

PENINGKATAN PRODUKTIVITAS PERAWATAN SUMUR MELALUI FAKTOR-FAKTOR DOMINAN

Muhdi Rizal^{1,*}, Yustiar Gunawan²

^{1,2}Fakultas Magister Teknik Industri Institut Sains dan Teknologi Nasional
Jl. Moh Kahfi II Srengseng Sawah Jagakarsa Jakarta Selatan 12640

*E-mail: muhdi.rizal@yahoo.com

Diterima: 26-09-2018

Direvisi: 26-11-2018

Disetujui: 01-12-2018

ABSTRAK

Di dalam industri migas sektor hulu, pada periode plateau produksi, aktivitas perawatan sumur minyak dan gas merupakan suatu aktivitas yang penting dalam memelihara produksi migas. Di PT. Total E&P Indonesia, aktivitas perawatan sumur memberikan kontribusi sekitar 27% rata-rata pertahun dari nilai produksi minyak dan gas secara keseluruhan. Adalah penting untuk mengetahui nilai produktivitas dari aktivitas perawatan sumur tersebut untuk dapat mengevaluasinya dalam rangka melakukan perbaikan yang terus menerus. Penelitian ini merupakan studi kasus di PT. Total E&P Indonesia area *offshore* dengan mengambil data aktivitas perawatan sumur yang telah dilakukan pada 736 sumur. Tahapan analisa dan *Focus Group Discussion* (FGD) dengan pakar telah dilakukan dan mendapatkan hasil bahwa terdapat 12 faktor dominan yang mempengaruhi produktivitas perawatan sumur dengan nilai produktivitas rata-rata dari aktivitas tersebut adalah sebesar 70.8 Scfd/USD wellhead di tahun 2016 dan 43.9 Scfd/USD wellhead di tahun 2017. Melalui *Focus Group Discussion* (FGD) telah diketahui terdapat 18 kendala pada faktor dominan dengan 31 akar permasalahan yang kemudian dianalisa sehingga menghasilkan 9 rekomendasi untuk meningkatkan produktivitas perawatan sumur tersebut.

Kata Kunci: Perawatan sumur migas, Produktivitas perawatan sumur, Industri migas sektor hulu.

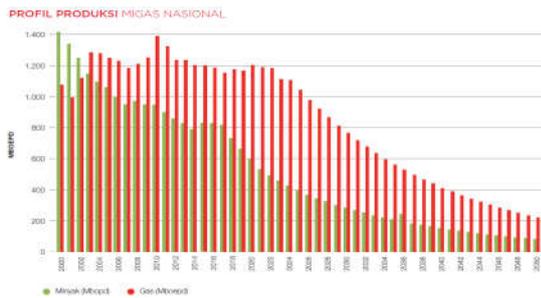
ABSTRACT

In the upstream oil and gas industry, at plateau production period, well intervention activity is important to maintain the production level. In PT. Total E&P Indonesia, well intervention has contributed approximately 27% average per year of the whole oil and gas production. It is important to evaluate the well intervention productivity for continuously improvement. This research as the case study in PT. Total E&P Indonesia in offshore area by collecting the data of well intervention activities that have been done on 736 wells. Through the set of analysis and Focus Group Discussion (FGD) with experts resulted 12 dominant factors influenced the well intervention productivity in offshore area and well intervention productivity index 70.8 Scfd/USD wellhead in 2016 and 43.9 Scfd/USD wellhead in 2017. And still by Focus Group Discussion (FGD), there are 18 obstacles of the dominant factor and 31 root causes have been identified which is then analyzed and resulted 9 recommendations of well intervention productivity improvement.

Keywords: Well intervention, Well intervention productivity, Upstream oil & gas industry.

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan laporan tahunan SKK Migas, 2016, pencapaian produksi minyak nasional pada tahun 2016 sebesar 831 Mbopd dan mengalami peningkatan 45,3 Mbopd dibandingkan tahun 2015 (785,8 Mbopd), [1-2]. Sedangkan produksi gas nasional sebesar 7.938



Gambar-1. Produksi migas Nasional, sumber: Laporan tahunan SKK Migas, 2016.

Strategi Pemerintah dalam upaya menahan penurunan produksi dan peningkatan cadangan, seperti dikutip dari laporan tahunan SKK Migas, 2016 adalah sebagai berikut, [3-4]:

- Strategi jangka pendek yaitu menambah sumur baru, melakukan perawatan sumur, melakukan pengelolaan sumur tua.
- Strategi jangka menengah yaitu percepatan Plan of Development (POD), penggunaan teknologi Enhance Oil Recovery (OR).
- Strategi jangka panjang yaitu melakukan eksplorasi masif, penggunaan Hidro Carbon (HC) non konvensional.

