

## DESIGN TUBING COMPLETION UNTUK DUA ZONA PRODUKSI BERBEDA

Marcellius Raka Hardi Aditya<sup>1\*</sup>, Arista Rahma F.A.<sup>1</sup>, Rahmat Gifary<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Produksi Minyak dan Gas, PEM Akamigas, Kota, Kode Pos

\*E-mail: marcelliusraka@gmail.com

### ABSTRAK

Penelitian ini membahas proses penyelesaian sumur (*well completion*) untuk mengoptimalkan produksi fluida dari *reservoir*. Penyelesaian sumur adalah tahap penting setelah pengeboran, di mana interaksi antara *reservoir* dan permukaan diatur agar produksi fluida menjadi aman dan efisien. Fokus utama penelitian ini adalah perancangan desain *tubing completion* untuk dua zona produksi berbeda, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti zona produksi, karakteristik fluida, *material tubing*, dan penggunaan *packer* ganda. Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak Pipesim untuk menentukan ukuran tubing optimal yang dapat mengalirkan fluida hingga permukaan dengan produksi maksimum. Selain itu, komponen-komponen *tubing completion* divisualisasikan menggunakan perangkat lunak *AutoDesk Inventor*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *design dual tubing completion dual string dual packer* dapat memisahkan aliran fluida dari zona yang berbeda, sehingga mengurangi risiko *cross flow* dan memastikan operasi sumur yang berkelanjutan.

**Kata kunci:** *well completion, tubing completion, design*

### 1. PENDAHULUAN

Pentingnya tahap penyempurnaan yang dilakukan untuk mempersiapkan sumur pemboran menjadi sumur produksi atau injeksi. Tahap penyempurnaan ini yang dinamakan tahap penyelesaian sumuran atau *well completion*, dimana tahapan yang dilakukan untuk menciptakan adanya interaksi atau hubungan antara reservoir dengan proses produksi di permukaan. Pekerjaan ini dilakukan jika pengeboran telah mencapai formasi yang mewakili target akhir dan pengeboran selesai. Sumur-sumur tersebut kemudian dipersiapkan untuk produksi atau disempurnakan sebelum produksi. Persiapan penyelesaian sumuran antara lain mengatur agar aliran fluida yang berasal dari reservoir atau formasi geologis menuju sumur produksidapat dengan aman dan efisien untuk diproduksi atau sebagai penginjeksian dengan sebaik-baiknya.[1]

Saat menerapkan metode penyelesaian sumur yang benar, sangat penting untuk mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Faktor yang menjadi dasar pemeriksaan penerapan metode penyelesaian sumur adalah pemeriksaan terhadap formation completion, tubing completion dan well head completion. Hal ini penting dilakukan untuk mendapatkan produksi optimum dari reservoir dan meminimalisir problema produksi yang mungkin dapat terjadi.[2]

Dalam penentuan konfigurasi tubing completion didasarkan oleh jumlah zona atau lapisan produksi suatu sumuran. Berdasarkan jumlah zona tersebut dapat menentukan jumlah tubing yang akan digunakan. Sehingga jumlah zona dan jumlah tubing yang akan digunakan memiliki hubungan yang erat. Design ini merupakan penyempurnaan dari design sebelumnya [3], dimana design lama masih berupa design 2D, sedangkan pada design kali ini akan merupakan maket 3D.

Penyelesaian sumur mengacu pada pekerjaan yang dilakukan setelah pengeboran, *logging* dan pemasangan *casing* dan flensa pada suatu sumur. Pekerjaan tahap akhir atau

penyempurnaan ini terdiri dari persiapan sumur menjadi sumur produksi. [4] Apabila sumur telah dibor untuk mencapai tujuan yang diidentifikasi dalam pengujian sumur dan diperoleh hasil yang memungkinkan pengembangan ekonomi, penyelesaian sumur akan dilanjutkan [5].

Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan guna merancang *design tubing completion*, salah satunya adalah *casing*. *Casing* adalah pipa baja yang dipasang di dalam sumur bor untuk memberikan dukungan struktural, mencegah runtuhnya formasi, dan mengisolasi berbagai zona di dalam formasi. Ada beberapa jenis casing, masing-masing dengan fungsinya sendiri:

1. *Conductor Casing*, casing pertama yang dipasang di dalam sumur, biasanya di kedalaman yang dangkal. Fungsinya untuk melindungi formasi atas dan menyediakan fondasi yang stabil untuk operasi pengeboran selanjutnya.
2. *Surface Casing*, casing kedua yang dipasang lebih dalam daripada conductor casing. Fungsinya untuk mengisolasi zona air tawar, mencegah migrasi gas, dan memberikan fondasi yang kuat untuk pengeboran lebih dalam.
3. *Production Casing*, casing terakhir yang dipasang di dalam sumur. Fungsinya untuk mengisolasi formasi penghasil dan memungkinkan produksi minyak atau gas. Dirancang untuk menahan tekanan dan suhu tinggi yang terkait dengan produksi.

Selain casing, terdapat pula tubing yang merupakan pipa berdiameter lebih kecil yang dipasang di dalam casing untuk mengangkut fluida (minyak, gas, atau air) ke permukaan. Ada dua jenis utama tubing

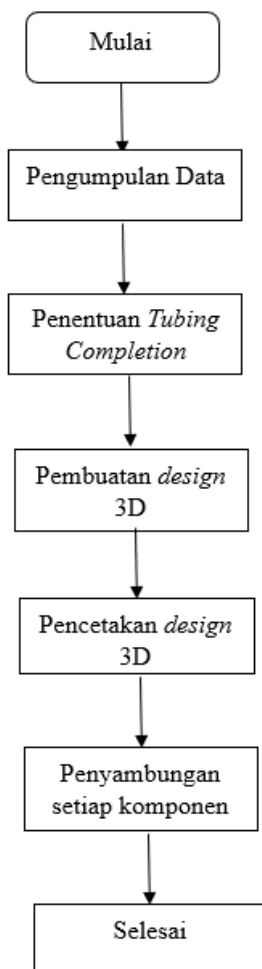
1. *Short Tubing* yang digunakan dalam sumur yang relatif dangkal atau untuk operasi khusus seperti acidizing atau fracturing.
2. *Long Tubing* yang digunakan dalam sumur yang lebih dalam untuk mengangkut fluida dari formasi penghasil ke permukaan.

Untuk merancang *design tubing completion* untuk dua zona produksi berbeda, beberapa hal penting harus dipertimbangkan:[6].

1. Penentuan zona produksi: Identifikasi zona-zona produksi yang berbeda dan karakteristik *fluid* mereka. Hal ini sangat penting untuk menentukan spesifikasi *tubing* dan *packer* yang tepat. [7]
2. Analisis *fluid dynamics*: Analisis *fluid dynamics* untuk menentukan tekanan, temperatur, dan jenis fluida produksi. Ini akan membantu dalam pemilihan *tubing material* dan aksesoris yang sesuai. [8]
3. Desain tubing material: Memilih material tubing yang tahan terhadap kondisi operasi sumur, seperti resistansi korosi dan deformasi akibat tekanan dan temperatur. [9]
4. Penambahan *packer*: Menggunakan packer ganda untuk memproduksi fluida dari dua zona produksi berbeda melalui satu string tubing. *Packer* ini akan mempertahankan tekanan sumur dan fluida di *casing*. [10]

## 2. METODE

Untuk metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah bersifat *design 3D* dengan alur seperti Gambar 1 dimana untuk simulasi yang dilaksanakan menggunakan *software*. Untuk langkah kerja yang dilakukan secara garis besar ialah dengan membuat *design 3D* pada setiap komponen *Tubing Completion* yang menggambarkan sesuai dengan data fluida pada lapangan, setelah membuat *design 3D* dilanjutkan dengan pencetakan hasil *design 3D* yang menggunakan *printing 3D*.



