muchsin

^{1,2,3}Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,
Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116
e-mail: ysf_solehudin@yahoo.com

Abstract. Activities carried out at the location area is wells improvement. The well production which made in 1st of July 2010, has production because of increasing water composition. Under assumption that wells still have potential in seam C, repair is needed and will be made to bonding and perforation process in interval 1783 to 1785 m. The focus of this study is the optimization of hydraulics tools of circulation system, namely the drilling activity on cement bonding and scraping activities to clean circulation. This research use trial and error method for calculate selecting diameter of the pump liner (6.3/4", 6.1/2", 6.1/4", 6", 5.1/2", 5", 4.1/2", 4"). In both these activities, the fluid used is brine water as a completion fluid (CF) with SG 1.03 (8.58 PPG). The use of these fluids is appropriate based on the estimated pressure in 2100 (+500) at a depth of 1780 m. In this activity, drill pipe 3-1/2" is used, 550 HP triplex pump type with stroke 8", SPM 100, 90% efficiency. Based on concept of optimization, three parameters are compared to the results of data, that is flow rate (Q), Annular Velocity, and the Reynolds number (NRE), with the conditions of minimum flow rate (DP 3-1 / 2") as much as 312.91 GPM, Critical Velocity (DP 3-1 / 2") at 317.4 ft / min (annulus 2), and Critical Rate Pump (DP 3-1 / 2") at 351.46 ft / min (annulus 2). Graphical approach produced incision of liner diameter range, i.e. 4-5.4". This is proved by the acquisition of the results using software Maple, that diameter of the liner is assumed to be a function (x) that produces a range of 5.075-5.10". Both of these results, it is known that the size of the diameter of 5" could optimize the circulation system, the same as those used in the field so it is not necessary to change the liner size.

Key Words : Circulation system, Completion fluid, Liner diameter, Optimization.

Abstrak. Kegiatan yang dilakukan di lokasi adalah perbaikan sumur karena sumur yang dibuat pada tanggal 1 juli 2010 tersebut mengalami penurunan produksi pada lapisan C karena meningkatnya jumlah air. Dengan justifikasi masih adanya potensi pada Lapisan C, maka dilakukan perbaikan *bonding* dan perforasi pada interval 1783-1785 m. Fokus penelitian ini adalah pengoptimalan alat hidrolika pada sistem sirkulasi, yaitu pada kegiatan pengeboran bonding semen dan kegiatan pengerukan untuk sirkulasi bersih. Cara yang dilakukan adalah dengan metode *trial and error* dalam perhitungan pada pemilihan diameter *liner* pompa (6.3/4", 6.1/2", 6.1/4", 6", 5.1/2", 5", 4.1/2", 4"). Pada kedua kegiatan tersebut, fluida yang dipergunakan adalah *brine water* sebagai *completion fluid* (CF) dengan SG 1.03 (8.58 ppg). Penggunaan fluida tersebut sudah tepat berdasarkan estimasi pressure 2100 (+500) pada kedalaman 1780 m. Dalam kegiatan ini, digunakan *drill pipe* 3-1/2", pompa jenis *triplex* 550 hp dengan *stroke* 8", spm 100, eff 90% (berdasarkan hasil sirkulasi pemompaan tangki 3 menuju tangki 1). Berdasarkan konsep optimalisasi, digunakan 3 parameter yang dibandingkan dari hasil pengolahan data, yaitu kecepatan alir (Q), *Annulus Velocity*, dan bilangan *Reynold* (Nre) dengan syarat *Minimum Flowrate* (dp 3-1/2") sebesar 312.91 gpm, *Critical velocity* (dp 3-1/2") sebesar 317.4 ft/menit (*annulus* 2), *Critical Rate Pump* (dp 3-1/2") sebesar 351.46 ft/menit (*annulus* 2). Pendekatan grafis menghasilkan irisan rentang diameter *liner*, yakni 4–5.4". Hal tersebut dibuktikan kembali oleh perolehan hasil dengan menggunakan software Maple, yaitu diameter *liner* diasumsikan sebagai fungsi (x) menghasilkan rentang 5.075—5.10". Dari kedua hasil tersebut, diketahui bahwa ukuran diameter yang dapat mengoptimalkan sistem sirkulasi adalah ukuran 5", sesuai dengan yang dipergunakan di lapangan sehingga tidak perlu dilakukan pergantian.