PT. Total E&P Indonesia, merupakan salah satu perusahaan KKKS yang bergerak pada sektor hulu migas yang beroperasi di Kalimantan Timur. Perusahaan ini berdiri sejak tahun 1974 dengan lapangan pertama adalah lapangan minyak di area Selat Karimata di Kalimantan Timur dengan nama lapangan Bekapai. Terdapat sekitar 3000 orang karyawan yang bekerja di perusahaan minyak dan gas ini. Saat ini PT. Total E&P Indonesia memiliki 2 area yakni area Delta dengan 3 lapangan migas (Tunu, Tambora dan Handil) serta area *offshore* dengan 4 lapangan migas (Bekapai, Peciko, Sisi-Nubi dan South Mahakam) [5-7].

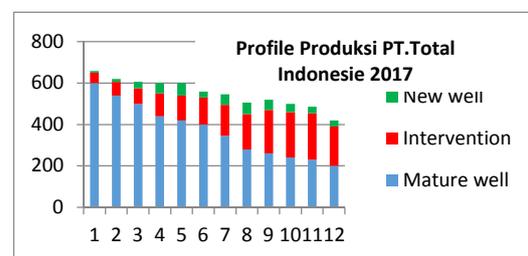
Terlihat pada tabel-1 yang merupakan profil produksi migas PT. Total E&P Indonesia dari tahun 2013 hingga 2016.

MMscfd, mengalami penurunan 140 MMscfd dibandingkan tahun 2015 (8.078 MMscfd). Seperti terlihat pada gambar-1, secara keseluruhan bahwa Total produksi minyak, kondensat dan gas Indonesia tahun 2016 sebesar 2.213 Mboepd, telah mengalami penurunan sebesar 15 boepd dari tahun 2015-2016 (2.228 Mboepd).

Tabel-1. Profil produksi migas PT. Total E&P Indonesia tahun 2013 - 2016, sumber: table diolah oleh penulis dari Booklet corporate PT. Total E&P Indonesia 2013 2016.

Produksi	2013	2014	2015	2016
Gas (Tcf)	16.8	17.4	18	18.5
Oil (Gbbbls)	1.5	1.44	1.46	1.46

Nilai produksi yang terlihat pada table-1 di atas merupakan produksi gabungan dari 3 kontributor utama yaitu, Sumur lama (Mature well), sumur baru (*new well*) serta hasil dari well intervention (Perawatan sumur tua), sebagai ilustrasi kontribusi dari masing masing terlihat seperti pada gambar-2 di bawah ini yang menggambarkan profil produksi tahun 2017.



Gambar-2. Profil produksi Total E&P Indonesia tahun 2017, sumber: Diolah oleh penulis dari data internal.

Kontribusi aktivitas perawatan sumur terhadap produksi migas di PT. Total E&P Indonesia cukup signifikan, oleh karena itu perlu adanya kajian terhadap produktivitas dari aktivitas perawatan sumur tersebut untuk kepentingan evaluasi dalam usaha perbaikan terus menerus.

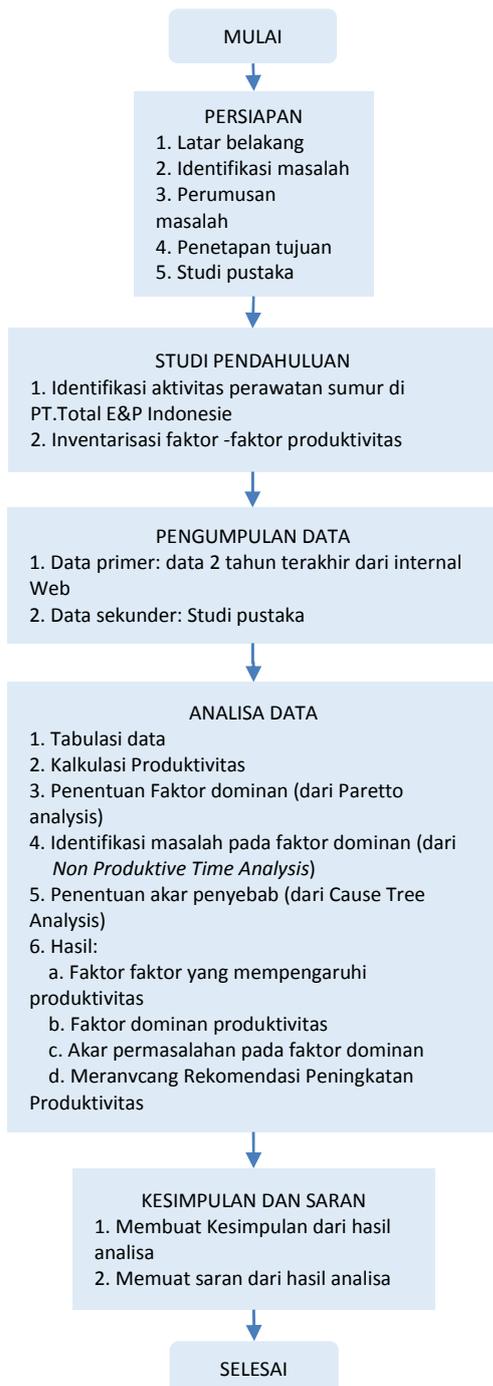
Di dalam penelitian ini, yang menjadi perumusan masalah adalah sebagai berikut:

- Apa faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas aktivitas perawatan sumur?
- Apa faktor dominan yang mempengaruhi produktivitas?

