



Konektivitas Fasies *Sand Bar*, *Sand Flat* dan *Mixed Flat* Pada Reservoir Lapangan “LH”, Cekungan Sumatera Tengah, Indonesia

Ahmad Lutfi¹, Ildrem Syafri¹, Abdurrokhim¹
¹Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran
Email: ahmad16011@mail.unpad.ac.id

ABSTRAK

Analisis konektivitas reservoir adalah sebuah kajian yang melibatkan data-data geologi dan *engineering* yang bersifat kualitatif dan kuantitatif untuk mengetahui hubungan vertikal dan horizontal *sand body* pada sebuah reservoir. Terkait dengan hal tersebut, penelitian dilakukan pada salah satu daerah operasi PT. CPI, pada Lapangan “LH”, Cekungan Sumatera Tengah. Metode penelitian yang digunakan adalah dekripsi batuan inti (*core*), analisis elektrofasis dan analisis tekanan sumur. Deskripsi *core* sepanjang 36 ft digunakan untuk mengetahui karakteristik batuan, analisis elektrofasis pada 14 data log sumur untuk mengetahui persebaran fasies dan analisis tekanan sumur pada 33 titik pengukuran untuk mengetahui hubungan antara *sand body* sumur satu dengan sumur yang lainnya. Berdasarkan metode tersebut, daerah penelitian dibagi menjadi 3 fasies yaitu fasies *sand bar* yang berbentuk *cylindrical shape* dengan ukuran butir batupasir sangat kasar-medium serta struktur sedimen *crossbedding* dan imbrikasi. Fasies *sand flat* yang berbentuk *bell shape* dengan ukuran butir batupasir medium-sangat halus serta struktur sedimen flaser, *wavy* dan bioturbasi serta fasies *mixed flat* yang berbentuk *funnel shape*. Setiap fasies dibagi menjadi *sand bar/sand flat/mixed flat* 1 dan 2 yang berada pada Intertidal pada Lingkungan Pengendapan *Tide Dominated Estuary*.

Kata Kunci: *Cekungan Sumatera Tengah, Konektivitas, Estuary, Fasies*

ABSTRACT

Analysis of reservoir connectivity is a study involving qualitative and quantitative geological and engineering data to determine the vertical and horizontal sand body relationships in a reservoir. Related to this, the study was conducted in one of the operational areas of PT. CPI, on the "LH" Field, Central Sumatra Basin. The research method used is core rock decryption, electrofacies and well pressure analysis. Description of the 36 ft long core is used to determine the characteristics of the rock, analysis of electrofacies in 14 well log data to determine the distribution of facies and well pressure analysis at 33 measurement points to determine connectivity well by well. Based on this method, the study area is divided into 3 facies, namely sand bar facies which are cylindrical shape with very coarse-medium sandstone grain size and crossbedding and imbrication sedimentary structures. Bell flat sand-shaped facies with medium-fine grain size and flaser, wavy and bioturbation sedimentary structures and mixed flat-shaped funnel-shaped facies. Each facies are divided into sand bars / sand flats / mixed flats 1 and 2 which are in Intertidal in the Tide Dominated Estuary

Keyword: *Central Sumatra Basin, Connectivity, Estuary, Facies*

PENDAHULUAN

Cekungan Sumatera Tengah merupakan salah satu cekungan yang sudah berproduksi yang dikelola oleh PT. CPI Cekungan ini terletak di wilayah operasi bagian Sumatera dan merupakan salah satu daerah penyumbang minyak bumi terbesar di Indonesia.