Kata Kunci : Sistem sirkulasi, completion fluid, diameter liner, Optimalisasi

A. Pendahuluan

Latar Belakang

Kegiatan operasi pengeboran ataupun perawatan sumur tidak hanya berorientasi pada keberhasilan dalam pelaksanaan pengeboran hingga mencapai target kedalaman, tetapi juga berorientasi pada keberhasilan produksi. Hal ini berkaitan dengan kinerja hidrolika pada sistem sirkulasi dan kualitas fluida pengeboran yang digunakan sebagai media pengeboran karena fluida bor merupakan faktor yang penting untuk menentukan keberhasilan dari suatu pengeboran di lokasi penelitian, sumur PGD-12 merupakan sumur yang sudah jadi dan sudah dilengkapi *casing*, maka fluida yang digunakan dalam kegiatan perawatan sumur ini adalah jenis *completion fluid*, yaitu air asin (*brine*).

Oleh karena itu, untuk mengoptimalkan desain hidrolika pada sistem sirkulasi ini dilakukan perhitungan dengan metode *trial error* sampai ditemukan desain hidrolika yang tepat dan dengan menggunakan fluida bor yang memiliki berat jenis tetap, yaitu SG 1.03/ 8.58ppg. Standar hidrolika pada sistem sirkulasi umumnya memiliki beberapa variabel yang disesuaikan dengan lapangannya. Desain hidrolika yang tepat dapat mengoptimalkan sistem sirkulasi, baik selama operasi pengeboran maupun selama kegiatan perawatan sumur berlangsung.

Tujuan Penelitian

1. Menentukan komposisi fluida air asin, yang mempunyai sifat-sifat yang diperlukan sesuai target yang akan dicapai.
2. Mempelajari ciri khas perilaku penambahan atau pengurangan zat aditif dari komposisi fluida yang diharapkan.
3. Menghitung efektivitas kerja pompa pada sirkulasi lumpur.
4. Menghitung parameter perbandingan pada setiap pergantian diameter *liner* pompa, melalui pendekatan grafis persamaan linier.

B. Kajian Pustaka

Sistem Sirkulasi

Sistem sirkulasi berfungsi melumasi batang bor dan mengangkat sisa *cutting* hasil dari kegiatan pengeboran. Sistem sirkulasi terdiri atas beberapa bagian, yakni sebagai berikut : pompa lumpur, pipa tegak (*standpipe*), tangki lumpur, dan *mud screen*.

Lumpur pengeboran

Lumpur pengeboran merupakan cairan berbentuk lumpur yang terbuat dari campuran zat cair, zat padat, dan zat kimia (aditif). Zat cair digunakan agar lumpur dapat dipompakan untuk sirkulasi pengeboran. Zat padat digunakan sebagai media agar lumpur memiliki berat jenis dan kekentalan tertentu, sedangkan zat kimia digunakan untuk mengontrol sifat-sifat lumpur agar dapat disesuaikan dengan kondisi lubang dan jenis batuan yang dibor. Sifat- Sifat Lumpur:

1. *Mud Weight* (densitas), berfungsi memberikan tekanan hidrostatik pada lumpur yang diperlukan. Untuk mengimbangi tekanan formasi agar tidak terjadi *blow-out* maupun hilang sirkulasi, densitas perlu disesuaikan dengan keadaan formasi-formasi yang ada di daerah setempat
2. Viskositas, adalah tahanan dalam dari fluida terhadap aliran atau gerakan. Viskositas mempengaruhi kecepatan pengeboran, bahkan dapat menimbulkan

masalah sehingga ongkos pengeboran akan meningkat.

