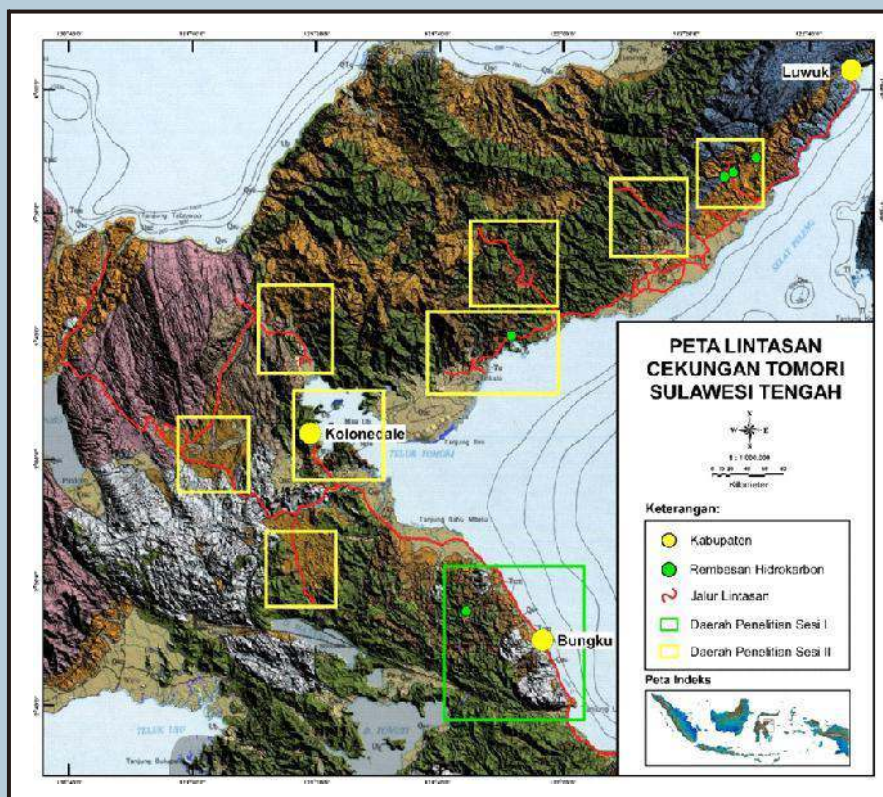


REKOMENDASI WILAYAH KERJA MIGAS

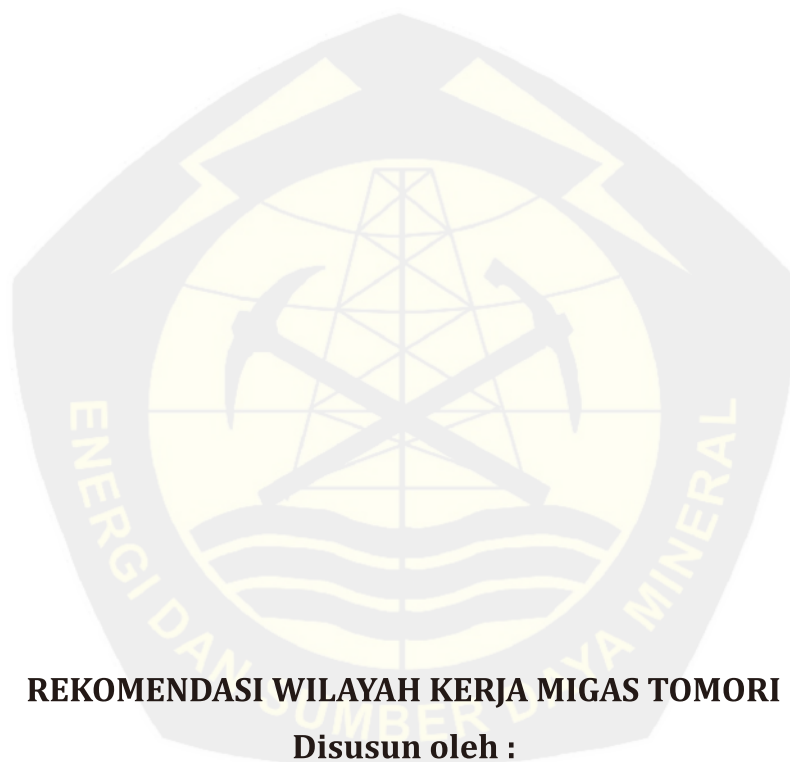
2016

TOMORI



**PUSAT SURVEI GEOLOGI
BADAN GEOLOGI
2016**





REKOMENDASI WILAYAH KERJA MIGAS TOMORI

Disusun oleh :

Tim Rekomendasi
Wilayah Kerja Migas Tomori

KATA PENGANTAR

Minyak dan gas bumi masih menjadi energi primer di Indonesia. Kebutuhan energi migas tiap tahun terus mengalami peningkatan, sementara cadangan minyak dan gas bumi makin berkurang. Pada 2012, Indonesia masih memiliki cadangan minyak 3,7 juta barel. Namun pada 2016, hanya tersisa 3,3 juta barel. Sedangkan cadangan gas bumi lebih berfluktuatif. Pada 2012, cadangannya masih sebanyak 103,3 tscf, namun turun menjadi 98 tscf tahun 2015. Tahun lalu, jumlahnya kembali meningkat jadi 101,2 tscf.

Berkurangnya cadangan migas Indonesia bukan semata – mata karena berkurangnya sumber daya migas akibat telah diproduksi selama bertahun – tahun, namun disebabkan pula tidak diketemukannya cadangan baru migas selama 10 tahun terakhir akibat aktivitas eksplorasi yang makin menurun.

Berdasarkan peta cekungan sedimen Indonesia yang diterbitkan oleh Badan Geologi, terdapat 128 cekungan sedimen yang memiliki potensi migas; di mana 20 cekungan sudah diproduksi, 14 cekungan sudah dibor dengan penemuan, 25 cekungan sudah dibor tanpa penemuan, dan masih ada 69 cekungan yang berstatus sebagai cekungan frontier. Sebagian besar cekungan frontier tersebut berada di kawasan Indonesia Timur.

Cekungan frontier memiliki potensi migas yang menjanjikan untuk menambah cadangan secara signifikan, namun kegiatan eksplorasi di cekungan – cekungan tersebut masih terhambat kurangnya data geologi dan geofisika. Menanggapi permasalahan tersebut, maka Badan Geologi masuk dan mengambil peranan untuk melakukan survei, analisis dan integrasi data – data G&G baik data permukaan dan data bawah permukaan, di area – area di dalam cekungan – cekungan frontier untuk mengangkat nilai keekonomiannya dan menurunkan resiko eksplorasinya. Hasil – hasil kajian Badan Geologi tersebut selanjutnya disusun sebagai sebuah Laporan Rekomendasi Wilayah Kerja Migas. Laporan Rekomendasi Wilayah Kerja Migas mencakup penjabaran konsep geologi, geological prognosis, sistem perminyakan, play concept, hingga potensi lead dan prospek di area yang direkomendasikan.

Laporan Rekomendasi Wilayah Kerja Migas dikeluarkan sebanyak 9 (sembilan) wilayah kerja setiap tahunnya. Semoga laporan ini bisa menjadi paket data yang berharga di dalam paket penawaran wilayah kerja baru yang ditawarkan oleh pemerintah, serta bisa menjadi pendorong kegiatan eksplorasi migas dalam rangka menambah penemuan sumber daya dan peningkatan cadangan migas di Indonesia.

