

SKRIPSI
ANALISIS UJI PRODUKSI DENGAN METODE UJI DATAR
UNTUK MENGETAHUI KAPASITAS PRODUKSI SUMUR X
LAPANGAN PANAS BUMI PT. PERTAMINA GEOTHERMAL
ENERGY AREA KAMOJANG

Dibuat untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya



Muhammad Sukma Wijaya
03121402066

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2018

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS UJI PRODUKSI DENGAN METODE UJI DATAR UNTUK MENGETAHUI KAPASITAS PRODUKSI SUMUR X LAPANGAN PANAS BUMI PT. PERTAMINA GEOTHERMAL ENERGY AREA KAMOJANG

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

Muhammad Sukma Wijaya

03121402066

Disetujui untuk Jurusan Teknik Pertambangan
oleh

Pembimbing I



Dr. Ir. H. Maulana Yusuf, MS, MT
NIP. 195909251988111001

Pembimbing II

Hj. Wenny Herlina, ST., MT
NIP. 197309291998022001

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Sukma Wijaya

NIM : 03121402066

Judul : Analisis Uji Produksi Dengan Metode Uji Datar Untuk Mengetahui Kapasitas Produksi Sumur X Lapangan Panas Bumi PT.Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasi hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun

Palembang, Desember 2017



Muhammad Sukma Wijaya

NIM. 03121402066

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Sukma Wijaya

NIM : 03121402066

Judul : Analisis Uji Produksi Dengan Metode Uji Datar Untuk Mengetahui Kapasitas Produksi Sumur X Lapangan Panas Bumi PT.Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau *plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau *plagiat* dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun

Palembang, Desember 2017



Muhammad Sukma Wijaya

NIM. 03121402066

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat dan karunian-Nya, sehingga penyusunan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Uji Produksi Dengan Metode Uji Datar Untuk Mengetahui Kapasitas Produksi Sumur X Lapangan Panas Bumi PT.Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang”, yang dilaksanakan dari tanggal 3 September 2016 sampai dengan tanggal 3 November 2016.

Pada kesempatan ini, ucapan terima kasih diucapkan kepada Dr. Ir. H. Maulana Yusuf, MS, MT selaku pembimbing pertama dan Hj. Wenny Herlina ST., MT. selaku pembimbing kedua yang telah membimbing dalam penyelesaian tugas akhir ini, selanjutnya ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Hj. RR. Harminuke Eko Handayani, S.T, M.T. dan Ir. Bochori, M.T., IPM., selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ir. H. Djuki Sudarmono, DESS selaku Pembantu Pimpinan Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Dr. Ir. H. Maulana Yusuf, MS, MT selaku Dosen Pembimbing Akademik
5. Seluruh Dosen dan Staff Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Ir. Irfan Zainuddin selaku Direktur Utama PT. Pertamina Geothermal Energy.
7. Aris Kurniawan dan Ahmad Burhani selaku Pembimbing Lapangan, serta seluruh *staff* dan karyawan PT. Pertamina Geothermal Energy area Kamojang.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari kekurangan maka diharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun guna penyempurnaan isi tulisan ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat dalam bidang ilmu pertambangan dan energi serta bermanfaat bagi semua pihak.

Palembang, Desember 2017

Penulis

RINGKASAN

ANALISIS UJI PRODUKSI DENGAN METODE UJI DATAR UNTUK MENGETAHUI KAPASITAS PRODUKSI SUMUR X PT. PERTAMINA GEOTHERMAL ENERGY, AREA KAMOJANG

Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, Desember 2017

Muhammad Sukma Wijaya; Dibimbing oleh Dr. Ir. H. Maulana Yusuf, M.S., M.T. dan Hj. Weny Herlina, S.T., M.T.