Air Asin (*Brine Water*)

Dalam kegiatan perawatan sumur, terutama pada sistem sirkulasi, tidak selamanya fluida yang digunakan berupa lumpur. Fluida lain yang digunakan adalah air asin (*brine*), yaitu campuran air dan garam anorganik yang digunakan sebagai cairan untuk mengontrol sistem sirkulasi pada kegiatan *completion and workover* dalam operasi sumur minyak.

Garam yang terkandung dalam air asin dapat menghambat reaksi yang tidak diinginkan dalam sumur, seperti pengembangan tanah liat. Air asin biasanya disiapkan untuk kondisi tertentu dengan berbagai jenis garam yang tersedia dengan range densitas mulai dari 8.4 hingga 20 lbm/gal (ppg). Garam yang umum dipergunakan, yaitu Natrium Klorida, Kalsium Klorida, dan Kalium Klorida. Penggunaan air asin juga harus mempertimbangkan aspek harga dan efek korosinya.

Hidrostatik Pressure (HP) dan Completion fluid (CF)

$$HP \text{ (psi)} = 0.052 \times \text{Kedalaman (ft)} \times \text{Berat jenis CF (ppg)}$$

$$\text{Berat jenis CF (ppg)} = \frac{HP \text{ (psi)}}{0.052 \times \text{Kedalaman (ft)}}$$

Konsep Optimalisasi Berdasarkan Pergantian *Liner* (API,1958)

Prosedur optimalisasi sistem hidrolika melalui pemilihan diameter *liner size* adalah sebagai berikut:

1. Untuk geometri lubang dan komposisi fluida tertentu, perhitungkan kecepatan alir pompa yang dibutuhkan untuk mengangkat cutting ke permukaan.
2. Spesifikasi pompa yang sesuai untuk diameter *liner* yang digunakan.
3. Memperhitungkan beberapa hal penting seperti pola aliran dalam *annulus*, kecepatan kritis pada *annulus* (V_{ca}), kecepatan batas alir pompa (Q_{min}), dan bilangan *Reynold* (N_{re}).

Ketika *liner* hasil perhitungan lebih rendah dari spesifikasi pompa, maka dapat dipilih diameter *liner* yang paling mendekati. Untuk mencari parameter di atas dapat menggunakan perhitungan sebagai berikut:

1. Kecepatan Alir Pompa (Q)

$$PO_{\text{triplex}} = 0.000243 \times (d_{lin})^2 \times S \times ep$$

$$Q = SPM \times PO_{\text{(triplex/duplex)}}$$

2. Minimum *Flowrate*: $Q_{min} = 12.72 \times (D_h)^{1.47}$

3. Kecepatan di *Annulus*: *Annulus Velocity* (ft/min) $= \frac{(24.51 \times Q)}{(D_h^2 - D_p^2)}$

4. Kecepatan Kritis:

$$V_{ca} = 60 \times \frac{\left(1.08 PV + 1.08 \sqrt{\{PV^2 + 9.26(D_h - D_p)^2 \times YP \times \rho_m\}}\right)}{\rho_m (D_h - D_p)}$$

$$Q_c = \frac{V_{ca} \times (D_h^2 - D_p^2)}{24.51}$$

5. *Reynold Numbers*

$N_{re} < 2000$ (Laminar), $2000 < N_{re} < 3000$ (Transisi), $3000 < N_{re}$ (Turbulen)