Desember, 2016

Kepala Pusat Survei Geologi

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL.....	xii
RINGKASAN EKSEKUTIF	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 MAKSUD DAN TUJUAN	2
1.3 PENELITIAN TERDAHULU.....	2
1.4 METODOLOGI PENELITIAN	2
BAB 2 SEJARAH EKSPLORASI	5
BAB 3 GEOLOGI REGIONAL	6
3.1 STRATIGRAFI REGIONAL	6
3.1.1 Batuan – batuan Batas Akresi Sundaland	6
3.1.2 Batuan Asal Kepingan Benua	6
3.1.3 Batuan- batuan Neogen Paska Kolisi	9
3.1.4. Batuan Kerak Samudra (Ofiolit)	11
3.2 STRUKTUR REGIONAL	15
3.2.1 Peta Kedudukan Pola Kelurusan Struktur Makroskopis Cekungan Tomori	15
3.2.2 Intensitas Gaya Utama Terhadap Meso-Struktur Pada Kelompok Batuan Berumur Trias – Jura di Cekungan Tomori	16
3.2.3 Intensitas Gaya Utama Terhadap Meso-Struktur Pada Kelompok Batuan Berumur Kapur di Cekungan Tomori	17
3.2.4 Intensitas Gaya Utama Terhadap Meso-Struktur Pada Kelompok	17
3.2.5 Batuan Berumur Miosen Akhir - Pliosen di Cekungan Tomori	17
3.2.6 Kedudukan Sesar pada Tiap Deformasi	22
BAB 4 GEOLOGI DAERAH PENELITIAN	31
4.1 STRATIGRAFI DAERAH PENELITIAN	31
4.1.1 Formasi Tokala	32
4.1.2 Formasi Nanaka	34
4.1.3 Formasi Tetambahu	37
4.1.4 Formasi Matano	41
4.1.5 Formasi Salodik	44

4.2 SEDIMENTOLOGI DAERAH PENELITIAN	45
4.2.1 Lintasan Ondo Ondolu	45
4.2.2 Lintasan Baturube	48
4.2.3 Lintasan Tokala Atas	52
4.2.4 Lintasan Kolonodale - Togo	55
4.2.5 Lintasan Nanaka	57
4.2.6 Lintasan Gililana	60
4.2.7 Lintasan Beteleme.....	63
4.3 STRUKTUR GEOLOGI DAERAH PENELITIAN	66
4.3.1 Lintasan Ondo-Ondolu	66
4.3.2 Lintasan Baturube	67
4.3.3 Lintasan Tokala Atas	73
4.3.4 Lintasan Kolonodale - Togo	73
4.3.5 Lintasan Nanaka	76
4.3.6 Lintasan Gililana	79
4.3.7 Lintasan Beteleme	81
BAB 5 ANALISIS GEOFISIKA	83
5.1 ANALISIS GAYA BERAT	83
5.1.1 Metode Pengukuran Gaya Berat	84
5.1.2 Anomali Bouguer	85
5.1.3 Anomali Sisa	89
5.2 ANALISIS MAGNETOTELURIC.....	90
5.2.1 Analisis Pemodelan Tahanan Jenis 1D	90
5.2.2 Analisis Batas Litologi pada Penampang Tahanan Jenis 1D	93
5.2.3 Analisis Kelurusan pada Penampang Tahanan Jenis 2D	97
5.2.4 Interpretasi Geologi Bawah Permukaan	99
5.3 ANALISIS SEISMIK	100
5.3.1 Analisis Lintasan Seismik di Perairan Teluk Tolo	100
5.3.2 Interpretasi Seismik di Cekungan Tomori berdasarkan Data Seismik Terbaru	110
5.4 ANALISIS KORELASI SUMUR	114
5.4.1 Sejarah Pemboran di Cekungan Tomori	114
5.4.2 Petrofisika Sumur-sumur di Cekungan Tomori	116
BAB 6 PETROLEUM SYSTEM	125
6.1 MANIFESTASI HIDROKARBON.....	125
6.1.1 Rembesan Minyak	125
6.1.2 Rembesan Gas	127

6.2	BATUAN INDUK (SOURCE ROCK)	127
6.2.1	Data Permukaan (Surface)	127
6.2.2	Data Bawah Permukaan (Subsurface)	128
6.3	BATUAN WADUK (RESERVOIR ROCK).....	129
6.4	BATUAN TUDUNG (SEAL ROCK)	130
6.5	PLAY CONCEPT	130
6.6	LEAD AND PROSPECT	132
BAB 7	KESIMPULAN DAN REKOMENDASI	133
7.1	KESIMPULAN	133
7.2	REKOMENDASI	133
REFERENSI	135



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Diagram alir penelitian	3
Gambar 2.1	Peta ketersediaan data berupa line seismic dan well di Cekungan Tomori	5
Gambar 3.1.	Peta yang disederhanakan dari unit – unit litotektonik utama di Sulawesi (modifikasi dari Parkinson, 1998; Hall & Wilson, 2000; dalam Kadarusman dkk., 2004)	12
Gambar 3.2	Perbandingan runtunan stratigrafi dan peristiwa tektonik di Cekungan Tomori terhadap Cekungan Banggai dan Cekungan Taliabu (Santy, 2014)	13
Gambar 3.3	Runtunan stratigrafi Cekungan Tomori berdasarkan hasil pengamatan Lapangan	14
Gambar 3.4	Peta Kedudukan Pola Kelurusan Struktur Makroskopis Cekungan Tomori	16
Gambar 3.5	Diagram garis menunjukkan intensitas relatif arah umum tegasan utama terhadap batuan berumur Trias - Jura, di wilayah Cekungan Tomori	19
Gambar 3.6	Diagram blok menunjukkan intensitas peringkat rezim struktur terhadap batuan berumur Trias - Jura, di wilayah Cekungan Tomori	19
Gambar 3.7	Diagram garis menunjukkan intensitas relatif arah umum tegasan utama terhadap batuan berumur Kapur, di wilayah Cekungan Tomori	20
Gambar 3.8	Diagram blok menunjukkan intensitas peringkat rezim struktur terhadap batuan berumur Kapur, di wilayah Cekungan Tomori.....	21
Gambar 3.9	Diagram garis menunjukkan intensitas relatif arah umum tegasan utama terhadap batuan berumur Mosen Akhir - Pilosen, di wilayah cekungan Tomori	21
Gambar 3.10	Diagram blok menunjukkan intensitas peringkat rezim struktur terhadap batuan berumur Miosen Akhir - Pliosen, di wilayah Cekungan Tomori.....	22
Gambar 3.11	Peta Kedudukan sesar mendatar mengangan pada deformasi-I regional di wilayah Cekungan Tomori	24
Gambar 3.12	Peta Kedudukan sesar normal pada deformasi-II regional di wilayah Cekungan Tomori	25
Gambar 3.13	Peta Kedudukan sesar mendatar mengangan pada deformasi-III regional di wilayah Cekungan Tomori 26	26
Gambar 3.14	Peta Kedudukan sesar naik pada deformasi-IV regional di wilayah Cekungan Tomori	27
Gambar 3.15	Peta Kedudukan sesar normal pada deformasi-V regional di wilayah Cekungan Tomori	28
Gambar 3.16	Perkembangan kelompok kelurusan struktur sesar terhadap periode deformasi di Cekungan Tomori	29
Gambar 4.1.	Peta lintasan dan lokasi pengamatan daerah Cekungan Tomori pada kegiatan survei lapangan sesi 1 dan 2.	31