Gambar 1. Diagram Alir *design* 3D

### 3. PEMBAHASAN

Penyelesaian sumur merupakan penghubung antara *reservoir* dan peralatan permukaan yang bertujuan agar fluida *reservoir* dapat mengalir dan diproduksi. Sehingga perlu dilakukan perancangan khusus dengan mendesain penyelesaian agar fluida *reservoir* dapat diproduksi secara optimum, aman dan efisien. Berdasarkan *study literature* yang telah dilakukan, menyatakan bahwa sumur tersebut terdiri dari dua lapisan berbeda. Pada lapisan pertama dan kedua berasal dari formasi *sandstone* yang memiliki konsolidasi batuan yang tidak kompak sehingga perlu diterapkan *case hole* untuk melindungi formasi yang mudah runtuh. Sedangkan perbedaan antara dua lapisan tersebut terdapat pada karakteristik fluidanya yaitu berbeda pada nilai densitas pada lapisan pertama dan kedua. Sehingga berdasarkan perbedaan karakteristik tersebut *tubing completion* yang dapat diaplikasikan yaitu menggunakan *tubing completion dual string dual packer*.

#### A. Proses Design

Proses *design* dilakukan dengan menggunakan *software Pipesim* dalam menentukan ukuran *tubing* untuk mengoptimalkan produksi fluida produksi pada penyelesaian sumur. Berdasarkan hasil simulasi menggunakan *software Pipesim* diperoleh ukuran komponen *tubing completion* pada tabel 1 dan komponen bawah permukaan pada tabel 2 sebagai berikut.

**Tabel 1. Well Architecture**

Section Type	MD (ft)	ID (inch)	Grade
Conductor casing	65	19,124	H-40
Surface Casing	3281	12,415	L-80
Production Casing	4600	8,835	L-80
Short Tubing	3510	2,441	H-40
Long Tubing	3871	2,441	H-40

**Tabel 2. Down Hole Equipment**

Equipment	MD (ft)
SSD (Sliding Side Door)	3357
Double Packer	3413
Single Packer	3646

**Tabel 3. Perforation Zone**

Perforation	Middle MD (ft)	Batuan
Zona 1	3495	Sandstone
Zona 2	4541	Sandstone

**Tabel 4. PVT Data**

Parameter	Values
Zone 1	GOR : 500SCF/D Bo : 1.2 WC : 0% API : 38
Zone 2	GOR : 350 scf/d Bo : 1.1 WC : 0% API : 30 H2S : 0,25%