-In drill Pipa -In Annulus

$$V = \frac{Q}{2.448 \times d^2}$$

$$V = \frac{Q}{2.448 \times (d_h^2 - d_p^2)}$$

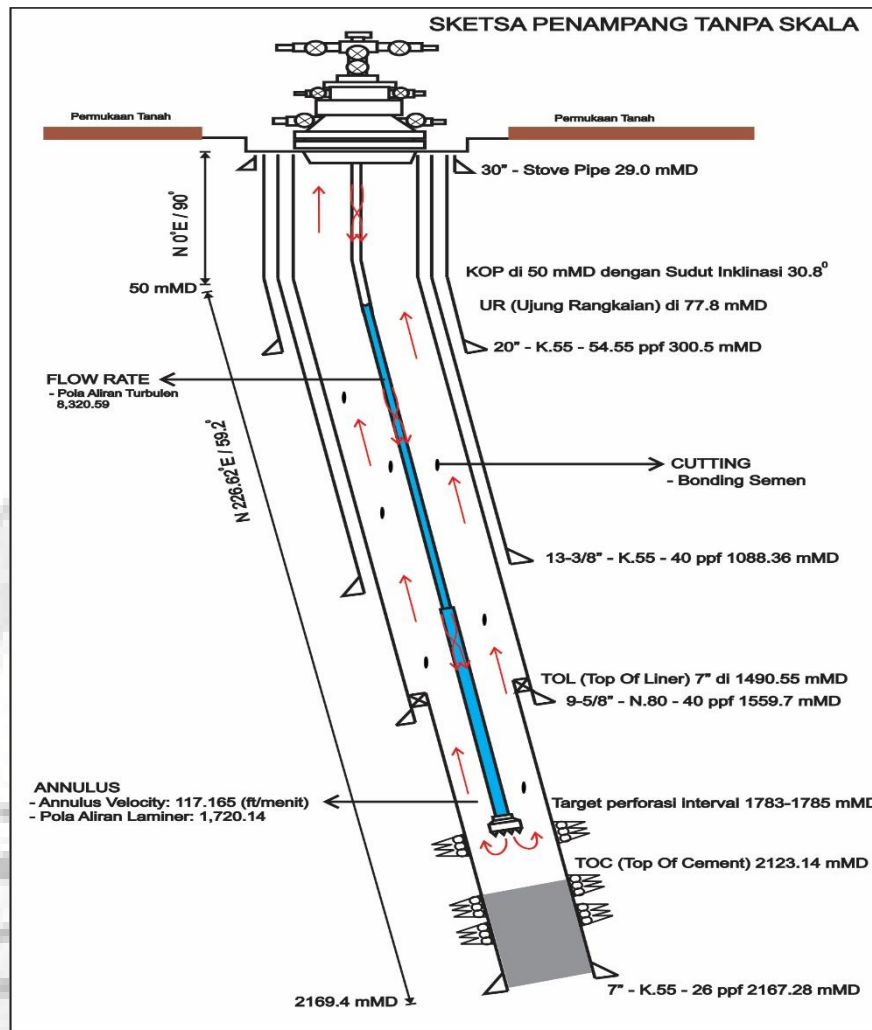
$$N Re = 928 \frac{\rho V d}{\mu}$$

$$N Re = 757 \frac{\rho V (dh - dp)}{\mu}$$

C. Hasil Penelitian

Sumur PGD-12 terletak pada koordinat UTM 815.358,557 mE dan 929.511,862 mN 12 tepatnya terletak di Desa Jatimulya, Kecamatan Comprang, Kabupaten Subang, Jawa Barat. Lokasi dapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan roda empat atau roda dua dengan jarak sekitar 95 km selama 2 jam 30 menit dari kota Bandung. Dengan data sumur seperti berikut:

Koordinat	: N= 815358.557 m,	Azimuth	: 226.620
	E= 9295115.862 m,	KOP (Kick Of Point)	: 50 m
Kedalaman	: 2169.4 mMD		
Selubung	: Stovepipe 30"		= 29 mMD
	20" K-55, 94.0 ppt: BTC, R3		= 300.5 mMD
	13-3/8" K-55, 54.5 ppf, BTC		= 1088.36 mMD
	R2-R3		= 1559.70 mMD
	9-5/8" (K.-55, 40 ppf, BTC, R3)		= 2167.28 mMD
	7" (K.-55, 26 ppf, R3, BTC) TOL		= 1490.55 Mmd
RPP	: Safety Joint	Lapisan/Perporasi:	C interval 1783-1785