Analysis Of Production Test With Test Method For Knowing Production Capacity Well X Field Geothermal PT. Pertamina Geothermal Energy, Area Kamojang

xii + 39 halaman, 3 tabel, 1 bagan, 2 lampiran

RINGKASAN

Tahapan uji sumur terbagi menjadi dua yaitu uji kompleksi dan uji produksi Fungsi kedua uji tersebut untuk memprediksi kemampuan sumur dalam rangka mempersiapkan fasilitas produksi sumur saat beroperasi. Berdasarkan hasil uji kompleksi yang telah dilakukan sebelumnya didapatkan nilai prediksi kemampuan laju alir sumur KMJ-X sebesar 28,8 ton/jam. Akan tetapi menurut Saptadji (2001), prediksi menggunakan data uji kompleksi memiliki nilai deviasi $\pm 50\%$ sehingga tidak bisa dijadikan acuan untuk menentukan rangkaian produksi sumur KMJ-X. Uji produksi pada suatu sumur panas bumi bertujuan untuk mengetahui kondisi stabil sumur saat dioperasikan berdasarkan nilai deliverabilitas sumur tersebut. Sehingga hasil uji produksi memiliki keakuratan yang lebih baik dari uji kompleksi dan dapat digunakan sebagai acuan menentukan rangkaian fasilitas produksi sumur KMJ-X. Penelitian ini bertujuan mengetahui faktor yang berpengaruh terhadap keakuratan hasil uji produksi prediksi potensi kemampuan produksi sumur.

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data laju alir massa (M) kg/s, tekanan *upstream* (PU), tekanan *downstream* (PD), temperatur *upstream* (TU) pada sumur KMJ-X. Data-data tersebut diolah menjadi kurva *output test* sehingga didapat variabel-variabel pada persamaan deliverabilitas yaitu nilai n sebesar 0,613, nilai C sebesar 1,66. Variabel n dan C yang telah didapat digunakan untuk menghitung nilai laju alir sumur KMJ-X, yaitu nilai laju alir minimum sebesar 0 ton/jam yang dioperasikan pada Tekanan Kepala Sumur (TKS) sebesar 25 ksc dan laju alir maksimal sebesar 86,14 ton/jam yang dioperasikan pada TKS 0 ksc. Khusus dilapangan Kamojang, rata-rata TKS sumur pada saat dioperasikan umum sebesar 13 ksc sehingga akan didapat laju alir sumur KMJ-X apabila dioperasikan sebesar 70,99 ton/jam atau 9,85 MW pada *Specific Steam Consumption* (SSC) turbin sebesar 7,2 ton/jam.

Kata Kunci : *Uji Produksi, Deliverabilitas, Laju Alir, Kurva Output*

SUMMARY

ANALYSIS OF PRODUCTION TEST WITH TEST METHOD FOR KNOWING PRODUCTION CAPACITY WELL X FIELD GEOTHERMAL PT. PERTAMINA GEOTHERMAL ENERGY, AREA KAMOJANG

Scientific Paper in The Form Of Skripsi, December 2017

Muhammad Sukma Wijaya: supervised by Dr. Ir. H. Maulana Yusuf, M.S., M.T. dan Hj. Weny Herlina, S.T., M.T.

Analisis Uji Produksi Dengan Metode Uji Datar Untuk Mengetahui Kapasitas Produksi Sumur X Lapangan Panas Bumi PT. Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang

xii + 39 pages, 3 tables, 1 flow chart, 2 attachment

SUMMARY

PT. Pertamina Geothermal Energy is a geothermal energy company which is located in Desa Laksana, Kecamatan Ibum, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat. Steps of well testing consist to two tests, which are completion test and production test. The function of those two tests is to predict the capability of the well in order to prepare well production facility when it will be operated. Based on the completion test, the prediction value of flow capability well KMJ-X is 28,8 ton/hour or 4 MW per hour, but according to Saptadji (2001), the prediction using completion test data has deviation value $\pm 50\%$, so it can not be the reference to determine the production series of well KMJ-X. The purpose of production test is to detect whether the condition of the well is stable or not, when it is being operated based on the deliverability value of that well. So this production test has higher accuracy than completion test.