Di Indonesia, industri minyak dan gas bumi masih memegang peranan penting dalam menunjang program pembangunan negara. Hal tersebut mendorong perusahaan minyak untuk berinovasi memaksimalkan produksi pada lapangan minyak yang telah ada dengan mengembangkan konsep baru. Analisis konektivitas dengan memadukan data geologi dan *engineering* dapat menjadi inovasi dan konsep baru didalam memaksimalkan potensi sumur-sumur lama. Analisis konektivitas ini akan memberikan gambaran mengenai variasi *sand body* dan fasies, jumlah fasies serta hubungan antara fasies-fasies serta tersebut pada reservoir secara vertikal dan horizontal di tiap-tiap sumur yang ada di lapangan penelitian. Oleh karena itu aspek-aspek seperti interpretasi fasies secara vertikal dan horizontal sangat ditekankan untuk mendapatkan analisis yang komprehensif mengenai konektivitas. Kemudian pada akhirnya dengan analisis ini dapat mengetahui apakah ada bagian

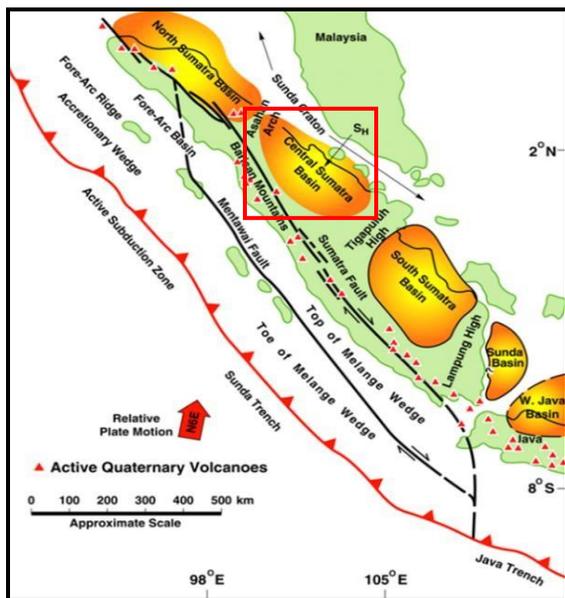
reservoir yang masih mengandung hidrokarbon akibat belum di produksi dikarenakan adanya variasi konektivitas *sand body* dan fasies tersebut.

METODOLOGI

Analisis pertama yang dilakukan adalah analisis data *core*. Data batuan inti (*core*) adalah data yang sangat penting untuk mengetahui karakteristik batuan, struktur sedimen dan pola *stacking* vertikal yang memberikan gambaran mengenai tipe fasies dan lingkungan pengendapan daerah penelitian. Kemudian dilakukan analisis elektrofases dilakukan berdasarkan pola-pola yang ada pada data *wireline log*. Analisis ini digunakan untuk mengetahui persebaran dan distribusi fasies. Kemudian analisis tekanan sumur yang dilakukan untuk mengetahui hubungan atau *connectivity* reservoir secara vertikal dan horizontal. Hubungan vertikal digunakan untuk mengetahui heterogenitas *sand body* pada sebuah reservoir, sedangkan hubungan secara horizontal untuk mengetahui hubungan *sand body* pada setiap sumur yang ada di daerah penelitian. Kemudian melakukan korelasi data sumur yang ada di Lapangan "LH". Korelasi merupakan langkah penentuan unit stratigrafi dan struktur yang mempunyai persamaan waktu, umur, dan posisi stratigrafi (Morton & Woods. 1993)

GEOLOGI REGIONAL

Cekungan Sumatera Tengah merupakan cekungan belakang busur (*back arc basin*) yang berkembang sepanjang tepi Paparan Sunda di barat daya Asia Tenggara (**Gambar 1**). Cekungan ini terbentuk akibat penunjaman Lempeng Samudera Hindia yang bergerak relatif ke arah utara dan menyusup ke bawah Lempeng Benua Asia. Terbentuk pada Awal Tersier (Eosen-Oligosen), berbentuk asimetris yang berarah barat laut-tenggara. Hal ini disebabkan karena adanya patahan-patahan yang umumnya berbentuk struktur *half graben*, akibat dari gaya ekstensional.