Gambar 4.2.	Perselingan batupasir dengan serpih dengan lensa rijang, struktur sesar dan lipatan terlihat sangat intensif pada lapisan batupasir Formasi Tokala yang tersingkap. Lokasi 16AF14 pada lintasan Baturube daerah Morowali Utara	32
Gambar 4.3	Perselingan batupasir dengan serpih Formasi Tokala, struktur perlapisan sangat jelas terlihat. Lokasi 16AF14 pada lintasan Baturube daerah Morowali Utara	33
Gambar 4.4.	Batugamping berlapis Formasi Tokala, dijumpai pada stasiun 16AF21 pada Lintasan Baturube	33
Gambar 4.5.	Batupasir sisipan rijang Formasi Tokala, dijumpai pada stasiun 16AF21 pada Lintasan Baturube	33
Gambar 4.6.	Perlapisan Breksi batugamping dengan batugamping kalkarenit, lapisan menipis keatas dengan bidang erosi pada dasar kontak breksi. Foto stasiun 16AF30 pada lintasan Tokala Atas	34
Gambar 4.7.	Peta lintasan dan pengukuran stratigrafi pada Formasi Tokala di lintasan Baturube.	34
Gambar 4.8.	Peta penyebaran Formasi Nanaka pada lintasan Nanaka daerah pula Nanaka	35
Gambar 4.9.	Singkapan batupasir kuarsa, berlapis tebal dengan pola relatif menghalus keatas. Dijumpai disemua stasiun pengamatan lintasan Pulau Nanaka.	36
Gambar 4.10.	Singkapan batupasir perselingan batulempung Formasi Nanaka, menunjukkan adanya struktur aantiklin pada perlapisannya. Singkapan Formasi Nanaka ini dijumpai pada Lintasan Pulau Nanaka	36
Gambar 4.11.	Batupasir berlapis Formasi Nanaka dengan sisipan rijang pada Lintasan Gililana.	36
Gambar 4.12.	Perlapisan wackstone berlapis Formasi Tetambahu dengan sisipan rijang pada lintasan Gililana 1.	37
Gambar 4.13.	Perlapisan batugamping kalkarenit dengan serpih	38
Gambar 4.14.	a) Batugamping kalkarenit Formasi Matano pada Lintasan Gililana dijumpai pada stasiun pengamatan 16AF56.	38
Gambar 4.15.	Kontak antara satuan perlapisan rijang dengan batugamping kalkarenit Formasi Tetambahu pada stasiun pengamatan 16AF56 pada lintasan Gililana 1.	39
Gambar 4.16.	Perlapisan rijang a) perlapisan cm bedded rijang Formasi Tetambahu, stasiun 16AF58. Perlapisan dm bedded rijang b) stasiun 16AF55 pada Lintasan Gililana 1.	39
Gambar 4.17.	Peta penyebaran Formasi Tetambahu pada Lintasan Gililana 1.	40
Gambar 4.18.	Peta penyebaran Formasi Tetambahu pada lintasan Gililana 2	40
Gambar 4.19.	Kenampakan Singkapan batugamping (a) kalkarenit bersisipan serpihitam (b) Formasi Matano pada Lintasan Kolonodale – Togo.	42
Gambar 4.20.	Batugamping Wackstone merah Formasi Matano pada stasiun pengamatan 16AF38 pada Lintasan Kolonodale – Togo.	42

Gambar 4.21. Perlapisan batugamping kalkarenit cm bedded pada stasiun 16 AF xx pada lintasan Beteleme.	42
Gambar 4.22. Peta sebaran Formasi Matano pada Lintasan Beteleme	43
Gambar 4.23. Peta sebaran Formasi Matano pada Lintasan Kolonodale-Togo	43
Gambar 4.24. Singkapan batugamping Formasi Salodik pada stasiun 16 AF 26. Dijumpai tersingkap pada daerah Tana Kuraya Morowali Utara pada Lintasan Kolonodal Togo.	45
Gambar 4.25. Kenampakan singkapan Batugamping Formasi Salodik dengan keterdapatan fosil LBF pada Lintasan Kolonodale - Togo.	45
Gambar 4.26. Litofasies batulempung pada lintasan Ondo Ondolu, dijumpai pada stasiun 16AF01.....	46
Gambar 4.27. Litofasies batupasir. Insert : a) Pecahan karbon dan b) pecahan moluska.	47
Gambar 4.28. Perlapisan perselingan batupasir dengan batulempung. Lokasi stasiun pengamatan 16AF04	47
Gambar 4.29. Litofasies batupasir pada lintasan Baturube.	48
Gambar 4.30. Litofasies serpih pada lintasan Baturube.	49
Gambar 4.31. Perselingan batupasir dengan serpih. Lokasi 16AF14 pada lintasan Baturube	49
Gambar 4.32. Perlapisan batulanau perselingan batupasir dengan sisipan rijang. Lokasi 16AF07. Terdapat bongkah batugamping yang menyisip di antara perlapisan batu lanau perselingan batupasir.	50
Gambar 4.33. Litofasies batulempung yang berada selaras diatas batupasir sisipan rijang. Lokasi kontak pada stasiun 16AF20.	50
Gambar 4.34. Batugamping berlapis, Lokasi kontak pada stasiun 16AF21	51
Gambar 4.35. Batupasir sisipan rijang, Lokasi kontak pada stasiun 16AF21.....	51
Gambar 4.36. Singkapan batugamping wackstone dengan LBF	52
Gambar 4.37. Litofasies batugamping kalkarenit pada stasiun pengamatan 16AF23 lintasan Baturube	52
Gambar 4.38. Satuan batugamping kalkarenit pada stasiun pengamatan 16AF24 lintasan Tokala Atas	53
Gambar 4.39. Singkapan batugamping grainstone pada stasiun pengamatan 16AF24 lintasan Tokala Atas	53
Gambar 4.40. Singkapan batu pasir kuarsa pada stasiun pengamatan 16AF24	54
Gambar 4.41. Litofasies breksi batugamping dijumpai pada Lintasan Tokala Atas.....	55
Gambar 4.42. Perlapisan wackstone pada stasiun pengamatan 16AF40	55
Gambar 4.43. Wackstone merah pada stasiun pengamatan 16AF38	56
Gambar 4.44. Batugamping kalkarenit pada stasiun pengamatan 16AF39.	56
Gambar 4.45. Batugamping kalkarenit pada stasiun pengamatan 16AF39	57