Gambar 1. Penampang Sumur Tanpa Skala

Hasil penelitian didasarkan pada perhitungan didapatkan hasil pengolahan seperti berikut:

Sirkulasi Dalam Kegiatan pengeboran Bonding Semen

Dari pompa *triplex* 500 hp didapatkan data berupa: *Liner* 5", *Stroke* 8", SPM 100, $Q = 4.35$ bbl/menit. Batang bor yang dipergunakan 2.7/8" EUE (*Eternal Upset End*) OD 2.7/8", ID 2.151", panjang minimum 9.21 m, dan maksimum 9.89 m, dengan kapasitas 0.00579. Mata bor yang dipergunakan mata bor *carbide* 5-1-7 (IADC code) ukuran 6.1/8" open *nozzle* 32/32. Lapisan *bonding* semen interval 1786-1790 mMD dibor hingga tembus dengan percepatan bor seperti berikut :

Tabel 1. Data Kegiatan Pengeboran *Bonding* Semen

Interval Kedalaman (mMD)	Batuan	ROP (Rate Of Penetration)	RPM	Cutting	CF (Completion fluid)	Waktu
1786-1790	<i>Bonding</i> Semen	0.406 ft/min	260 any depth	Semen #160	1.03/26 (8.58ppg)	32.33 menit

Sumber : Data Hasil Kegiatan Penelitian Tugas Akhir PT Pertamina EP, 2015

Dengan kapasitas tangki 3 sebesar 142,9 barrel dipompakan selama 30 menit

untuk proses sirkulasi pengangkatan *cutting*.

Sirkulasi Dalam Kegiatan Pengerukan

Pada kegiatan ini pengerukan dilakukan dengan *scraper 7"*, di kedalaman maksimum 1830 mMD dengan tujuan *casing 7"* yang berada pada kedalaman 1490.55-2167.28 mMD bersih dari kotoran yang menempel baik dari sisa semen. Dari pompa *triplex 500hp* masih sama yaitu: *Liner 5"*, *Stroke 8"*, *SPM 100*, $Q = 4.35$ bbl/menit, *CF in 1.03* dipompakan selama 30 menit. Batang bor yang dipergunakan berukuran $3.1/2"$, *OD 3.1/2"*, *ID 2.764"*, dengan panjang minimum 9.18 m, dan maksimum 9.70 m.

Di ujung rangkaian digunakan *scraper 7" double scrap* pada kedalaman 1600- maksimum 1830 mMD. Dengan kapasitas tangki 3 sebesar 142,9 barrel didapatkan volume kembali dengan kenaikan $71.4"$ (kapasitas kenaikan tangki 1 sebesar 1.79 bbl/in) dengan *CF out* masih sama yaitu $1.03/8.58$ ppg.

Perhitungan dan Hasil Pengolahan

1. Hidrostatik Pressure (HP) dan Completion fluid (CF)

Dik.

$$CF (SG) = 1.03/26 (8.58 \text{ ppg})$$

$$SG 1 = 8.33 (\text{ppg})$$

$$\text{Kedalaman} = 1,780 \text{ m} \times 3.281$$

$$(\text{target bor}) = 5,840.18 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} \text{Estimasi Press} &= 2,100 (+500 \text{ hasil keputusan rigsupt}) \\ &= 2,600 \text{ psi} \end{aligned}$$

Pembuktian :

$$\text{Berat jenis (CF)} = 8.562 \text{ ppg}$$

$$CF (SG) = 1.027 (\text{perhitungan}) \sim 1.03 (\text{program kerja})$$

2. Pompa Triplex 1

-Efisiensi Pompa (dlin $5"$)