Data that collected in this research are mass flow data (M) kg/s, Pressure Upstream (PU), Pressure Downstream (PD), Temperature Upstream (TU) in well KMJ-X, then processed to become output curve test so it obtained variables on deliverability formula that is the value of n is 0,613, value of C is 1,66 to calculate the value of flow well KMJ-X, the value of minimum flow is 0 ton/hour which is operated on Well Head Pressure (WHP) 25 ksc and the value of maximum flow is 86,14 ton/hour which is operated on WHP 0 ksc. Average of WHP when being operated commonly is 13 ksc so it will be get the flow of well KMJ-X if operated in the amount of 70,99 ton/hour or 9,85 MW on Specific Steam Consumption (SSC) turbine is 7,2 ton/hour.

Keyword: Production Test, Deliverability, Flow, Output Curve

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
KATA PENGANTAR	v
RINGKASAN	vi
SUMMARY	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penulisan	2
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
1.6. Kerangka Pemikiran.....	3
BAB 2. TINJAUAN UMUM	
2.1. Terjadinya Sistem Panasbumi	5
2.2. Jenis-jenis Energi Panasbumi diIndonesia	9
2.3. Sistem Panasbumi Indonesia	12
2.4. Model Sistem Panasbumi	15
2.5. Fasilitas-fasilitas Produksi.....	17
2.6. Pengenalan Manajemen Lapangan.....	21
2.7. Uji Produksi.....	22
BAB 3. METODE PENELITIAN	
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	29
3.2 Rancangan Penelitian	31
3.3 Metode Penyelesaian Masalah	33

3.4 Bagan Alir Penelitian	33
BAB 4. PERHITUNGAN DAN ANALISIS	
4.1. Mendapatkan Nilai Variabel Pada Persamaan Deliverabilitas.....	35
4.1. Analisis Kemampuan Sumur KMJ-X	38
4.1. Mengkonversi Kemampuan Sumur Hasil Uji Produksi.....	40
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan.....	41
5.2. Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. Bagan Alir Metode Penelitian.....	4
2.1. Susunan Lapisan Bumi.....	5
2.2. Gambaran Pergerakan Lempengan-lempengan Tektonik.....	6
2.3. Perpindahan Panas di Bawah Permukaan	7
2.4. Konfigurasi Tektonik di Sepanjang Busur Kepulauan Indonesia.....	8
2.5. Jenis-jenis Energi Panasbumi.....	9
2.6. Sistem Dominasi Uap	10
2.7. Sistem Dominasi Air	11
2.8. Model Sistem Panasbumi.....	15
2.9. Model Sistem Panasbumi di Lapangan Kamojang	16
2.10. Sumur Produksi Lapangan Panasbumi Kamojang.....	18
2.11. Rangkaian <i>valve</i> di Kepala Sumur Uap Kering	19
2.12. Silencer di Lapangan Panasbumi Kamojang	20
2.13. Pipa Alir dari Kepala Sumur	20
2.14. Hubungan Linier antara ΔP^2 vs q_{sc} dalam skala Log-log	25
2.15. Skema Tekanan dan Laju Alir pada Uji <i>Back Pressure</i>	26
2.16. Skema Tekanan dan Laju Alir pada Uji <i>Isochronal</i>	27
2.17. Skema Tekanan dan Laju Alir pada Uji <i>Modified Isocronal</i>	28
3.1. Peta Geologi Lapangan Kamojang	29
3.2. Diagram Alir Penelitian	33
4.1. Plot log ΔP^2 vs log Q untuk Mencari Nilai Slope “n” Sumur KMJ-X	36
4.2. Kurva <i>Output</i> Hasil Uji <i>Modified Isochronal</i> KMJ-X.....	39