Gambar 4.46. Singkapan batupasir kuarsa, berlapis tebal dengan pola relatig menghalus keatas. Dijumpai disemua stasiun pengamatan lintasan pulau nanaka	57
Gambar 4.47. Serpih pada stasiun pengamatan 16AF49.....	58
Gambar 4.48. Batupasir papery dijumpai pada stasiun 16 Af50 pada Desa Toko Nanaka diLintasanNanaka	58
Gambar 4.49. Lapisan batupasir karbonan pada Lintasan Nanaka	59
Gambar 4.50. Struktur sedimen silang siur dengan lensa batugamping	59
Gambar 4.51. Batulempung dengan ichnofosil melimpah	60
Gambar 4.52. Perlapisan wackstone berlapis dengan sisipan rijang.	61
Gambar 4.53. a) Kalkarenit berlapis stasiun pengamatan 16AF56 b) Kontak atara satuan perlapisan rijang dengan batugamping kalkarenit pada stasiun pengamatan 16AF56.....	61
Gambar 4.54. Perlapisan batugamping kalkarenit dengan serpih.	62
Gambar 4.55. Batupasir berlapis dengan sisipan rijang pada Lintasan Gililana 1.	62
Gambar 4.56. Perlapisan dm bedded rijang stasiun 16AF55	63
Gambar 4.57. Singkapan batugamping sisipan batupasir pada Lintasan Beteleme pada stasiun 16AF32	64
Gambar 4.58. Perlapisan wackstone cm bedded pada Lintasan Beteleme	64
Gambar 4.59. Perlapisan batugamping kalkarenit cm bedded pada Lintasan Beteleme	65
Gambar 4.60. Serpih karbonatan pada Lintasan Beteleme.....	65
Gambar 4.61. Struktur geologi berupa kekar pada stasiun 16AF01.....	66
Gambar 4.62. Struktur geologi berupa kekar pada stasiun 16AF04.....	67
Gambar 4.63. Sketsa struktur stasiun 16AF07menunjukkan lapisan tega (diperkirakanterlipat) dan sesaranjak	67
Gambar 4.64. Sketsa struktur stasiun 16AF07B. Kemiringan lapisan relatif sama namun terdapat kekar yang intensif pada lensa dan sisipan rijang	68
Gambar 4.65. Sketsa struktur stasiun 16AF08	68
Gambar 4.66. Sketsa struktur stasiun 16AF09. Terdapat sesar normal yang membentuk graben pada satuan batupasir	69
Gambar4.67. Sketsa struktur stasiun 16AF10. Terdapat kontak antara batupasir dengan batupair tuffan sisipan rijang. Dijumpai arah perlapisan yang membalik. Diperkirakan merupakan sumbu antiklin	69
Gambar 4.68. Sketsa struktur stasiun 16AF11. Kontak antara batupasir dengan batupair tuffan sisipan rijang.	70
Gambar 4.69. Sketsa struktur stasiun 16AF12. Terdapat sesar anjak dengan gouge yang terbentuk pada bidang sesarnya.....	70

Gambar 4.70.	Sketsa struktur stasiun 16AF13. Kontak antara batupasir dengan batupair tuffan sisipan rijang. Kontak tidak tegas (?) berbeda dengan kontak yang antar satuan ini dibandingkan stasiun 16AF10 dan 16AF11	71
Gambar 4.71.	Sketsa struktur stasiun 16AF14.1 Terdapat multiple duplex thrust.....	71
Gambar 4.72.	Sketsa struktur stasiun 16AF14.2 merupakan penerusan kearah selatan dari stasiun pengamatan 16AF14.1 Terdapat multiple duplex trust. Dan terdapat antiklinorium dengan litologi bagian tengahnya berupa serpih	71
Gambar 4.73.	Sketsa struktur stasiun 16AF15. Berada di 100 meter sebelah barat stasiun 16AF14.2 Terdapat multiple duplex trust dan lipatan yang disebabkan penyesaran (drag fold)	72
Gambar 4.74	Sketsa struktur stasiun 16AF16 terdapat batupasir yang terlipat kuat	72
Gambar 4.75.	Sketsa struktur stasiun 16AF17. Batupasir yang tersesarkan. Kebanyakan sesar berupa sesar anjak dengan jejak pelipatan akibat sesar anjak (drag fold).....	72
Gambar 4.76.	Sketsa struktur stasiun 16AF19	73
Gambar 4.77.	Batugamping wackstone dengan struktur geologi berupa kekar. a) Stasiun 16AF22.b)Stasiun16AF26	73
Gambar 4.78.	Struktur kekar yang berkembang pada batugamping, stasiun 16AF3784.....	74
Gambar 4.79.	Struktur kekar yang berkembang pada batugamping, stasiun 16AF38.84	74
Gambar 4.80.	Struktur sesar anjak yang berkembang pada batugamping, stasiun 16AF39.....	75
Gambar 4.81.	Struktur kekar yang berkembang pada batugamping, stasiun 16AF40	75
Gambar 4.82.	Struktur kekar yang berkembang pada batugamping, stasiun 16AF41	75
Gambar 4.83.	Struktur kekar yang berkembang pada batugamping, stasiun 16AF42	76
Gambar 4.84.	Perlapisan miring (sayap lipatan) pada stasiun 16AF44	76
Gambar 4.85.	Sesar turun pada stasiun 16AF45	77
Gambar 4.86.	Perlapisan miring (sayap lipatan) pada stasiun 16AF47	77
Gambar 4.87.	Lipatan antiklin pada stasiun 16AF49	77
Gambar 4.88.	Lipatan sinklin dan antiklin pada stasiun 16AF48	78
Gambar 4.89.	Komposit foto stasiun 16AF47-16AF48-16AF49	78
Gambar 4.90.	Struktur sesar turun pada stasiun 16AF50	78
Gambar 4.91.	Struktur sesar turun pada stasiun 16AF51.....	79
Gambar 4.92.	Struktur geologi berupa sesan anjak dan sesar turun (graben?). stasiun pengamatan 16AF52. Struktur geologi sesar turun. Stasiun pengamatan 16AF52	79
Gambar 4.93.	Struktur geologi sesar turun. Stasiun pengamatan 16AF52	80
Gambar 4.94.	Struktur geologi sesar anjak. Stasiun pengamatan 16AF57	80
Gambar 4.95.	Struktur geologi sesar turun. Stasiun pengamatan 16AF59	80