- Apa permasalahan pada faktor dominan tersebut?
- Apa rekomendasi untuk peningkatan produktivitas aktivitas perawatan sumur?

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan adalah seperti pada gambar-3.



Gambar-3. Diagram alir penelitian

Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan oleh penulis dalam rangka mempermudah langkah bagi penulis dalam melakukan penelitian.

Identifikasi Aktivitas Perawatan Sumur

Dalam penelitian ini, penulis melakukan identifikasi aktivitas perawatan sumur yang dilakukan PT. Total E&P Indonesia di area *offshore*.

Inventarisasi Faktor-faktor Produktivitas

Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas penting untuk mengetahui dan melakukan pengukuran produktivitas itu sendiri. Adapun faktor-faktor tersebut adalah:

1. Produk
Produk yang dikehendaki dari hasil aktivitas perawatan sumur adalah minyak dan gas.
2. Equipment dan Teknologi
Equipment yang digunakan dalam aktivitas perawatan sumur terdiri dari equipment utama yaitu Unit Perawatan Sumur yaitu *Slick Line Unit, Electric Line Unit, Snubbing Unit, Coil Tubing Unit* serta *Well Testing Unit*. Sedangkan equipment pendukung adalah *Barge/Tongkang* serta peralatannya.

Teknologi yang digunakan dalam aktivitas perawatan sumur selalu mengikuti perkembangan teknologi yang terbaru, namun tentu saja berdampak terhadap masalah biaya. Teknologi yang memiliki *deliverable* yang baik tentunya akan diiringi dengan biaya yang tinggi. Teknologi yang digunakan selalu terkait dengan peralatan dan metode yang diterapkan. Beberapa metode perawatan sumur yang berpengaruh langsung terhadap peningkatan gain adalah perforasi, *zone change*, sedangkan untuk mengurangi produksi air dan pasir dilakukan isolasi seperti *water shut off* serta *sand screen* dan *sand consolidation*.
3. Material
Material yang digunakan dalam aktivitas *operation well intervention* merupakan material *consumable* dan *non consumable*. Material *consumable* dalam hal ini

merupakan material yang diinstal dalam sumur sedangkan material *non consumable* adalah material yang digunakan untuk maintenance. Yang sangat penting untuk diperhatikan dalam hal memilih material adalah fungsi, mutu serta cost. Material tersebut berada di bawah tanggung jawab departemen *operation support*.

4. **Manusia dan Metode Bekerja**
Tenaga Kerja pada Divisi Well Intervention berjumlah sekitar 188 orang yang terdiri dari Manager Divisi, Manager Departemen, *Head Service Engineering*, *Head Service Operation*, *Engineering Team* dan *Operation Team* serta Staf administrasi. Pekerjaan dilakukan secara campaign dengan memobilisasi Barge yang dilengkapi dengan unit perawatan sumur ke platform yang akan di intervensi.
5. **Manajemen**
Dalam aktivitas Perawatan sumur, Sebuah aktivitas akan diawali oleh Rencana aktivitas perawatan sumur dari divisi reservoir yang memberikan WIR (*Well Intervention Request*) yang mencakup nama sumur dan reservoir yang perlu dirawat serta perolehan yang akan didapat. WIR kemudian akan diterjemahkan oleh divisi *Well Intervention* dalam bentuk WIP (*Well Intervention Program*) yang mencakup detail prosedur pelaksanaan aktivitas serta biaya yang dicanangkan. Setelah WIP divalidasi oleh Divisi kemudian direncanakan dalam *Planning* yang mencakup tanggal aktivitas serta unit perawatan yang akan digunakan.

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengambil data aktivitas perawatan sumur yang dilakukan dalam 2 tahun terakhir di PT. Total E&P Indonesia. Data data tersebut diambil dari area *offshore* yang memiliki 4 lapangan migas yaitu lapangan Bekapai, Sisi-Nubi, South Mahakam dan Peciko.

Pengumpulan Data Primer

Data primer yang telah dikumpulkan oleh penulis terdiri atas 2 bagian, yaitu data aktivitas perawatan sumur dan data NPT (*Non*

Productive Time) yang terjadi saat aktivitas tersebut dilakukan.