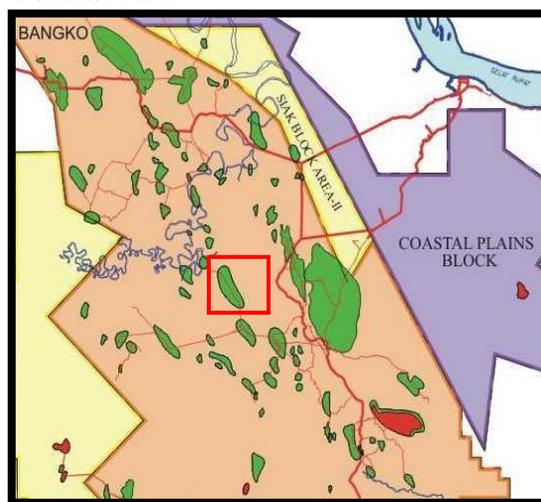
Gambar. 1 Peta Cekungan Sumatera Tengah (Kotak Merah). (Heidrick & Aulia, 1993)

Secara stratigrafi, urutan batuan pada cekungan ini, diawali oleh *Basement*, kemudian dilanjutkan dengan pengendapan Kelompok Pematang sebagai batuan induk, serta Kelompok Sihapas yang terdiri atas

Formasi MN, Formasi BK, Formasi BP, Formasi DR, sebagai kandidat batuan reservoir dan Formasi TL sebagai *seal*. Terdapat 4 fase tektonik yang ada di Cekungan Sumatera Tengah yaitu F0, F1, F2 dan F3. Kelompok Sihapas terbentuk pada fase tektonik F2 berlangsung pada Miosen Awal sampai Miosen Tengah, merupakan fase suksesi transgresi, yang dimana Cekungan Sumatera Tengah mengalami penurunan yang mengakibatkan air laut menggenangi cekungan ini. Kelompok Sihapas mulai terendapkan yang tersusun oleh batuan klastika lingkungan *fluvial – deltaic* sampai laut dangkal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

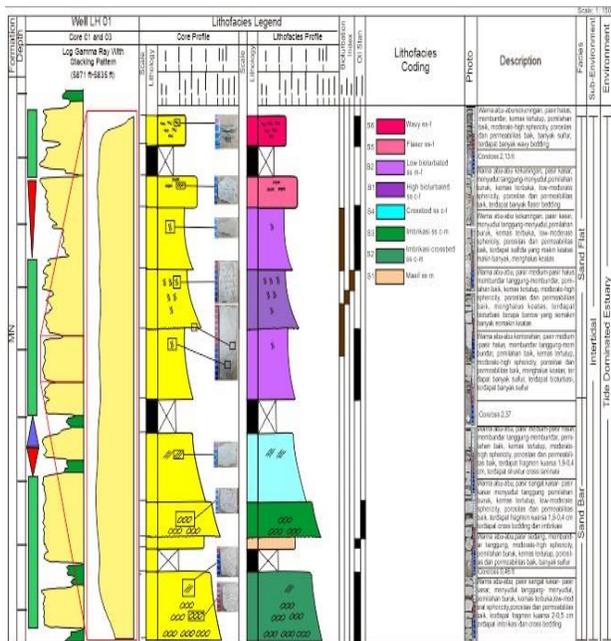
Lapangan “LH”, berada pada bagian barat laut, Lapangan Duri, Riau (**Gambar 2**). Lapangan “LH” memiliki panjang 6,55 km dan lebar 5,55 km yang berada pada *Top* Formasi MN.