Gambar 4.96.	Perlapisan dm bedded batugamping kedudukan N210E/66 pada lintasan Beteleme	81
Gambar 5.1	Lokasi titik ukur gaya berat interval 500 meter, 1000 meter dan 2000 meter, dengan jumlah 726 titik data sekunder di daratan dan 239 titik utama di perairan Teluk Kolonedale, Cekungan Tomori, Sulawesi Tengah	84
Gambar 5.2	Peta anomali Bouguer memperlihatkan anomali tinggi di utara dan di selatan, membentuk cekungan dari Beteleme hingga lepas pantai Teluk Tolo	86
Gambar 5.3	Penampang anomali sisa, arah barat daya – timur laut dari Wosu hingga lepas pantai dengan lokasi rembesan minyak di Sungai Wosu dan beberapa closure antiklin yang diduga terkait dengan perangkap struktur	87
Gambar 5.4	Penampang anomali sisa C – D', arah selatan-utara dari Emiga – Dongkala 1 dan Tolo-1 lepas pantai dan closure antilin yang diduga terkait dengan perangkap struktur	88
Gambar 5.5	Peta struktur anomali sisa di Cekungan Tomori, memperlihatkan tinggian antiklin dan sinklin, serta struktur sesar naik yang berasosiasi dengan <i>closure</i>	90
Gambar 5.6	Hasil penarikan hubungan antar titik pengukuran MT di lintasan LINE-01 yang memiliki litologi sama	95
Gambar 5.7	Hasil penarikan hubungan antar titik pengukuran MT di lintasan LINE-02 yang memiliki litologi sama, dengan ketebalan lapisan yang bervariasi dari 6 m hingga mencapai lebih dari 10 km dan rata-rata sekitar 2.250 m	96
Gambar 5.8	Hasil penarikan hubungan antar titik pengukuran MT di lintasan LINE-05 yang memiliki litologi sama, dengan ketebalan lapisan yang bervariasi dari 5 m hingga mencapai lebih dari 10 km dan rata-rata sekitar 2.343 m	97
Gambar 5.9	Hasil analisis kelurusan di lintasan LINE-01 berdasarkan korelasi penampang tahanan jenis 1D dan 2D	98
Gambar 5.10	Hasil analisis kelurusan di lintasan LINE-02 berdasarkan korelasi penampang tahanan jenis 1D dan 2D	99
Gambar 5.11	Hasil analisis kelurusan di lintasan LINE-05 berdasarkan korelasi penampang tahanan jenis 1D dan 2D	112
Gambar 5.12	Interpretasi seismik lintasan BS07-11, dengan arah E-W, melintasi daerah Tomori (Rudyawan & Hall, 2012)	113
Gambar 5.13	Peta tektonik saat ini pada area Tomori, Banggai – Sula, dan Cekungan Banda Utara; memperlihatkan elemen – elemen struktur utama. Zona Sesar Sorong tidak berhubungan dengan Sesar Matano di Sulawesi. <i>Greyhound Straits Fault</i> diantara Taliabu dan Pulau Banggai, yang diinterpretasikan oleh Silver dkk (1983) dipertanyakan. Meskipun demikian sesar – sesar dengan orientasi serupa pada area ini dapat dilacak ke arah <i>Poh Head</i> (Rudyawan & Hall, 2012)	113

Gambar 5.14	Lokasi pemboran di sepanjang pantai timur Lengan Timur Sulawesi, Cekungan Tomori	115
Gambar 5.15	Ketersediaan data <i>wireline log</i> di sumur – sumur yang dibor di Cekungan Tomori	115
Gambar 5.16	<i>Wireline log</i> dari Sumur Dongkala-1. Sumur ini dilewati lintasan seismik Ut88_560, memperlihatkan tinggian ofiolit	117
Gambar 5.17	<i>Wireline Log</i> dari sumur Tolo-1 Sumur, dibor pada struktur Tolo <i>thrust</i> (<i>Toe Thrust Structure</i>). Target utama pengeboran adalah <i>Upper Platform Limestone</i> dan <i>Lower Platform Limestone</i> yang merupakan reservoir utama pada Lapangan Tiaka	118
Gambar 5.18	<i>Wireline Log</i> pada sumur Kalomba-1. Target utama pengeboran adalah struktur <i>thrust sheet</i> karbonat Miosen pada <i>Upper Platform Limestone</i> (Formasi Minahaki) dan <i>Lower Platform Limestone</i> (Formasi Tomori) yang merupakan reservoir utama pada Lapangan Tiaka. Dijumpai adanya <i>oil show</i> pada interval 1127.7 – 1165.8 m	119
Gambar 5.19	<i>Wireline Log</i> pada Sumur Tiaka-1, merupakan sumur yang di bor untuk melakukan test pada tutupan struktur <i>asymmetric</i> pada bagian timur yang dibatasi oleh <i>thrust fault</i> (<i>Toe Thrust Structure</i>). Target utama pengeboran adalah karbonat platform yang berumur Miosen. Minyak mengalir pada kecepatan 3864 BPOD 29oAPI	120
Gambar 5.20	<i>Wireline Log</i> pada sumur Tiaka-2. Target utama pengeboran adalah <i>Toe Thrust Structure</i> pada <i>Lower Platform Unit</i> (Formasi Tomori) yang tersusun oleh batugamping, pada kedalaman 8000 kaki di bawah laut, atau sekitar 920 ft <i>down dip</i> terhadap sumur Tiaka-1. <i>Lower Platform Unit</i> merupakan <i>Main Pay Zone</i> di Tiaka-1. Pada sumur ini dilakukan 5 DST, minyak mengalir dengan kecepatan 2235 BOPD, 28.6o API	121
Gambar 5.21	<i>Wireline Log</i> pada sumur Tiaka-4. Target utama pengeboran adalah struktur <i>thrust sheet</i> karbonat Miosen pada <i>Upper Platform Limestone</i> (Formasi Minahaki) dan <i>Lower Platform Limestone</i> (Formasi Tomori)	122
Gambar 5.22	Sumur Mentawa-1 dibor pada <i>Mentawa Prospect</i> . Target dari pengeboran adalah <i>carbonate build up</i> berumur Miosen Tengah, pada pinggir <i>platform</i> karbonat	123
Gambar 5.23	Korelasi sumur Tolo-1, Tiaka-1, Tiaka-2, Tiaka-3, Tiaka-4, dan Mantawa-1 yang ditampilkan pada Well Section 1	124
Gambar 5.24	Korelasi sumur Tolo-1, Tiaka-1, Tiaka-2, Tiaka-3, Tiaka-4, Kalomba-1, dan Mantawa-1 yang ditampilkan pada Well Section 2	124
Gambar 6.1	Keterdapatan Hidrokarbon di Cekungan Tomori	125
Gambar 6.2	Rembesan yang terdapat di Desa Ondo-ondolu, Batui	126

Gambar 6.3	Rembesan yang terdapat di Sungai Wosu, Bungku	126
Gambar 6.4	Rembesan berupa gas yang terdapat di Desa Togo, Kolonodal	127
Gambar 6.5	Data Geokimia dari Survei Lapangan PSG 2014-2016	128
Gambar 6.6	Singkapan Batugamping Tomori yang tersingkap di Baturube	129
Gambar 6.7	Singkapan Formasi Nanaka di Pulau Nanaka, Kolonodale berupa batupasir kurasa.....	130
Gambar 6.8	Play Concept Cekungan Tomori	131
Gambar 6.9	Peta anomaly Bouger memperlihatkan anomaly tinggi di utara dan selatan membentuk cekungan dari Beteleme hingga ke lepas pantai Cekungan Tomo.....	132
Gambar 6.10	Peta anomaly sisa struktur memperlihatkan tinggian antiklin dan sinklinerta struktur sesar naik berasosiasi dengan closure di Cekungan Tomori	132