Data Aktivitas Perawatan Sumur

Data tersebut berisikan nama sumur, aktivitas perawatan sumur yang dilakukan, unit perawatan sumur yang digunakan, metode perawatan sumur yang diterapkan dan gain (perolehan migas) yang diperoleh dari hasil aktivitas perawatan sumur tersebut serta biaya yang telah dikeluarkan dalam aktivitas tersebut.

Data Non Productive Time

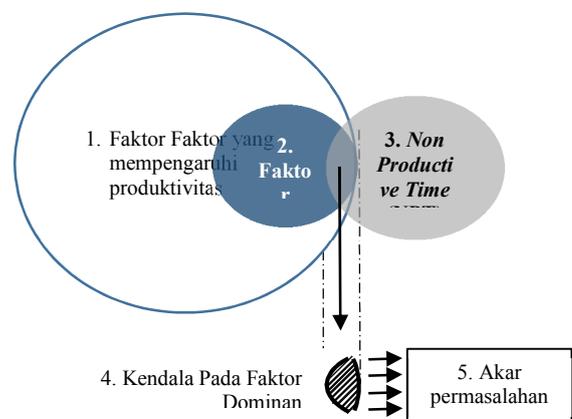
Data tersebut berisikan antara lain kendala-kendala yang telah terjadi ketika melakukan aktivitas perawatan sumur yang terkait dengan terjadinya delay pekerjaan, terjadi permasalahan teknis, serta kendala-kendala baik teknis maupun non teknis lainnya.

Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan cara mengumpulkan literature yang berbentuk buku referensi, jurnal serta penelitian yang relevan.

Metode Analisa Data

Setelah pengumpulan data primer yang terdiri dari dua data utama, yaitu data produktivitas sumur dan data NPT, kemudian dilakukan analisa data sebagaimana pada gambar-4.



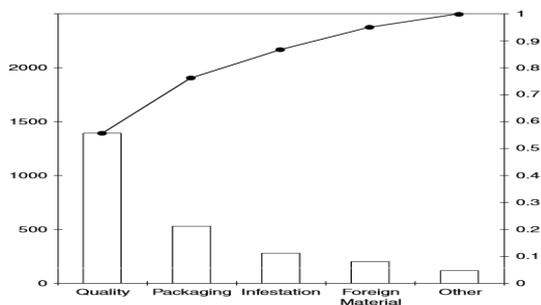
Gambar-4. Ilustrasi hubungan antara faktor dominan & NPT, Sumber diolah oleh penulis

1. Pengumpulan data dan menghitung produktivitas, kemudian mendapatkan faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas perawatan sumur.
2. Analisa data produktivitas untuk mendapatkan faktor dominan.
3. Analisa data NPT untuk mengetahui kendala yang terjadi pada faktor dominan.
4. Analisa mencari akar permasalahan terjadinya kendala.
5. Ditemukannya akar permasalahan dan kemudian melakukan perumusan rekomendasi.

Analisa Untuk Mendapatkan Faktor Dominan Produktivitas

Dalam penelitian ini, pengertian faktor dominan diasumsikan sebagai faktor-faktor yang sangat penting dan sangat berpengaruh terhadap produktivitas dalam menghasilkan nilai produktivitas yang tinggi. Dalam pengumpulan data, setelah memiliki data primer yang dikumpulkan dari 736 aktivitas perawatan sumur sebagai raw data, selanjutnya data tersebut di masukan ke dalam form tabulasi raw data dalam bentuk tabel.

Untuk mengetahui nilai produktivitas dari masing-masing sumur, kemudian dilakukan perhitungan produktivitas dengan cara membandingkan perolehan gain dalam satuan unit MMscfd dengan biaya yang dikeluarkan dalam satuan unit KUSD, adapun Nilai Produktivitas disajikan dalam satuan unit Sefd/USD. Setelah diketahui nilai produktivitas dari masing masing sumur kemudian dilakukan Analisa Pareto seperti pada gambar-5 untuk mensortir sumur-sumur mana saja yang memiliki produktivitas tertinggi.



Gambar-5. Metode Analisa Pareto, sumber: Buku “Principle of Total Quality”

Dengan Analisa Pareto, kemudian diketahui sejumlah sumur yang memiliki nilai produktivitas tinggi dengan nilai > 100 Scfd/USD. Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas, yaitu:

- *Man*, yang terdiri dari Supervisor (Supv.), crew dan *specialist* perawatan sumur (*Spec.*)
- *Machine*, yang terdiri dari *Electric Line Unit* (EL), *Coil Tubing Unit* (CTU), *Well Testing Unit* (WT), *Snubbing Unit* (SN) dan *Slick Line Unit* (SL).
- *Material*, yang terdiri dari *additional material* (*Add Material*).
- *Method*, yang terdiri dari Tipe job serta prosedur. Adapun tipe job yang dilakukan adalah sebagai berikut: *Zone Change* (ZC), *Perforation*, *Clear Tubing*, *Mechanical Water Shut Off* (MWSO), *Sand Filter* serta *Monitoring Well: Single Rate Production Logging* (SRPL), *Multi Rate Production Logging* (MRPL), *Production Basic Modul Sonde* (PBMS), *Reservoir Saturation Tool* (RST).
- *Management*, yaitu: *Planning* dan *Management of Change* (MOC).
- *External*, yaitu: *Gain* yang dalam hal ini mengambil pengertian sebagai perolehan minyak dan/atau gas.