Gambar. 2 Lokasi daerah penelitian (Kotak Merah) (PT. CPI, 2008)

Analisis Deskripsi Batuan Inti (Core)

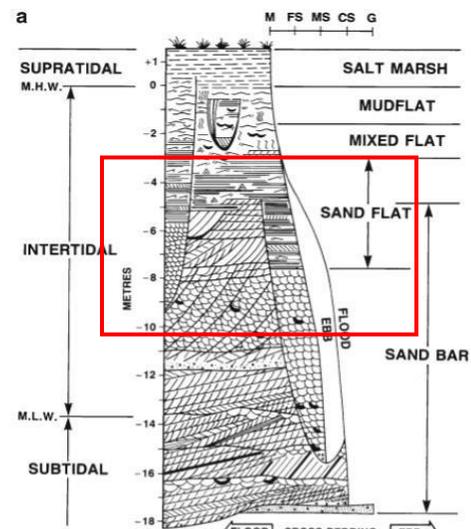
Analisis batuan inti (*core*) pada Lapangan “LH” yang terlihat pada **Gambar 3** dilakukan pada kedalaman 5871-5835 ft dengan tebal *core* 36 feet (ft) pada Sumur “LH” 01.



Gambar. 3 Litologi log berdasarkan deskripsi *core* (batuan inti) di sumur 1 Lapangan “LH”

Berdasarkan deskripsi, batuan inti (*core*) tersebut berada pada Formasi MN yang ditandai dengan adanya *sequence boundary* (sb) yang memisahkan Formasi MN dengan Kelompok Pematang. Hal ini juga didukung oleh interpretasi pola *gamma ray* pada sumur kunci (sumur “LH” 01). Berdasarkan deskripsi batuan inti (*core*), litologi yang ditemukan adalah batupasir sangat halus, batupasir halus, batupasir medium, batupasir kasar dan batupasir sangat kasar dengan *vertikal stacking pattern* menghalus keatas. Selain itu juga ditemukan struktur sedimen seperti *crossbed*, imbrikasi serta bioturbasi, flaser

dan *wavy* yang mengindikasikan pengendapan yang dipengaruhi oleh *tidal* (Boggs, S 2006). Berdasarkan kehadiran struktur sedimen, karakteristik litologi dan *vertical stacking pattern* daerah penelitian berada pada lingkungan pengendapan *tidal dominated estuary* (Davis Jr & Dalrymple. 2011) pada sub-lingkungan pengendapan Intertidal. Fasies pada daerah penelitian berdasarkan kehadiran struktur sedimen, *vertical stacking pattern*, karakteristik litologi dan kecocokan dengan model fasies Davis Jr & Dalrymple. (2011), maka fasies Lapangan “LH” dibagi menjadi 2 yaitu *sand bar* dan *sand flat* (**Gambar 4**)



Gambar 4. Model fasies *tidal dominated estuary* (Davis Jr & Dalrymple. 2011)

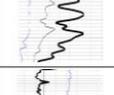
Fasies *sand bar* pada sampel batuan inti berada pada bagian bawah sedangkan fasies *sand flat* berada pada bagian atas. *Sand bar* dicirikan oleh ukuran butir yang relatif kasar (batupasir sangat kasar-batupasir medium) dan juga dicirikan oleh struktur sedimen imbrikasi dan *cross bed*. Sementara itu *sand*

flat pada sampel batuan inti dicirikan oleh ukuran butir yang relatif lebih halus (batupasir halus-batupasir sangat halus) dengan berbagai struktur sedimen yang hadir seperti bioturbasi, flaser dan wavy.

Analisis Elektrofases

Analisis elektrofases pada sumur-sumur di Lapangan "LH" dilakukan berdasarkan *vertical stacking pattern* ada di sumur-sumur Lapangan "LH" serta membandingkannya dengan model *vertical stacking pattern* yang ada di model Davis Jr & Dalrymple. (2011). Berdasarkan model tersebut, fasies *sand bar* menunjukkan elektrofases *Cylindrical shape (blocky)* sedangkan fasies *sand flat* menunjukkan elektrofases *bell shape (fining upward)*. Terdapat elektrofases yang lain pada berbagai sumur yang di Lapangan "LH" yaitu *funnel shape (coarsening upward)*. Elektrofases ini diinterpretasikan sebagai fasies *mixed flat* (Desjardins et,al. 2012) yang dilihat berdasarkan asosiasi fasies vertikal yang berada didekatnya. *Bell shape* selalu berada diatas *cylindrical* dan *funnel shape* yang dimana jika dilihat berdasarkan model yang dikemukakan oleh Davis Jr & Dalrymple (2011), maka *mixed flat* merupakan fasies yang paling memungkinkan untuk elektrofases *bell shape*. Hubungan antara fasies dan elektrofases pada Lapangan "LH" dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Hubungan pola *stacking* vertikal pada model Dalrymple dengan tipe fasies.