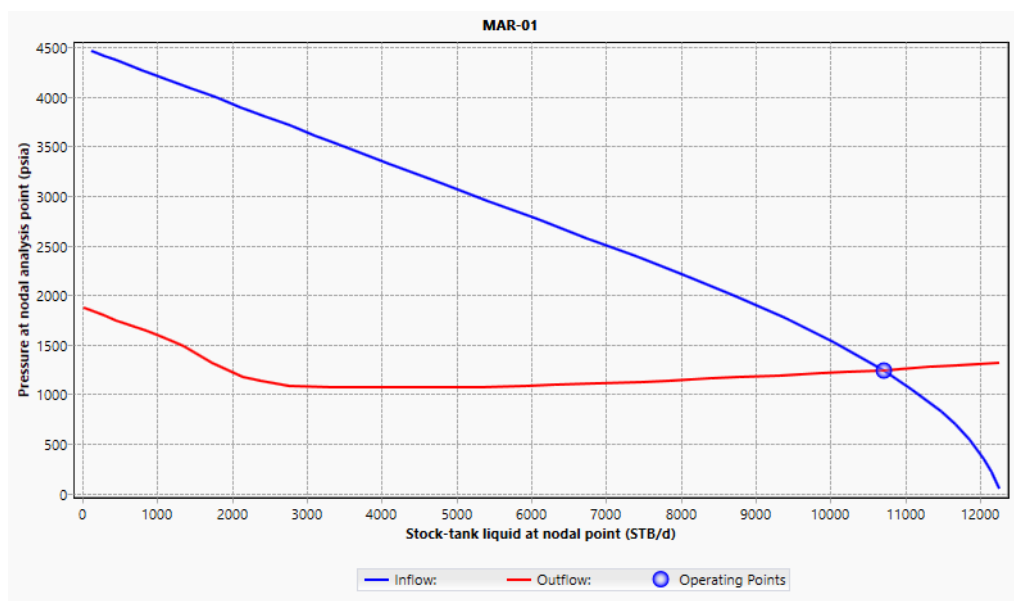
**Tabel 5. Reservoir Data**

Parameter	Values
Zone 1	Pressure : 5000 psi Temperature : 230°F Perforation : 3495 psi Permeability : 500 md PI : 3.5 stb/d.psi
Zone 2	Pressure : 4500 psi Temperature : 235°F Perforation : 4541 psi Permeability : 80 md PI : 3.5 stb/d.psi

Berdasarkan tabel 3, 4 dan 5 data sumur tersebut menunjukkan bahwa pada zona produksi pertama dan kedua terdapat perbedaan pada nilai API-nya. Pada zona produksi pertama nilai API sebesar 38 sehingga tergolong *light oil* dan zona produksi kedua nilai API sebesar 30 yang tergolong sebagai *medium oil*. Selain itu, pada zona pertama memiliki tekanan *reservoir* sebesar 5000 psi sedangkan zona kedua memiliki tekanan formasi sebesar 4500 psi. sehingga zona produksi pertama memiliki nilai tekanan formasi lebih besar dari pada zona produksi kedua, oleh karena itu dilakukan design menggunakan *dual tubing* untuk menghindari terjadinya *cross flow*.

Setelah menentukan komponen dalam tubing completion dan berdasarkan data reservoir selanjutnya menentukan nodal analisis menggunakan software Pipesim. Gambar 2 merupakan nodal analisis perpotongan antara kurva IPR dengan kurva TPR. Berdasarkan kurva tersebut dapat menunjukkan bahwa dengan menggunakan ukuran tubing 2,441 inch dapat mengalirkan fluida hingga ke permukaan produksi optimum sebesar 10709,86 STB/d.

Selain itu dalam proses design juga menggunakan software AutoDesk jenis inventor, sebagai salah satu jenis perangkat lunak CAD 3D yang biasa digunakan di berbagai industry untuk simulasi, modeling dan membuat design rekayasa sehingga setiap komponen pada tubing completion dapat tervisualisasikan dalam bentuk 3D secara detail.



Gambar 2. Nodal Analisis

## B. Komponen yang dibuat

### a. Tubing

Tubing merupakan salah satu komponen yang dapat digunakan sebagai jalur utama dimana fluida diproduksi dari sumur ke fasilitas pengolahan di permukaan. Pada *design tubing completion* ini menggunakan dua *string* yang berfungsi untuk memisahkan setiap lapisan dari fluida *reservoir* yang memiliki perbedaan densitas. Pada lapisan *reservoir* pertama fluida akan diproduksi *short string* dan lapisan kedua akan diproduksi melalui *long string*.