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Klasifikasi Sistem Panasbumi Berdasarkan Temperatur	12
3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian Tugas Akhir	30
3.2. Variabel Penelitian	31
3.3. Ringkasan Metode Penyelesaian Masalah Dalam Penelitian.....	33
4.1. Perhitungan untuk Mencari Slope “n” pada Sumur KMJ-X.....	35
4.2. Data Log Tekanan Log Laju Produksi Untuk Pengolahan Nilai Slope	36
4.3. Hasil Perhitungan Mencari Harga C dan n	37
4.4. Hasil Perhitungan Kurva <i>Output</i> Hasil Uji MI Pada Sumur KMJ-X.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Perhitungan Deliverabilitas	42
B. Data Uji Produksi Dengan Metode Uji Datar.	47

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia dilalui sabuk vulkanik yang membentang *ring of fire* dari Pulau Sumatra, Jawa, Nusa Tenggara, Maluku dan Sulawesi. Sabuk vulkanik tersebut terdapat sekitar 117 pusat gunung berapi aktif yang membentuk jalur gunung api sepanjang kurang lebih 7.000 km. Indonesia memiliki 40 persen potensi panas bumi di dunia karena Indonesia memiliki 299 total lokasi di seluruh Indonesia adalah sebesar 28.617 Mwe (Nur, 2012).

PT. Pertamina Geothermal Energy (PGE), terus akan mengembangkan potensi panas bumi di Kamojang dari kapasitas saat ini yang sebesar 235 MW menjadi 1.000 MW di masa datang. PT. Pertamina Geothermal Energy saat ini memiliki 5 Pembangkit Listrik Tenaga Panasbumi (PLTP) yang terdiri dari Unit 1 dengan kapasitas listrik sebesar 30 MW, Unit 2, Unit 3, produksi masing-masing 55 MW, Unit 4 dengan kapasitas 60 MW dan Unit 5 berkapasitas 35 MW. Sebanyak 235 MW yang dipasok dari PLTP Kamojang dimana 140 MW berupa uap dipasok ke Indonesia Power (anak perusahaan PT PLN) dan 95 MW berupa listrik yaitu langsung dipasok kepada PLN. Namun kegiatan pemasokan terdapat kendala yaitu jangkauan jaringan dari PLN untuk mencapai titik-titik PLTP yang letaknya tidak bisa terlalu jauh dari sumber panas bumi (Surya, 2010).

Uap yang dialirkan ke PLTP Unit 5 berasal dari 5 sumur. Besarnya massa uap yang dialirkan dari masing-masing sumur tidak dapat diketahui. Hal tersebut diakibatkan dari besarnya massa uap yang dialirkan dari sumur tergantung besarnya *feed zone* dan reservoir sumur tersebut. Salah satu sumur yang mengalirkan uap tersebut salah satunya sumur KMJ-X. Berdasarkan hal diatas maka besarnya uap yang dialirkan dari sumur KMJ-X tidak dapat diketahui. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengetahui besarnya massa uap tersebut adalah uji produksi dengan menggunakan metode uji datar

Uji produksi atau biasa disebut *output test* dilaksanakan untuk mengetahui jenis fluida reservoir dan fluida produksi. Uji produksi pada suatu sumur panas

bumi bertujuan untuk mengetahui kondisi stabil sumur saat dioperasikan berdasarkan nilai deliverabilitas sumur tersebut. Berdasarkan latar belakang tersebut maka dilakukan suatu penelitian untuk menentukan nilai deliverabilitas dengan menggunakan metode uji datar. Penelitian ini sangat diperlukan untuk mengetahui keakuratan dalam menentukan nilai deliverabilitas suatu sumur. Sehingga nantinya prediksi kemampuan sumur panas bumi menjadi lebih detail serta mengefesiesikan persiapan pembukaan sumur dan persiapan fasilitas produksi sumur.

1.2. Pembatasan dan Perumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas hanya pada batasan metode penelitian dan batasan lokasi penelitian sebagai berikut:

- 1) Batasan permasalahan yang dibahas hanya mengenai uji produksi dengan metode uji datar.
- 2) Penelitian dilakukan di Lapangan Panas Bumi Kamojang, Kabupaten Bandung, Jawa Barat.