No	Pola Stacking Vertikal	Respon Log	Type Log	Tipe Fasies	Warna
1	Coarsening Upward	Funnel Shape		Mixedflat	
2	Fining Upward	Bell Shape		Sandflat	
3	Blocky	Cylindrical Shape		Sandbar	

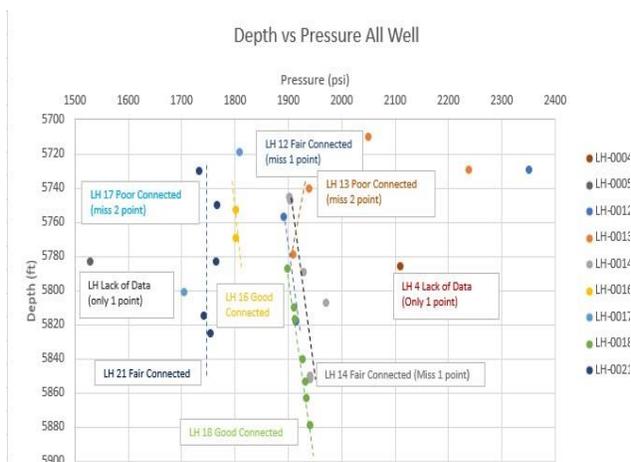
Analisis Konektivitas Vertikal dan Horizontal

Interpretasi data tekanan sumur (**Tabel 2**) dilakukan untuk mengetahui hubungan vertikal sebuah *sand body* dan hubungan horizontal *sand body* pada semua sumur pemboran yang ada di Lapangan "LH". Interpretasi sebuah *sand body* terhubung dengan baik pada sebuah sumur secara vertikal diidentifikasi dengan adanya nilai yang selaras antar nilai tekanan sumur dengan kedalaman. Adanya anomali pada tekanan terhadap ke dalam dapat diidentifikasi sebagai adanya perubahan kandungan fluida pada *sand body* tersebut.

Tabel. 2 Data analisis tekanan pada berbagai sumur di Lapangan "LH"