Setelah form di atas terisi lengkap, selanjutnya dapat teridentifikasi faktor apa saja yang dominan berpengaruh pada produktivitas dengan cara mengklasifikasikan nilai Yes (Y) dan No (N). Apabila faktor tersebut memiliki jumlah Nilai (Y) lebih dari 50% dan N kurang dari 50% ($Y > 50\%$, $N < 50\%$), maka faktor tersebut dikategorikan sebagai faktor dominan. Dan apabila sebaliknya, maka faktor tersebut dikategorikan bukan faktor dominan.

Analisa Untuk Mengetahui Kendala Pada Faktor Dominan

Dalam aktivitas perawatan sumur di lapangan, kerap kali menghadapi kendala. Kendala tersebut dirangkum dan dikumpulkan dalam bentuk data NPT (*Non Productive Time*) yang merupakan waktu tidak produktif. Waktu tidak produktif merupakan waktu dimana aktivitas mengalami hambatan baik itu karena masalah teknis maupun masalah non teknis yang memiliki efek besar terhadap deliverability dan cost. Semakin tinggi waktu

Aktivitas perawatan sumur pada tahun 2016 dan 2017.

Pada tahun 2016, telah dilakukan aktivitas perawatan sumur terhadap 290 sumur dan 446 sumur pada tahun 2017. Tabel-3 menunjukkan jumlah sumur yang telah dirawat serta produktivitas yang dihasilkan, yaitu 70,8 Scfd/USD wellhead untuk 2016 dan 43,9 Scfd/USD untuk tahun 2017.

Tabel-3. Produktivitas rata-rata, Sumber: Diolah oleh penulis dari data internal

TAHUN LAPANGAN	2016		2017	
	Jumlah sumur dirawat	Produktivitas (Scfd/USD) wellhead	Jumlah sumur dirawat	Produktivitas (Scfd/USD) wellhead
Bekapai	25	238	34	113.6
Sisi-Nubi	38	94.5	90	47.9
South Mahakam	39	63.2	39	56.4
Peciko	188	45.8	283	32.5

Faktor dominan

Dalam memperoleh faktor dominan, seperti dijelaskan pada kerangka penelitian, telah dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

Tabulasi Data Hasil Pareto

Dari hasil analisa pareto, data yang telah diperoleh berupa sumur-sumur yang memiliki nilai produktivitas yang tinggi, kemudian ditabulasikan dalam table-12 pada halaman 58, sehingga terdeskripsi dengan lebih jelas untuk dapat mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas pada sumur yang telah di lakukan perawatan.

Dari data tersebut dapat diketahui bahwa faktor yang mempengaruhi produktivitas aktivitas perawatan sumur dengan cara mengidentifikasi apakah faktor tersebut digunakan/dipakai dalam aktivitas atau tidak (Yes/No). Faktor dominan adalah faktor yang dibutuhkan dalam aktivitas perawatan sumur, yang berarti dalam tabel tersebut akan memiliki nilai kebutuhan Y (Yes) lebih dari 50% dan sebaliknya, apabila tidak dibutuhkan, maka akan memiliki nilai N (No). Dengan demikian, faktor pengaruh dan pemakaian dapat teridentifikasi seperti pada tabel-4.

Tabel-4. Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas, Sumber: Diolah oleh penulis dari data internal

FAKTOR BERPENGARUH	PEMAKAIAN	
MAN	Supv (Pengawas)	100%
	Crew	100%
	Specialist (Spec.)	0%
MACHINE	Electric line unit (EL)	52%
	Coil Tubing (CTU)	1%
	Well Testing (WT)	0%
	Snubbing (SN)	0%
	Slick Line unit	80%
MATERIAL	Add. Material	53.2%
METHOD	Job Type (Program)	100%
	Procedure	100%
MANAGEMENT	Planning	100%
	Management of change	0%
EXTERNAL	Cadangan	100%

Pada data di tabel-5 terlihat bahwa faktor dominan yang mempengaruhi aktivitas perawatan sumur dengan nilai jumlah kebutuhan di atas 50% adalah:

- *Man Factor: Supervisor dan Crew*
- *Machine Factor: Barge Slick Line dan Electric Line*
- *Material Factor: Additional Material (Monitoring tool, Gun perforation)*
- *Method Factor: Program (Zone Change, Perforation, Well Monitoring)*
- *Management Factor: Planning, Prosedur*
- *External Factor: Cadangan (Reservoir Migas)*