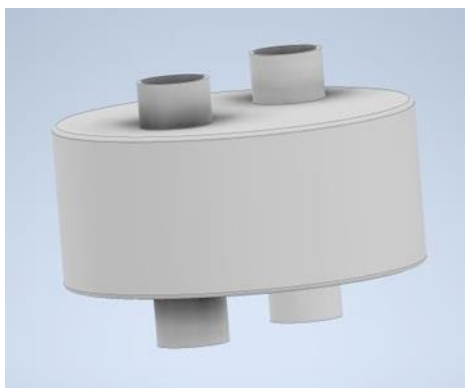


Gambar 1. Design Tubing 3D

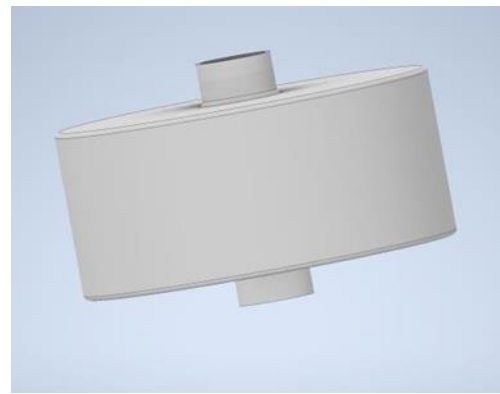
b. *Packer*

*Packer* adalah komponen dalam *tubing completion* pada operasi perminyakan yang digunakan untuk mengisolasi annulus atau ruang antara tubing dan casing atau lubang bor di dalam sumur. Dalam konteks *tubing completion*, *packer* digunakan untuk menciptakan penghalang antara berbagai komponen sumur, seperti antara tubing dan casing, atau antara berbagai zona produksi. Penggunaan *packer* sangat esensial untuk menjaga integritas sumur dan memastikan operasi berjalan aman serta efisien. Fungsi utama dari *packer* meliputi beberapa hal. Pertama, *packer* digunakan untuk mengisolasi zona produksi, sehingga mencegah fluida dari satu zona mengalir ke zona lainnya. Dengan demikian, produksi dapat dilakukan secara terpisah pada setiap zona untuk memaksimalkan efisiensi. Kedua, *packer* membantu mencegah kebocoran fluida produksi, baik ke formasi sekitar maupun ke permukaan, sehingga mengurangi risiko kontaminasi lingkungan dan meningkatkan keamanan produksi. *Packer* juga melindungi casing dari risiko korosi akibat paparan langsung dengan fluida produksi yang mungkin bersifat korosif. Selain itu, *packer* berfungsi mempertahankan tekanan yang diperlukan untuk mendukung proses produksi yang optimal.

Pada *tubing completion dual string dual packer* ini, menggunakan dua buah *packer*. *Packer* pertama digunakan untuk mengisolasi annulus pada ruang antara *tubing* dan *casing* di atas lapisan pertama dan di bawah lapisan kedua, sedangkan *packer* kedua digunakan untuk mengisolasi annulus pada ruang antara *casing* dengan *long string* dan *short string* di atas lapisan kedua. Gambar 2 dan 3 merupakan hasil *design 3D* pada *packer*.



Gambar 2. *Design Dual Packer 3D*



Gambar 3. *Design Single Packer 3D*

c. *Blast Joint*

*Blast Joint* adalah komponen penting dalam rangkaian *tubing completion* yang berfungsi untuk melindungi *tubing* dari erosi yang disebabkan oleh aliran fluida berkecepatan tinggi dan bertekanan tinggi, terutama di sekitar area *packer*. Pada *tubing completion dual string packer* ini, menggunakan satu *blast joint* yang di pasang di depan lapisan *reservoir* kedua seperti pada Gambar 4 sehingga dengan terpasangnya *blast joint* dapat mengurangi dampak erosi, *blast joint* membantu memperpanjang umur *tubing*, sehingga dapat memastikan operasi sumur yang aman, efisien, dan berkelanjutan.

d. *Flow Coupling*

Gambar 5 merupakan hasil *design 3D* dari *flow coupling*. *Flow coupling* adalah komponen penting dalam rangkaian *tubing completion* yang dirancang untuk melindungi *tubing* dari keausan dan erosi yang disebabkan oleh turbulensi dan aliran fluida berkecepatan tinggi, terutama di sekitar titik perubahan diameter atau perubahan aliran dalam *tubing*.