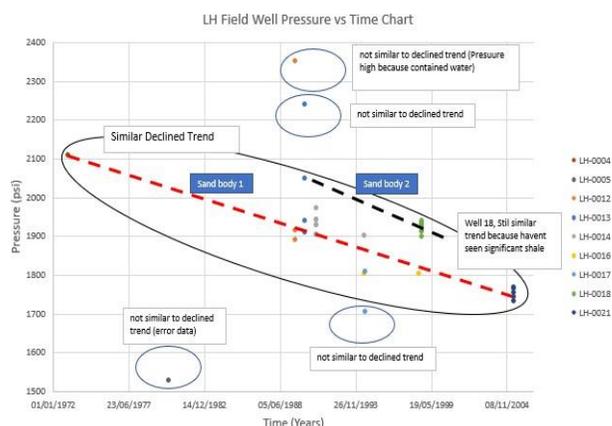
No	Field	Well Name	TYPE	DATE	DEPTH (MD)	PRESSURE (PSI)	TVDS
1	LH FIELD	LH-0004	SEHP	09/02/1973	5838	2103	5786
2	LH FIELD	LH-0005	SEHP	12/05/1980	5835	1528	5783
3	LH FIELD	LH-0012	RFT	22/07/1989	5785	2351	5729
4	LH FIELD	LH-0012	RFT	22/07/1989	5813	1691	5757
5	LH FIELD	LH-0012	RFT	22/07/1989	5874	1914	5818
6	LH FIELD	LH-0013	RFT	21/03/1930	5769	2049	5710
7	LH FIELD	LH-0013	RFT	21/03/1930	5786	2238	5729
8	LH FIELD	LH-0013	RFT	21/03/1930	5797	1938	5740
9	LH FIELD	LH-0013	RFT	21/03/1930	5836	1908	5779
10	LH FIELD	LH-0014	RFT	15/07/1994	5810	1902	5745
11	LH FIELD	LH-0014	RFT	23/01/1991	5812	1903	5747
12	LH FIELD	LH-0014	RFT	23/01/1991	5812	1903	5747
13	LH FIELD	LH-0014	RFT	23/01/1991	5854	1928	5789
14	LH FIELD	LH-0014	RFT	23/01/1991	5854	1928	5789
15	LH FIELD	LH-0014	RFT	23/01/1991	5872	1971	5807
16	LH FIELD	LH-0014	RFT	23/01/1991	5917	1941	5850
17	LH FIELD	LH-0014	RFT	23/01/1991	5917	1941	5852
18	LH FIELD	LH-0016	RFT	16/07/1998	5830	1902	5769
19	LH FIELD	LH-0016	RFT	15/07/1994	5914	1802	5753
20	LH FIELD	LH-0017	RFT	09/08/1994	5780	1809	5719
21	LH FIELD	LH-0017	RFT	09/08/1994	5862	1705	5801
22	LH FIELD	LH-0018	RFT	12/09/1998	5846	1898	5787
23	LH FIELD	LH-0018	RFT	12/09/1998	5868.5	1911	5810
24	LH FIELD	LH-0018	RFT	12/09/1998	5876	1912	5817
25	LH FIELD	LH-0018	RFT	12/09/1998	5939	1906	5840
26	LH FIELD	LH-0018	RFT	12/09/1998	5912	1931	5853
27	LH FIELD	LH-0018	RFT	12/09/1998	5922	1933	5863
28	LH FIELD	LH-0018	RFT	12/09/1998	5937	1940	5879
29	LH FIELD	LH-0021	RFT	20/05/2005	5791	1732	5730
30	LH FIELD	LH-0021	RFT	20/05/2005	5811.08	1766	5750
31	LH FIELD	LH-0021	RFT	20/05/2005	5844	1784	5763
32	LH FIELD	LH-0021	RFT	20/05/2005	5878.08	1742	5815
33	LH FIELD	LH-0021	RFT	20/05/2005	5886	1753	5825

Berdasarkan analisis data tekanan sumur secara vertikal yang terlihat pada **Gambar 5**, hubungan vertikal pada *sand body* tiap sumur dibagi menjadi 4 kelas yaitu *good connectivity* (sumur 16,18 dan 21), *Fair Connectivity* (sumur 12 dan 14), *Poor Connectivity* (sumur 13 dan 17) serta *Lack of Data* (Sumur 4 dan 5). *Good connectivity* berarti pada sumur 16,18 dan 21 terdiri dari 1 *sand body* yang saling terhubung. *Fair Connectivity* ditandai dengan adanya 1 titik tekanan yang berbeda dengan yang lain sedangkan *Poor Connectivity* ditandai dengan adanya anomali 2 titik tekanan. Berdasarkan analisis *pressure gradient*, titik-titik perbedaan nilai tekanan terjadi karena mengandung *water* sementara yang lain mengandung *oil*. Berdasarkan analisis tersebut, kelas *fair* dan *poor connectivity* terbagi menjadi 2 *sand body* yang berbeda. Sedangkan sumur 4 dan 5 digolongkan sebagai *lack of data* karena hanya memiliki 1 data tekanan sumur.



Gambar 5. Analisis tekanan sumur pada Lapangan “LH” didalam menentukan hubungan *sand body* secara vertikal.