Faktor dominan tersebut adalah faktor yang sangat penting dalam produktivitas perawatan sumur. Namun pada kenyataannya aktivitas perawatan sumur menghadapi kendala kendala yang terjadi di lapangan. Kendala tersebut dirangkum dan dikumpulkan dalam bentuk data NPT (*Non Productive Time*) yang merupakan waktu tidak produktif. Waktu tidak produktif merupakan waktu dimana aktivitas mengalami hambatan baik itu karena masalah teknis

maupun masalah non teknis yang memiliki efek besar terhadap deliverability dan cost. Semakin tinggi waktu tidak produktif maka akan semakin kecil deliverabilitynya sedangkan cost akan terbuang percuma dan sebagai hasilnya maka nilai produktivitas akan berkurang. Kendala kendala yang terjadi dilapangan di rangkum dalam data *Non Produktive Time* (NPT).

Kendala Pada Faktor Dominan

Dari data NPT tersebut, dengan menggunakan *fishbone diagram*, dapat terlihat dengan lebih sederhana kendala-kendala yang terjadi dan mengganggu faktor dominan dalam mencapai produktivitas yang tinggi. Hasil diagram fishbone dapat disederhanakan seperti tabel-5.

FAKTOR DOMINAN		KENDALA
MAN	Supervisor, Crew	Ketersediaan <i>Supervisor</i>
		Ketersediaan Crew <i>Slick Line</i>
MACHINE	Barge Slick Line, Electric Line	Kerusakan <i>Power pack</i>
		<i>Radiator engine overheat</i>
		Kerusakan <i>Crane</i>
		Ketersediaan <i>supply</i> Listrik ke <i>platform</i>
		<i>Hydraulic hose bocor</i>
		Kabel <i>electric line</i> putus
		<i>Load cell error</i>
		<i>Tool catcher</i> tidak dapat bekerja (<i>malfunction</i>)
		<i>Measuring wheel</i>
		<i>Wire kink (fatigue)</i>
MATERIAL	Gun & Explosive, Monitoring tool	<i>Monitoring tool error</i> dan karena armor rusak
		<i>Well tec motor hardware</i>
METHOD	Zone change, Perforation, Well Monitoring	Kesiapan program
		<i>Gun misfired</i>
		<i>Tool string</i> stuck dan tertinggal di dalam sumur
		<i>Monitoring tool</i> tidak bekerja dengan baik

Tabel-5. Faktor Dominan dan Kendala

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam analisa ini kemudian dibentuk *Focus Group Discussion* (FGD) yang terdiri dari key personel atau pakar. Adapun analisa yang dilakukan menggunakan *Root Cause Analysis* dimana teknis pelaksanaannya penulis melakukannya dengan teknik *Cause Tree Analysis* (CTA).

Man Factor (Faktor Manusia)

Telah diketahui dari penjelasan sebelumnya bahwa terdapat 2 kendala pada faktor manusia yang terjadi pada aktivitas perawatan sumur, yaitu:

- Aktivitas terhenti karena supervisor berhalangan.
- Aktivitas terhenti karena crew Slick Line hanya ada 1 set dan tidak dapat bekerja 24 jam (2 shift)

Machine Factor (Faktor Mesin)

Pada faktor mesin/peralatan telah diketahui dari penjelasan sebelumnya bahwa terdapat 10 kendala pada faktor peralatan yang terjadi pada aktivitas perawatan sumur, yaitu:

- Aktivitas terhenti karena kerusakan *Power Pack*
- Aktivitas terhenti karena radiator *engine over heat*.
- Aktivitas terhenti karena kerusakan pada crane
- Aktivitas terhenti karena tidak tersedia *supply* Listrik ke *platform*
- Aktivitas terhenti karena *hydraulic house* bocor
- Aktivitas terhenti karena *Cabel Electric Line* putus.
- Aktivitas terhenti karena *Load cell error*
- Aktivitas terhenti karena *Tool Catcher malfunction*
- Aktivitas terhenti karena *Measuring wheel*
- Aktivitas terhenti karena *Wire Slick line kink*

Material Factor (Faktor Material)

Pada faktor material telah diketahui dari penjelasan sebelumnya bahwa terdapat 2 kendala pada faktor peralatan yang terjadi pada aktivitas perawatan sumur, yaitu:

1. Aktivitas terhenti karena Monitoring tool malfunction
2. Aktivitas terhenti karena Kerusakan Welltec motor hardware

Method Factor (Faktor Metode)

Telah diketahui dari penjelasan sebelumnya bahwa terdapat 4 kendala pada faktor metode yang terjadi pada aktivitas perawatan sumur, yaitu:

- Kesiapan program
- Terjadi kegagalan perforasi karena *gun misfired*
- *Tool stuck* di dalam sumur
- *Monitoring tool failure*

Penyusunan Rekomendasi

Penyusunan rancangan rekomendasi dengan FGD seperti di bawah ini.