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Daftar pengukuran meso-struktur di setiap lokasi pengukuran kaitannya dengan tegasan utama terhadap rezim struktur terdapat di batuan berumur Trias - Jura di wilayah Cekungan Tomori	18
Tabel 3.2	Daftar pengukuran meso-struktur di setiap lokasi pengukuran kaitannya dengan tegasan utama terhadap rezim struktur terdapat di batuan berumur Kapur di wilayah Cekungan Tomori	20
Tabel 3.3	Daftar pengukuran meso-struktur di setiap lokasi pengukuran kaitannya dengan tegasan utama terhadap rezim struktur terdapat di batuan berumur Miosen Akhir - Pliosen di wilayah Cekungan Tomori	21
Tabel 5.1	Tabel tahanan jenis batuan secara umum (modifikasi dari Telford, dkk., 1990; Reynolds, 1997; Loke, 1999; Loke, 2001; Kearey, dkk., 2002; Milsom, 2003; dan Lowrie, 2007)	91
Tabel 5.2	Pemodelan nilai tahanan jenis 1D dari Kelompok Molasa Sulawesi yang tertutupi secara tidak selaras oleh Endapan Danau dan Aluvium, memperlihatkan variasi nilai tahanan jenis yang makin menurun dengan bertambahnya kedalaman dan umur batuan.....	92
Tabel 5.3	Pemodelan nilai tahanan jenis 1D dari Mendala Sulawesi Timur yang tertutupi secara tidak selaras oleh Endapan Danau dan Aluvium, serta Kelompok Molasa Sulawesi, memperlihatkan variasi nilai tahanan jenis yang makin meninggi dengan bertambahnya kedalaman dan umur batuan	92
Tabel 5.4	Pemodelan nilai tahanan jenis 1D dari Mendala Banggai-Sula yang tertutupi secara tidak selaras oleh Endapan Danau dan Aluvium, serta Kelompok Molasa Sulawesi, memperlihatkan variasi nilai tahanan jenis yang makin menurun dengan bertambahnya kedalaman dan umur batuan, dibatasi oleh batuan alas yang memperlihatkan ciri variasi nilai tahanan jenis yang meninggi	93
Tabel 5.5	Hasil analisis pada penampang lintasan LINE-01 yang memperlihatkan pembagian litologi batuan bawah permukaan berdasarkan variasi naik turunnya nilai tahanan jenis batuan yang dikorelasikan dengan geologi permukaan	94
Tabel 5.6	Hasil analisis pada penampang lintasan LINE-02 yang memperlihatkan nilai tahanan jenis hasil inversi (Res INV), tebal lapisan, kedalaman lapisan, nilai tahanan jenis hasil pemodelan 1D (Res 1D), dan penentuan litologi batuanya	96
Tabel 5.7	Hasil analisis pada penampang lintasan LINE-05 yang memperlihatkan hasil analisis pembatasan ketebalan litologi batuan berdasarkan Res INV, tebal lapisan, kedalaman lapisan, nilai tahanan jenis Res 1D	97
Tabel 6.1	Kandungan TOC di beberapa Sumur di Cekungan Tomori	130
Tabel 6.2	Kandungan Kerogen di beberapa Sumur di Cekungan Tomori	131

RINGKASAN EKSEKUTIF

Cekungan Tomori berada di darat-lepas pantai bagian timur Pulau Sulawesi yang terletak di Provinsi Sulawesi Tengah. Duapuluh persen dari luas cekungan merupakan daratan yang meliputi Kabupaten Morowali dan Malili, Sulawesi Tengah dan delapanpuluh persen berada di daerah pantai – laut. Bagian yang berada di daratan berupa dataran dengan topografi berbukit-bukit yang merupakan zona hasil benturan mikrokontinen Banggai-Sula dengan ESO (East Sulawesi Ofiolite).

Berdasarkan Peta Cekungan Sedimen Indonesia (Badan Geologi, 2009), Cekungan Tomori memiliki batas, yaitu: Sebelah barat laut dibatasi oleh Kompleks Pompangeo dan Batugamping Meta berumur Kapur, yang membentuk tinggian topografi Pegunungan Koro Ue, Tamboke, dan Toruke Mpenai. Sebelah utara dibatasi oleh Kompleks Pompangeo yang membentuk tinggian topografi Pegunungan Kayo Ga, serta tinggian topografi yang tersusun oleh Kompleks Ultrabasa. Sebelah timur dibatasi oleh kompleks ultrabasa dan sebelah selatan dibatasi oleh Kompleks ultrabasa, Sesar Matano, dan batas lempeng samudra NW Banda Basin.

Pulau Sulawesi dibagi menjadi lima provinsi tektonik berdasarkan tektonostratigrafi, yaitu: Busur Magmatik Sulawesi Utara, Busur Plutono-Vulkanik Sulawesi Barat, Jalur Metamorf Sulawesi Tengah, Ofiolit Sulawesi Timur dan Fragmen-fragmen Mikrokontinen. Cekungan Tomori sendiri merupakan bagian dari Fragmen Mikrokontinen yang terbentuk pada masa Pra-Tersier. Cekungan ini awalnya sebagai cekungan hasil proses rift valley bagian utara kontinen Australia yang kemudian terpecah menjadi beberapa mikrokontinen.

Terdapat empat kelompok besar batuan di Cekungan Tomori, yaitu : (1) batuan – batuan Batas Akresi Sundaland; (2) batuan dari kepingan benua Australia; (3) batuan – batuan Neogen paska kolisi antara kepingan benua dengan lengan timur Sulawesi (Kelompok Molasa Sulawesi); dan (4) batuan yang berasal dari kerak Samudra Pasifik (kompleks ofiolit).

Survei lapangan di Cekungan Tomori telah dilakukan oleh Surono dkk, pada tahun 1993 melaporkan adanya rembesan minyak yang dijumpai di dua tempat di daerah Boba, Kecamatan Baturube. Rembesan minyak muncul di batuan Formasi Tokala yang berumur Trias – Jura. Rembesan minyak dilaporkan juga muncul di Formasi Tokala di Sungai Wosu, daerah Bungku (Morowali Selatan), oleh Simanjuntak dkk. (2011). Pada tahun 2014 telah dilakukan survei Cekungan Tomori yang lebih detail. Survei ini dilakukan untuk mengetahui potensi keterdapatn hidrokarbon di batuan Pra-Kenozoikum dan Kenozoikum.

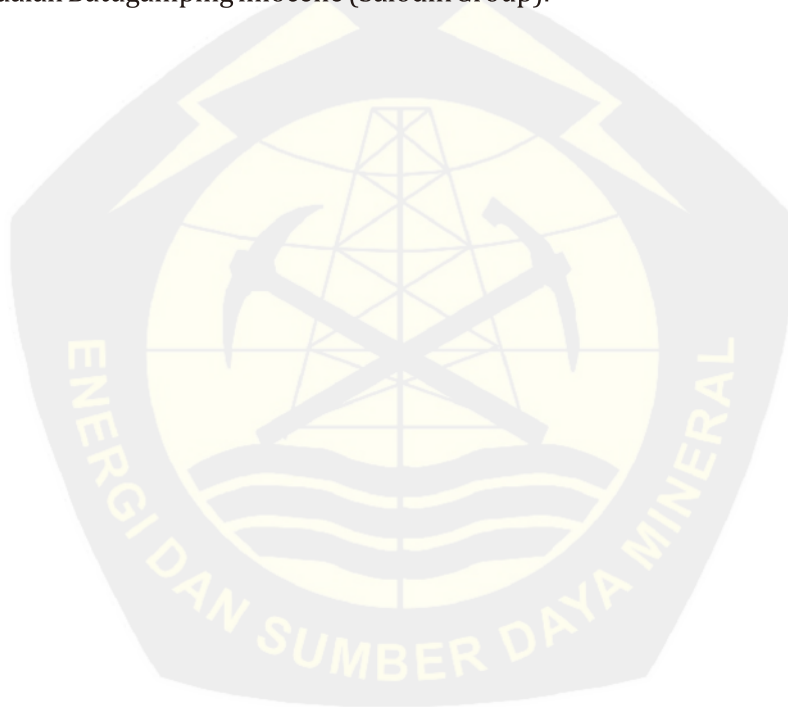
Survei gaya berat telah dilakukan oleh Tim Geofisika Pusat Survei Geologi (PSG) Badan Geologi pada Tahun 2007 di daerah Kolonedale dengan skala regional, berjarak antara 10 – 25 km. Pada tahun 2014 dilakukan lagi pemetaan gaya berat dengan skala lebih detail. Penelitian dilakukan di dataran rendah sepanjang pesisir pantai daerah Kolonedale, Baturube, Bungku, dan pulau – pulau kecil di sekitar Teluk Tolo. Anomali gaya berat di Cekungan Tomori memiliki tren Barat Laut – Tenggara.