Berdasarkan analisis tekanan sumur secara horizontal yang terlihat pada **Gambar 6**, terdapat 2 *sand body* pada Lapangan “LH”. *Sand body* tersebut dibagi menjadi *sand body 1* sumur 4, 12,13 (dua titik tekanan bagian bawah), 14,16, 17) dan *sand body 2* sumur 13 (1 titik tekanan bagian atas) dan 18). Kedua *sand body* tersebut diinterpretasikan sebagai dua *sand body* yang berbeda karena memiliki garis *trend* yang berbeda. Garis *trend* tersebut merupakan garis yang menunjukkan adanya hubungan antara tekanan dan waktu, karena dari waktu ke waktu tekanan reservoir akan menurun maka garis *trend* akan menunjukkan garis lurus yang mengarah kebawah.

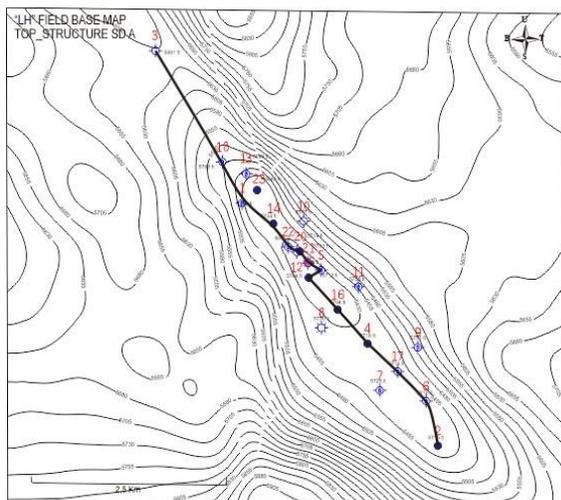


Gambar 6. Analisis Tekanan sumur pada Lapangan “LH” didalam menentukan hubungan *sand body* secara horizontal.

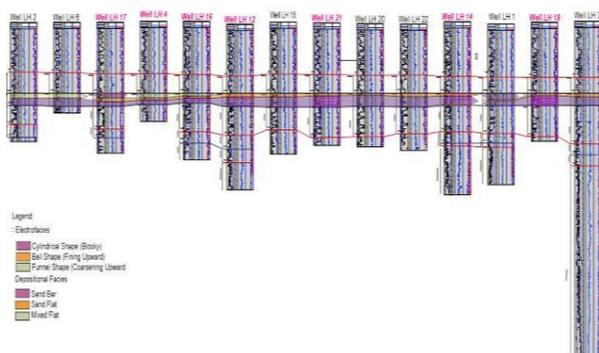
Analisi Korelasi Data Sumur

Kemudian setelah dilakukan analisis penentuan fasies dan asosiasi fasies yang ada pada lapangan penelitian, dilakukan korelasi terhadap semua well yang ada di lapangan (**Gambar 7**) melalui *traverse section*. Korelasi fasies dan asosiasi fasies

selain mempertimbangkan aspek elektrofases, juga didukung oleh analisis data tekanan yang telah dilakukan pada berbagai sumur yang ada di Lapangan “LH”.



Gambar 7. Traverse section Lapangan “LH”



Gambar 8. Korelasi sand body pada log sumur Lapangan “LH”

Traverse section yang terlihat pada Gambar 8 terdiri atas sumur 2,6,17,4,16,15,12,2,20,22,14,1,18 dan 3. Traverse section ini memiliki arah sayatan barat laut-tenggara. Pada traverse section ini terdapat 3 fasies yang dianalisis berdasarkan kesamaan bentuk log gamma ray serta kecocokan dengan data deksripsi

core. Fasies tersebut adalah sand bar, sand flat dan mixed flat. Sand bar dan sand flat pada traverse section 1 terdiri dari 2 tipe yang berbeda, yaitu sand bar/sand flat 1 dan sand bar/sand flat 2. Sand bar 1 terdapat pada sumur 3,18 dan 1 sedangkan sand bar 2 terdapat pada sumur 2,6,17, 4,16,15,12,2,20,22 dan 14. Sand flat 1 terdapat pada sumur 3,18 dan 1 sedangkan sand flat 2 terdapat pada sumur 2,6,17,4,16,15,12,2,20 dan 22. Mixed flat pada sumur traverse section ini terdapat pada sumur 4,16,6 dan 2.