1. Man Factor

Pada Faktor manusia, terdapat 2 kendala dan 3 akar permasalahan serta 3 rekomendasi seperti ditunjukkan pada tabel-6.

Tabel-6. Hasil Analisa *Root Cause Analysis* pada faktor manusia

No	Problem	Root Causes	Recommendation
1	Aktivitas terhenti karena tidak ada supervisor	Lack of coordination	To improve coordination within division
2	Crew Slick line hanya ada 1 set	Unpredicted Ops took more than 12 hours	To improve planning
		As per contract = 1 set crew	To amendemen the contract to have 1 additional crew

2. Machine Factor

Pada Faktor mesin/peralatan, ditunjukkan pada tabel-7, terdapat 10 kendala dan 16 akar permasalahan serta 16 rekomendasi.

Tabel-7. Hasil Analisa *Root Cause Analysis* pada faktor machine

No	Problem	Root Causes	Recommendation
1	Power pack problem	Lack of maintenance	To Improve PM
		No spare part on site	
2	Radiator engine overheat	Contractual doesn't mention the back up shall be available on site	Amandemen the contract
		Lack of maintenance	
3	Crane Problem	Lack of maintenance	To improve PM
4	No electric power supply to PF	Lack of maintenance	To improve PM
		Contractual doesn't mention the back up shall be available on site	
5	Hydraulic hose (SL)	Bad house keeping	Training
		Lack of coordination	To improve Planning and coordination with service co.
6	Kabel electric line putus (EL)	Lack of anticipation/preparation	To improve preparation
			Training related to ops
7	Load cell (EL)	Lack of coordination	To improve Planning and coordination with service co.
		Lack of maintenance	To improve maintenance
8	Tool catcher (EL)	Lack of maintenance	To improve maintenance
9	Measuring wheel (Depth counter) error	Lack of coordination	To improve Planning and coordination with service co.
10	Wire kink (SL)	Lack of awareness during spooling	Training

3. Material Factor

Pada Faktor material seperti ditunjukkan pada tabel-8, terdapat 2 kendala dan 2 akar permasalahan serta 2 rekomendasi.

Tabel-8. Hasil Analisa *Root Cause Analysis* pada faktor material

No	Problem	Root Causes	Recommendation
1	Monitoring tool error	Lack of coordination	To improve Planning and coordination with service co.
2	Well tec motor hardware (EL)	Lack of maintenance of hardware	To improve maintenance

4. Method Factor

Pada faktor metode seperti pada tabel-9, terdapat 4 kendala dan 10 akar permasalahan serta 10 rekomendasi.

Tabel-9. Hasil Analisa *Root Cause Analysis* pada faktor method

No	Problem	Root Causes	Recommendation
1	Kesiapan program	High skill requirement	Training
		Limited reserve	Exploration
		Limited Service co.	Provide diversity of service. Co
		Expensive tools	Searching for new tools/alternatives
2	Gun misfired	Vendor Qc	Audit vendor
		Not comply procedure during installation	Re-inforce procedure
		Lack of maintenance	Improve tools maintenance
3	Tool stuck inside the well	Lack of skills, knowledge, experience	Training
4	Monitoring tool failure	Lack of maintenance	Improve tools maintenance
		Not comply procedure during installation	Re-inforce procedure

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian ini, penulis menarik kesimpulan bahwa pada aktivitas perawatan sumur yang dilakukan di area offshore PT. Total E&P Indonesia selama kurun waktu 2 tahun yaitu tahun 2016 dan 2017, ditemukan terdapat 12 faktor dominan yang mempengaruhi produktivitas perawatan sumur. Faktor dominan tersebut terbagi dalam 5 bagian utama sebagai berikut:

- *Man Factor: Supervisor dan Crew*
- *Machine Factor: Unit Slick Line dan Unit Electric Line*
- *Material Factor: Monitoring tool, Gun dan Explosive*
- *Method Factor: Zone Change, Perforation, Well Monitoring*
- *Environment Factor: Management planning dan Prosedur*

Dalam rangkaian pengumpulan data dan analisa pada penelitian ini, diketahui bahwa faktor

dominan adalah merupakan faktor yang menunjang aktivitas dalam memperoleh nilai produktivitas yang tinggi (*positive factor*). Sedangkan *Non Productive Times* adalah merupakan aktivitas yang tidak produktif dalam hal ini direpresentasikan dalam satuan waktu. Dengan metode “Penggabungan analisa data antara faktor dominan dan *Non Productive Time*” yang dilakukan telah menemukan bahwa dari ke 12 faktor dominan tersebut, 9 diantaranya memiliki kendala yang perlu diperbaiki. Dan telah ditemukan 18 macam kendala yang menghambat ke 9 faktor dominan.