Dik.

$$\text{Tangki 3 (out)} = 142.59 \text{ bbl kenaikan } 1.81 \text{ bbl/in (penuh)}$$

$$\text{Tangki 1 (in)} = 141.05 \text{ bbl kenaikan } 1.79 \text{ bbl/in (penuh)}$$

$$\text{Kenaikan (in)} = 71.5 \text{ in}$$

$$= 71.5 \text{ in} \times 1.79 \text{ bbl/in}$$

$$= 127.985 \text{ bbl (setelah sirkulasi)}$$

$$t \text{ pemompaan} = 30 \text{ menit}$$

$$\text{-Persamaan} = \frac{V \text{ Tangki (out)}}{100\%} = \frac{V \text{ Tangki (in)}}{\text{Eff Pompa}}$$

$$\text{Eff Pompa} = \frac{V \text{ Tangki (in)} \times 100\%}{V \text{ Tangki Out}}$$

$$= (127.985 \times 100\%) / 142.59$$

$$= 12798.5 / 142.59$$

$$= 89.75 \% \sim 90\%$$

-Pump Output

$$Q = 0.04374 \text{ bbl/stroke} \times 100 \text{ stroke/min}$$

$$= 4.374 \text{ bbl/min}$$

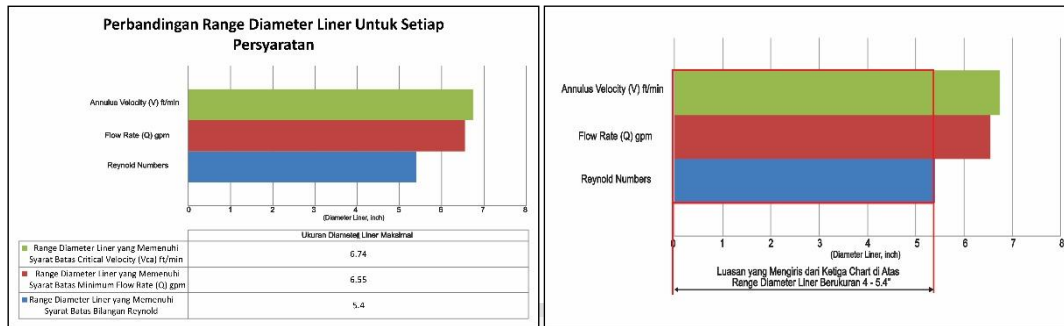
$$Q (\text{gpm}) = 183.71 \text{ gpm}$$

3. Perhitungan Sumur PGD-12

Tabel 2. Perbandingan Hasil Pengolahan Data Berdasarkan Konsep API 1958

	6 ^{3''} ₄	6 ^{1''} ₂	6 ^{1''} ₄	6''	5 ^{1''} ₂	5''	4 ^{1''} ₂	4''
Q (gpm)	334.8	310.464	287.046	264.54	222.29	183.708	148.80	117.57
Ann vel (ft/menit)	213.53	198	183.07	168.71	144.27	117.165	94.9	74.99
Nre 3 ^{1''} ₂ (in ann)	3,133.50	2,905.26	2,684	2,472.85	2,077.65	1,720.14	1,389.68	1,100.27
Jenis Aliran	Turbulen	Transisi	Transisi	Transisi	Transisi	Laminer	Laminer	Laminer

Dari Tabel 2 di atas dengan batasan seperti: *Minimum Flowrate* (dp 3-1/2") sebesar 312.91 gpm, *critical velocity* (dp 3-1/2") sebesar 317.4 ft/menit (*annulus* 2), pola aliran Laminer. Dapat terlihat bahwa untuk parameter Q (gpm) *liner* berukuran 4"-6-1/2" memenuhi batas *Minimum Flowrate* (dp 3-1/2") sebesar 312.91 gpm, untuk parameter *Ann vel*(ft/menit) semua ukuran *liner* memenuhi batas *Critical velocity* (dp 3-1/2") sebesar 317.4 ft/menit (*annulus* 2), dan untuk parameter pola aliran, diameter *liner* berukuran 4-5" yang memenuhi batasan laminar.