Survei Magnetoteluric telah dilakukan pada tahun 2014 di sekitaran daerah Kolonedale oleh Tim Geofisika Pusat Survei Geologi (PSG Badan Geologi. Hasil Pemodelan 1D memperlihatkan variasi nilai tahanan jenis batuan berkisar antara 0.2 Ω m hingga 58.597 Ω m dengan nilai dominan pada 22.3 Ω m, variasi ketebalan lapisan berkisar antara 5.1 m hingga 25.805 m dengan nilai dominan pada 375 m, sedangkan variasi kedalaman lapisan berkisar antara 5.1 m hingga 34.191 m dengan nilai dominan pada 612 m. Hasil survei MT tersebut menunjukkan Cekungan Tomori (Daerah Kolonedale) dibagi menjadi empat bagian litologi, yaitu: Endapan permukaan hingga Molasa – Sulawesi (Qa – Molasa),

Formasi Matano (Kml), dan Bagian Bawah Mandala

Analisis Laboratorium Rock Eval Pyrolysis di Cekungan Tomori menunjukkan beberapa formasi mempunyai potensi sebagai batuan induk. Formasi – formasi tersebut adalah Formasi Tokala , Formasi Tetambahu, Formasi Matano, Formasi Nanaka (Lower), Formasi Salodik, dan Formasi Kintom. Kekayaan batuan induk di Cekungan Tomori menunjukkan *fair to good source rock* dan tipe kerogen yang dominan Tipe III (*gas prone*) dengan tingkat kematangan batuan induk *immature-mature*.

Sistem petroleum telah berjalan di Cekungan Tomori, hal ini ditandai dengan ditemukannya rembesan minyak (oil seep) di daerah Kolo atas dan di Sungai Wosu. Berdasarkan analisis rock eval pyrolysis batuan yang berpotensi sebagai batuan penghasil hidrokarbon adalah Formasi Tokala, Tetambahu, Matano, Nanaka bagian bawah, Salodik, dan Formasi Kintom. Berdasarkan analisis sedimentologi dan stratigrafi, batuan yang berpotensi sebagai batuan reservoir adalah Formasi Nanaka, dan Batugamping Salodik (*fracture reservoir*). Sedangkan batuan yang berpotensi sebagai batuan tudung adalah Batugamping miocene (Salodik Group).



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejak tahun 2009 kegiatan eksplorasi minyak dan gas bumi di Indonesia terus mengalami penurunan. Bahkan sejak 15 tahun terakhir tidak ada penemuan cadangan migas baru yang cukup signifikan. Hal ini berimbas pada ancaman krisis energi yang harus dihadapi oleh Indonesia. Profil lifting migas Indonesia terus mengalami penurunan sementara disaat yang sama konsumsi kian meningkat. Oleh karena itu peningkatan wilayah eksplorasi migas adalah salah satu jalan yang niscaya untuk mengisi kesenjangan yang muncul.

Pada tahun 2015 posisi wilayah kerja migas mencapai 314 WK, dengan perincian 84 WK pada wilayah produksi atau eksploitasi dan 230 WK lainnya pada wilayah eksplorasi. Wilayah eksplorasi cadangan migas sebagian besar berada di wilayah barat Indonesia. Sedangkan kegiatan eksplorasi migas di Indonesia timur masih banyak terkendala masalah teknologi dan keterbatasan data.

Kendala eksplorasi di kawasan timur Indonesia adalah kesempaan daerah yang tergolong lebih sulit dibandingkan Indonesia bagian barat, fasilitas – fasilitas penunjang yang masih sangat terbatas, dan data – data geologi dan geofisika yang masih sangat kurang. Kendala – kendala ini membuat para calon investor menilai kawasan timur Indonesia memiliki resiko eksplorasi yang tergolong tinggi. Namun, dari beberapa penemuan hidrokarbon, baik minyak bumi maupun gas bumi, membuktikan bahwa meskipun beresiko tinggi, cekungan – cekungan di kawasan timur Indonesia menjanjikan pula prospek yang sangat bagus. Atau bisa dikatakan hasilnya seimbang dengan resiko yang tinggi. Sebagai contoh adalah penemuan gas di lapangan Asap, Blok Kasuari, Papua Barat, meskipun masih terkendala teknologi, namun telah membuktikan gas in place sebesar 2 Tcf.

Cekungan Tomori yang berbatasan dengan cekungan Banggai juga memiliki potensi yang cukup menarik untuk diteliti lebih lanjut. Alasannya karena dari

beberapa titik pemboran di utara dan timur laut wilayah ini (lapangan Tomori) beberapa terbukti mengandung minyak dan gas dengan sumber hidrokarbon yang beragam (campuran kerogen marin dan terrestrial). Geological play concept di area Tomori baru menyentuh stratigrafi batuan Tersier, sedangkan batuan – batuan Pra Tersier di area Tomori pun mengandung potensi minyak dan gas bumi. Sebagai buktinya di beberapa titik rembesan minyak dan gas yang ditemukan di daerah Kolo Atas, Wosu, dan Beteleme berada pada sebaran batuan Pra Tersier (Trias – Jura), namun sumur – sumur pemboran di area ini belum ada satupun yang telah menyentuh batuan Trias-Jura.

Rekomendasi blok WK Tomori didasarkan pada data – data terbaru yang telah diperoleh dari pekerjaan geologi dan geofisika di Cekungan Tomori sepanjang tahun 2014-2015. Analisis data – data tersebut menunjukkan adanya kesamaan afinitas Tomori dengan Banggai Sula, sebagai bagian dari pecahan Sula Spur yang berasal dari pinggir benua Australia bagian utara. Beberapa konsep geologi dan play hidrokarbon yang baru akan ditawarkan, utamanya pada batuan Mesozoikum yang selama ini belum pernah menjadi perhatian di area tersebut.

Penyusunan rekomendasi WK Tomori diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih lengkap mengenai potensi hidrokarbon di kawasan tersebut. Pemahaman yang dimaksud antara lain adalah beberapa tipe play untuk diuji, sejumlah konfigurasi geologi Mesozoikum, dan sistem pembentukan

hidrokarbon yang efektif, di mana akumulasi yang ekonomis masih harus ditemukan.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud penelitian ini adalah:

1. Melakukan integrasi data permukaan dengan data bawah permukaan untuk menghasilkan konsep petroleum system, terutama untuk batuan Pra Tersier di area Tomori, Sulawesi Tengah
2. Melakukan analisa G & G pada area Tomori untuk melihat kemungkinan adanya prospek akumulasi hidrokarbon.
3. Menentukan area rekomendasi untuk ditindaklanjuti.

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan konsep geologi dalam hal penemuan minyak dan gas bumi pada area Tomori.
2. Menentukan petroleum system pada area Tomori, yang meliputi batuan sumber, batuan waduk, batuan tudung, perangkap dan migrasi.
3. Membuat korelasi antar sumur dan analisa seismik untuk mengetahui arah migrasi hidrokarbon dan pengendapan batuan sedimen yang dapat menjadi batuan induk, batuan reservoir, batuan penutup dan play hidrokarbon.