Gambar 4. *Design Blast Joint 3D*



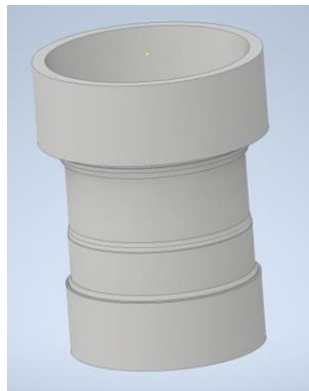
Gambar 5. *Design Flow Coupling 3D*

e. *Landing Nipple*

Gambar 6 merupakan hasil *design 3D* dari *landing nipple*. *Landing nipple* merupakan bagian dari *tubing* yang digunakan sebagai tempat pemasangan peralatan atau dudukan pada peralatan *tubing string*.

f. *Surface-Controlled Subsurface Safety Valve*

*SCSSC (Surface-Controlled Subsurface Safety Valve)* seperti gambar 7 termasuk *safety equipment* dalam *tubing completion* yang berfungsi sebagai pengaman darurat untuk mencegah aliran tak terkendali dari sumur.



Gambar 6. *Design Landing Nipple 3D*



Gambar 7. *Design SCSSV 3D*

g. *Travel Joint*

*Travel Joint* adalah komponen dalam elati *tubing completion* yang digunakan untuk memungkinkan pergerakan relative antara berbagai bagian tubing atau alat bawah permukaan. Gambar 8 merupakan hasil *design 3D* dari *travel joint*.

h. *Sliding Side Door*

*SSD (Sliding Side Door)* adalah salah satu komponen dalam *tubing completion* yang digunakan untuk mengendalikan dan mengalihkan aliran fluida di dalam sumur. Gambar 9 merupakan hasil *design 3D* dari *sliding side door*.



Gambar 8. *Design Travel Joint 3D*



Gambar 9. *Design Sliding Side Door 3D*

#### 4. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang desain *tubing completion* menggunakan *dual string* dan *dual packer* untuk mengoptimalkan produksi dari dua zona reservoir dengan karakteristik fluida berbeda. Desain ini memanfaatkan perangkat lunak *Pipesim* untuk simulasi produksi dan *AutoDesk Inventor* untuk visualisasi 3D komponen *tubing completion*. Berdasarkan simulasi, *dual tubing completion* memungkinkan produksi yang terpisah dari dua zona, mengurangi risiko *cross flow*, dan meningkatkan efisiensi serta keamanan operasi sumur. Komponen-komponen penting, seperti *packer*, *blast joint*, *flow coupling*, dan *safety valve*, dirancang untuk menjaga kestabilan dan integritas sumur, memungkinkan produksi yang berkelanjutan dan efisien.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Guo, B. L. (2007). *Petroleum Production Engineering*. Elsevier Science & Technology Books.
- [2] Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2013). *Teknik Produksi Migas Peralatan Produksi*
- [3] Kristanto, D. (2018). *Well Completion*.
- [4] Changoue, S. S. (2023). *Completion Design in Petroleum Well with Two Different Reservoirs*.
- [5] Kristanto, D. (2018). *Well Completion*
- [6] Mitchell, D. (2019). ALL YOU NEED TO KNOW ABOUT CASED HOLE COMPLETION. *INSC Jurnal Magazine*
- [7] Pamungkas Joko (2004). Pengantar Teknik Perminyakan. *Jurnal Teknik Perminyakan UPN Veteran Yogyakarta*, 38-45.
- [8] Galih Putra (2018). “Desain Tubing Completion pada zona Comingel dengan string tunggal packer ganda,” Universitas Islam Riau.
- [9] Elawati (2021), “Analisa desain kompleks laut dalam pada sumur X,” Institut Teknologi Bandung.
- [10] Buku Kurikulum SMK PK Teknik Produksi Migas, Fakultas Pertanian Unpad (2013).
- [10] Riat Susanto (2020), “Analisis performa *Pipe Recovery* melalui pemilihan metoda *cutters* jenis explosive jet cutter dengan peramalan produksi menggunakan IPR metoda fetkovich dan decline curve analisis pada sumur yang mengalami *sticking*.”