Gambar 2 Rentang Diameter *Liner* yang Memenuhi Syarat

D. Kesimpulan

1. CF (*Completion fluid*) yang dipergunakan di lapangan sudah baik karena sudah memenuhi kebutuhan target berupa besaran nilai berat jenis (SG), pada kedalaman 1780 m, dengan estimasi pressure $2100 (+500) = 2600$ psi. Hal tersebut dibuktikan dengan hasil kalkulasi sesuai dengan yang dibutuhkan perusahaan pada program kerja, yaitu SG 1.03/26 (8.58 ppg).
2. Penambahan dan pengurangan aditif pada lumpur yang digunakan, sudah memenuhi parameter yang diharapkan (SG = 1.03/26). Zat aditif yang ditambahkan untuk penambah berat jenis adalah potassium clorida (KCl), dan tidak diperlukan *viscofier*.
3. Melalui perhitungan satu siklus sirkulasi, pompa yang digunakan di lapangan memiliki efisiensi masih tinggi (90%), sehingga masih memungkinkan untuk dapat bekerja secara optimal.
4. Perhitungan dan aproksimasi melalui pendekatan grafis persamaan linier didapatkan range ukuran *liner* yang dapat menghasilkan kerja pompa yang optimal yaitu 5.075" - 5.10" (~5"). Tidak perlu dilakukan pergantian *liner* untuk pengerjaan selanjutnya karena *liner* berdiameter 5" merupakan *liner* yang paling ideal dan dapat mengoptimalkan sistem sirkulasi lumpur.

Daftar Pustaka

- _____. 2005. Data Curah Hujan Stasiun Pegaden. Badan Meteorologi dan Geofisika Stasiun Pegaden. Kabupaten Subang.
- _____. 2013. Lumpur dan Hidrolika Lumpur Pengeboran. Kementerian Pendidikan dan Budaya Republik Indonesia.
- _____. 2014. Peta Provinsi Jawa Barat skala 1:500.000. DEM SRTM Indonesia. Subang.
- _____. 2007. Sosial Dan Kependudukan Kabupaten Subang. Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Barat. Subang.
- Adams, N.J., 1982. *Applied Drilling Service User's Guide II*. USA.
- Barthelot, Barth., 1866. *Fossil Fuel Theory For The Origin Of Oil and Gas Debunked*. Russian Chemical Society. Rusia.
- Bourgoyne Jr.A.T., 1984. *Applied Drilling Engineering*. Society Of Petroleum Engineers, Texas.
- Daly. 1991. *Magmatism In Western Indonesia, The Trapping of The Sumba Block and The Gatheway To the East Of Sundaland*. CSIRO. Australia.

- Djuri. R., 1973. Peta Geologi Lembar Arjawinangun, Jawa: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Guo, Boyun., Gefei liu., 2011. *Applied Drilling Circulation System: hydraulics, calculations, and models*. Elsevier. United States. Newyork
- Hamilton, W.B., 1979. *Tectonics Of The Indonesia Region*. Departemen Pertambangan II dan Agency For International Development. United States. Washington, D.C.
- Marbun, Bonar., 2010. *Drilling Fluid*. Institute of Petroleum Engineering Clausthal University .
- Moore, L.P., 1986. *Drilling Practices Manual Second Edition*. Pennwell Publishing Company. Oklahoma USA.
- Morse, J.T., 1983. Industri Perminyakan, Operasi-operasi dan Perlengkapan Pengeboran. Hufco Indonesia. Houston Texas.
- Zaman, Ahmad. H., 2012. Proses Pembentukan Minyak Bumi. Universitas Hasanudin "UNHAS". Makassar.