Perumusan masalah dalam penelitian ini dinyatakan dalam suatu pertanyaan sebagai berikut:

- 1) Bagaimana cara mencari nilai variabel pada persamaan deliverabilitas atau kapasitas produksi ?
- 2) Bagaimana menganalisis kemampuan produksi sumur KMJ-X dengan uji produksi?
- 3) Berapa konversi kemampuan sumur hasil uji produksi dibandingkan terhadap kebutuhan konsumsi uap pada PLTP ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor yang berpengaruh terhadap keakuratan hasil uji produksi prediksi potensi kemampuan produksi sumur, sedangkan tujuan khusus dari penelitian ini adalah:

- 1) Menganalisa nilai variabel pada persamaan deliverabilitas atau kapasitas produksi.
- 2) Menganalisis kemampuan produksi sumur KMJ-X dengan uji produksi.

- 3) Mengkonversi kemampuan sumur hasil uji produksi dibandingkan terhadap kebutuhan konsumsi uap pada PLTP.

1.4. Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan terdapat dua manfaat yang dapat diambil, yaitu:

- 1) Manfaat Praktis

Hasil penelitian yang sudah penulis lakukan dapat perusahaan gunakan sebagai dasar penentuan potensi kemampuan sumur yang nantinya akan diuji lagi menggunakan data uji produksi dan menjadikan laporan ini sebagai data penunjang untuk melakukan kajian lebih lanjut.

- 2) Manfaat Akademis

Hasil penelitian yang sudah penulis lakukan diharapkan dapat mempermudah pembaca didalam mengembangkan penelitian lebih lanjut mengenai panasbumi dan mengetahui proses tahapan uji produksi sumur panasbumi.

1.5. Sistematika Penulisan

Penelitian ini dibagi menjadi 5 bab yang berurut dan saling terkait satu dengan yang lain. Sistematika penulisan pada laporan tugas akhir ini meliputi

- 1) Pendahuluan

Bab pendahuluan menjelaskan tentang latar belakang, pembatasan dan perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, sistematika penulisan, dan kerangka pemikiran.

- 2) Tinjauan Pustaka

Bab tinjauan pustaka berisikan penjelasan yang berkaitan dengan sistem panas bumi, fasilitas produksi uap panas bumi, dan pengujian sumur panas bumi.

- 3) Metode Penelitian

Bab metode penelitian berisikan penjelasan tentang data-data yang dipakai serta prosedur perhitungan deliverabilitas atau kapasitas produksi sumur dari hasil uji produksi

4) Hasil dan Pembahasan

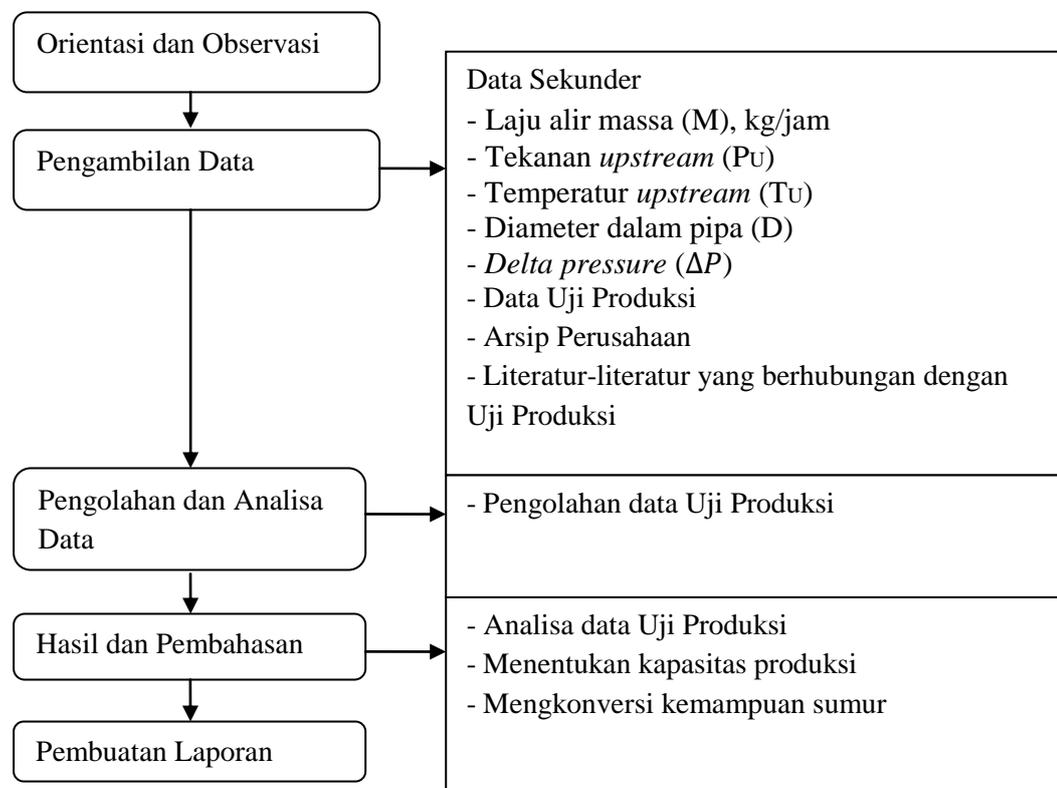
Bab hasil dan pembahasan berisikan perhitungan dan analisis grafik hasil uji produksi sumur.