Fasies sand bar merupakan fasies yang menjadi sand body prospect pada daerah penelitian, karena memiliki bentuk yang blocky dan clean sand, distribusi yang luas serta nilai ketebalan yang besar.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Lapangan “LH”, didapatkan beberapa kesimpulan yaitu:

1. Berdasarkan deskripsi batuan inti (core), terdapat litologi batupasir sangat halus, batupasir halus, batupasir medium, batupasir kasar dan batupasir sangat kasar dengan lingkungan pengendapan Tide Dominated Estuary (Estuary), sub-lingkungan pengendapan Intertidal.
2. Berdasarkan analisis deksripsi batuan inti (core), elektrofases dan analisis tekanan

sumur terdapat 3 fasies yaitu fasies *Sand bar*, *Sand Flat* dan *Mixed Flat*. Terdapat heterogenitas pada setiap fasies yaitu, *Sand bar* memiliki 2 tipe fasies yang berbeda, yaitu *sand bar* 1 dan 2, *sand flat* terdiri dari fasies *sand flat* 1 dan 2 serta fasies *mixed flat* yang juga terdiri dari fasies *mixed flat* 1 dan 2.

3. *Sand bar* merupakan *reservoir prospect* dikarenakan memiliki distribusi fasies yang luas, nilai ketebalan besar serta lebih sedikit mengandung *mud/shale (clean sand)*

DISKUSI DAN SARAN

Penelitian yang dilakukan oleh penulis hanya sebatas untuk mengetahui konektivitas *sand body* yang ada pada fasies *sand bar*, *sand flat* dan *mixed flat* pada data sumur dan tidak melakukan penggambaran fasies untuk dapat mengetahui luas sebaran serta distribusi fasies-fasies tersebut, maka diperlukan analisis peta fasies untuk mengetahui hal tersebut. Selain itu juga diperlukan analisis petrofisika untuk mengetahui kandungan hidrokarbon yang ada pada setiap fasies agar dapat dilakukan validasi terhadap konektivitas fasies-fasies yang ada di Lapangan "LH"

ACKNOWLEDGMENT

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pembimbing penelitian di PT.CPI atas segala saran, kesempatan serta waktu

yang sudah diluangkan untuk penulis dalam menyelesaikan penelitian ini dan telah sabar dalam membimbing selama penulis berada di sana.

DAFTAR PUSTAKA

Boggs, S, 2006. Principles of Sedimentology and Stratigraphy 'Fourth Edition'. New Jersey: Pearson Prentice Hall Inc.

Desjardins et.al.,2012. Tidal Flats and Subtidal Sand Bodies Development in Sedimentology vol.64, Elsevier.

Davis Jr & Dalrymple, 2011. Principles of tidal sedimentology. Springer Science & Business Media

Heidrick & Aulia,1993. A structural and tectonic model of the coastal plains block, Central Sumatra Basin, Indonesia. Proceeding Indonesian Petroleum Association, 22nd Annual Convention. Jakarta

Heidrick dan Turlington, 1995. "Structural and Tectonic Synthesis : Eastern CARE Area "A" Central Sumatra Basin, Indonesia, Chevron

Morton & Woods,1993. Development geology reference manual: AAPG methods in exploration series, no. 10 (No. 10). AAPG

Van Wagoner, J.C, et.al,1990. Siliciclastic. sequence stratigraphy in well logs, cores, and outcrops: concepts for high-resolution correlation of time and facies

Walker,1992. Preface Facies models response to sea level change. Geological Association of Canada, 78-121