Pada kendala yang menghambat faktor dominan tersebut telah dianalisa menggunakan *Root Cause Analysis* dengan teknik CTA (*Cause Tree Analysis*) yang dilakukan dengan *Focus Group Discussion* (FGD) dan telah ditemukan 31 akar permasalahannya.

Berdasarkan akar permasalahan ini, penulis telah melakukan FGD kembali untuk merumuskan rekomendasi. Di dalam perumusan rekomendasi, diketahui terdapat 31 rekomendasi untuk perbaikan. Pada rekomendasi tersebut terdapat beberapa rekomendasi yang sejenis seperti perlunya perbaikan maintenance serta perlunya memperbaiki koordinasi yang kemudian secara garis besar rekomendasi tersebut terangkum dalam 9 hal utama yaitu:

- Perlunya ada perbaikan pada Periodic Maintenance peralatan.
- Perlunya dilakukan Renual/revisi pada klausul kontrak Unit Slick Line untuk mengakomodasi kepentingan pekerjaan 24 jam.
- Perlunya memperbaiki koordinasi dalam membuat dan melaksanakan planning baik di internal divisi (antar departemen) dan dengan divisi lain (antar divisi).
- Perlunya pengawasan yang lebih baik terhadap pelaksanaan prosedur, khususnya terhadap pelaksanaan aktivitas di lapangan.
- Perlunya dilakukan training terhadap tenaga kerja dilapangan serta engineer untuk meningkatkan keterampilan.
- Perlunya melakukan audit terhadap vendor untuk memastikan bahwa kualitas material yang digunakan memiliki kualitas yang baik.
- Perlunya menambah atau memperkaya jumlah vendor untuk menghindari monopoli

serta berpeluang dalam usaha mendapatkan service dan biaya (*Service cost. Material cost*) yang lebih baik.

- Perlunya penggiatan studi untuk mendapatkan teknologi yang lebih baik sehingga dapat mengurangi resiko kegagalan tool atau mengurangi running hours. Adapun study atau penelitian tersebut dapat melibatkan pihak perguruan tinggi atau perusahaan lain untuk benchmarking, sehingga dapat melakukan percepatan dalam hal memperkaya teknologi.
- Perlunya penggiatan eksplorasi dalam rangka memperbanyak cadangan, namun hal ini tidak termasuk dalam skop penelitian yang dilakukan penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmed, Tanvir., et al., An Application of Pareto Analysis and Cause-Effect Diagram for Minimizing Defect Percentage in Sewing Section of a Garment Factory in Bangladesh, International Journal of Modern Engineering Research, Bangladesh, 2013.
- [2] Alvarado, Vladimir., EOR (Enhanced Oil Recovery), Elsevier, Burlington USA, 2010.
- [3] Arikunto, Suharsimi., Manajemen Penelitian, Rineka Cipta, Cetakan ke-12, 2013.
- [4] Bart van Ark et al., Productivity, Technology and Economic growth, Springer science + Business Media, New York, 2000.
- [5] Bekdik. Baris., Improving productivity in building construction, DTU Management Engineering, Denmark, 2017.
- [6] Brasch. Thomas Von., Measuring productivity - concept and evidence from Norway, Department of Economic-University of Oslo, Oslo, 2015.
- [7] BP Statistical Review of World Energy, 65th edition, 2016.
- [8] Brian L. Friedman., Productivity in crude oil and natural gas production, Bureau of Labour statistics, 1992.
- [9] Carlson, Jon., et al., Sand control: why and how?, Chevron Service Co. 1992.
- [10] A detailed analysis of the productivity performance of oil and gas extraction in Canada, Centre for the study of living standard (CSLS), Ottawa, 2009.
- [11] Daniel, Gene., and White, Jerry., Fundamental of fracturing, SPE, Texas, 1980.
- [12] Drilling-well drilling from exploration to completion, Short, J.A. Jim, Penn Well Books, Oklahoma, 1983.
- [13] Devold, Havard., An introduction to oil & gas production, ABB Oil and Gas, Oslo, 2009.
- [14] DGEP/SE, Cause Tree Analysis, Total, Balikpapan, 2003.
- [15] Dharma, Ade Setia., et al, Electric line technical book, Total, Balikpapan, 2008.
- [16] Educational material from ICAI, Operation management and strategic management, The institute of cost accountant of india, Kolkata, 2016.
- [17] Educational Material from the IOM3 Oil and Gas Division An Introduction to Oil & Gas Drilling and Well Operations, The Institute of Material, Mineral & Mining.
- [18] Ewe Chye, Lim., The analysis of productivity in Building Construction, Loughborough University, Loughborough, 1996.
- [19] Gasperz, Vincent., Manajemen Productivitas Total, Vincent Foundation-Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1998.
- [20] Hanevi Djasri, dr, MARS, Konsep RCA.