1.3 Peneliti Terdahulu

Von Lockzy (1934) mengidentifikasi Pegunungan Tokala sebagai massadari overthrust. Koolhoven (1935) mendeskripsikan anggota Formasi Matano dan Formasi Tokala, serta penentuan umurnya berdasarkan fosil foraminifera. Klompe (1956) mengidentifikasi kepulauan Banggai sebagai bagian dari Semenanjung Sula. Marks (1957) mengkorelasikan anggota calcareous Formasi Tokala dengan batuan yang serupa berumur Trias di Pulau Misool. Hamilton (1973) mempelajari tektonik Indonesia dan pertama kali mengenali Kepulauan Banggai dan Semenanjung Sula sebagai fragmen dari New Guinea yang terdorong ke arah Sulawesi. Audley-Charles (1974) mempelajari batuan dan proses sedimentasi pada Trias Akhir hingga Kapur Awal di lengan timur Sulawesi. Katili (1978) mempelajari geotektonik Sulawesi, terutama lengan timur dan tenggara, serta daerah sekitarnya. Davies (1990), mempelajari geologi daerah Tomori dan sekitarnya. Villeneuve dan Gunawan (2000), melakukan pemetaan stratigrafi dan struktur geologi Sulawesi Tengah dan membuta model geodinamika daerah tersebut. Kadarusman dkk. (2004), membuat rekonstruksi paleogeografi dari ofiolit di Sulawesi Timur berdasarkan petrologi dan geokimia. Sardjono dan Mirnanda (2007), melakukan penelitian anomali gaya berat untuk mengetahui jenis batuan dasar di lengan timur Sulawesi dan sedimen penutupnya. Ferdian (2010), mempelajari struktur geologi bawah permukaan di lengan timur dan Banggai – Sula untuk eksplorasi hidrokarbon. Satyana dan Purwaningsih (2011), mempelajari kolisi mikrokontinen – mikrokontinen di Sulawesi Timur dan Sulawesi Tenggara dan pengaruhnya pada pembentukan sistem petroleum di daerah tersebut. Ferdian dkk (2012) mempelajari provenance dari Sulawesi Timur dan Banggai Sula menggunakan metode zirkon.

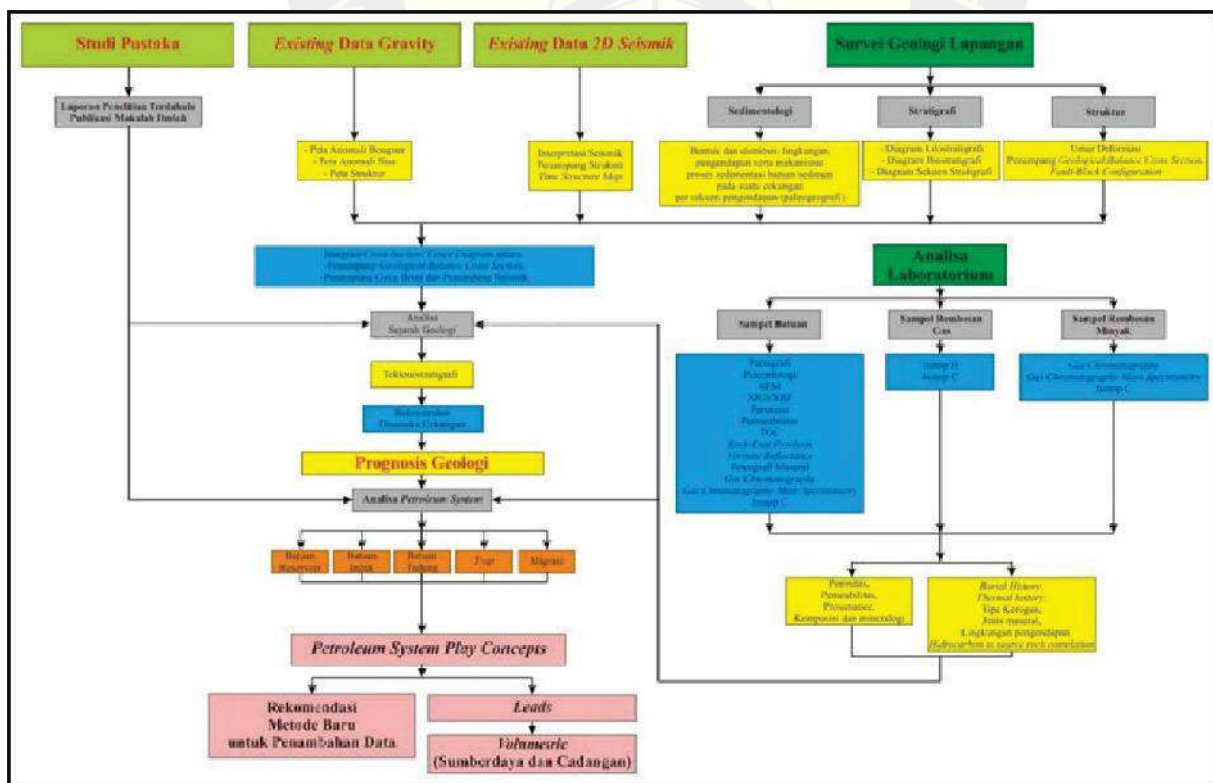
1.4 Metodologi Penelitian

Metodologi yang dipakai dalam mengetahui sejarah pengisian cekungan adalah dengan mempelajari pola sedimentasi dan korelasi stratigrafi yang diperoleh dari data lapangan, hasil analisis

laboratorium, dan analisis data bawah permukaan. Korelasi dilakukan dengan menggunakan metode kronostratigrafi, yaitu dengan membagi paket – paket sekuen yang diduga terbentuk atau terdeposisi dalam periode waktu yang sama. Paket – paket sekuen dari lintasan stratigrafi yang berbeda bisa saja menunjukkan perubahan fasies pengendapan secara lateral. Dalam metode kronostratigrafi perbedaan kelompok fasies dalam satu periode pengendapan sedimen dipahami sebagai perkembangan lateral dari suatu sistem lingkungan pengendapan.

Petroleum play di Cekungan Tomori ditentukan dengan memperhatikan aspek – aspek petroleum system di dalam cekungan tersebut, yaitu :

- Adanya batuan induk di dalam cekungan, kandungan material organiknya, ketebalan lapisan, tipe kerogen, jenis hidrokarbon, dan tingkat kematangannya
- Adanya reservoir di dalam cekungan, ketebalan lapisan, penyebaran di dalam cekungan, serta tingkat efektifitas porositas dan permeabilitasnya
- Siapnya perangkap, baik berupa perangkap struktur maupun perangkap stratigrafi di dalam cekungan sebagai tempat akumulasi hidrokarbon
- Adanya batuan tudung (cap rock) di dalam cekungan, ketebalan lapisan, sebaran batuan, dan efektifitasnya sebagai penahan (seal) aliran hidrokarbon
- Ketepatan waktu kematangan (time of maturity) untuk mengisi perangkap – perangkap hidrokarbon Efektifitas kombinasi kelima poin sebelumnya untuk menjadi sebuah play.



Gambar 1.1 Diagram alir penelitian