5) Kesimpulan dan Saran

Bab kesimpulan dan saran menjelaskan secara singkat hasil penelitian dan pembahasan mengenai analisis uji produksi dengan metode uji datar pada Lapangan Panas Bumi Kamojang dan memberikan masukan yang positif terkait penelitian tersebut.

1.6. Kerangka Pemikiran

Dalam penyelesaian tugas akhir ini dibuat kerangka pemikiran sebagai langkah-langkah yang akan diambil dalam penyusunan laporan penelitian agar penelitian yang penulis lakukan dapat terarah dengan baik dan sesuai dengan tujuan dilakukannya penelitian ini. Berikut bagan alir penelitian ini (Gambar 1.1).



Gambar 1.1 Bagan alir metode penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Axelsson, G. 2013. *Geothermal Well Testing*. Iceland: Iceland GeoSurvey (ISOR) and University of Iceland.
- Budiardjo, B., Nugroho dan Budihardi, M. 1998. *Resource Characteristics of the Ungaran Field, Central Java, Indonesia*, Proceeding of National Berkala MIPA, 16(1), Januari 2006 48 Seminar of Human Resources Indonesian Geologist, Yogyakarta.
- Ellis A.J. dan Mahon W. A.J. (1977): *Chemistry and Geothermal System*, Academic press, New York, 391 pp
- Freeston D.H & Browne P.R.L (1997): *Geothermal Technology*, Materi kursus *Teaching the Teachers* Th 1994, 146 pp
- Grant, Malcolm A., et al. 2008. *Geothermal Reservoir Engineering – Second Edition*. Academic Press.
- Kamah, M., Y., (2000) *Laporan survey Gravitasi Presisi periode 99-00 Lapangan Panasbumi, Jawa Barat*, OPS Eksplorasi Panasbumi Dit. EP – Pertamina
- Saptadji, Nenny M. 2001. *Teknik Panasbumi*. Bandung: Departemen Teknik Perminyakan, Institut Teknologi Bandung.
- Suhanto, E., Putra S.A. 2006. *Evaluasi Prospek Lapangan Mataloko dengan Survei Mise-A-LA-Masse dan Pengujian Sumur MT-5*. Nusa Tenggara Timur: Kelompok penelitian Panasbumi,
- Suhartono, Nur. 2012. *Pola Sistem Panasbumi dan Jenis Geothermal Dalam Estimasi Cadangan Daerah Kamojang*, Teknik Geologi UPN “Veteran” Yogyakarta, Yogyakarta.
- Syed, N.I. 2011. *Analysis of Well Test Data for The Estimation of Reservoir Parameters and The Prediction of Pressure Response Using Welltester and Lumpfit*. Iceland: United Nations University,