

**PERENCANAAN TEKNIS SISTEM PENIRISAN PADA PIT S5
DI PT. CIPTA KRIDATAMA SITE SIAMBUL, KELESA
SIBERIDA, INDRAGIRI HULU, RIAU
TAHUN 2013**



SKRIPSI UTAMA

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

**Ojak Panduan H
03081002026**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
2013**

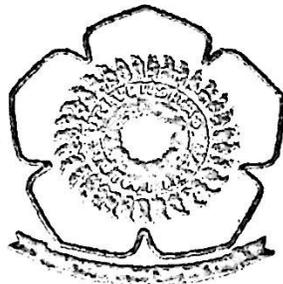
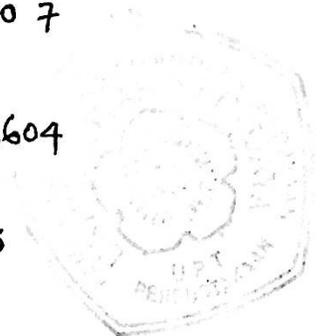
Rec: 22424

Reg: 22908

S
621.470 7
Opa
P
C/1 → 131604
2013

4/1

**PERENCANAAN TEKNIS SISTEM PENIRISAN PADA PIT S5
DI PT. CIPTA KRIDATAMA SITE SIAMBUL, KELESA
SIBERIDA, INDRAGIRI HULU, RIAU
TAHUN 2013**



SKRIPSI UTAMA

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

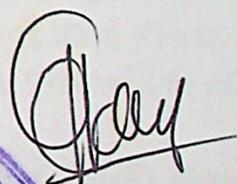
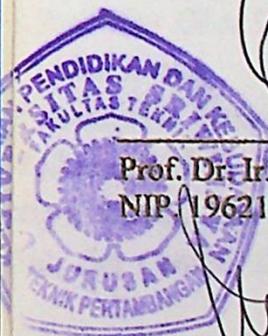
**Ojak Panduan H
03081002026**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
2013**

**PERENCANAAN TEKNIS SISTEM PENIRISAN PADA PIT S5
DI PT. CIPTA KRIDATAMA SITE SIAMBUL, KELESA
SIBERIDA, INDRAGIRI HULU, RIAU
TAHUN 2013**

SKRIPSI UTAMA

Disetujui untuk Jurusan Teknik
Pertambangan oleh Dosen Pembimbing :



Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS
NIP. 196211221991021001

Ir. M. Akib Abro, MT.
NIP. 194508231973021001

LEMBAR PERSEMBAHAN

Sebab Allah yang telah berfirman : "Dari dalam gelap akan terbit terang! ", Ia juga yang membuat terang-Nya bercahaya dalam hati kita, supaya kita beroleh terang dari pengetahuan tentang kemuliaan Allah yang nampak pada wajah Kristus. (2 Korintus 4 : 6)

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Orang tua tercinta, Bapak dan Mama serta keluarga besarnya. Terimakasih buat doa serta pengharapan yang tak pernah habis mengantar buatku, kesabaran, semangat, nasehat dan motivasi yang tak pernah berhenti diberikan kepadaku. Terimakasih bapak dan mama, aku sayang kalian
2. Ketua adiknya tersayang, Waleh Mandoko dan Tri Sandurun. Terimakasih telah menjadi motivator dan semangat ku untuk menjadi lebih baik lagi, sehingga aku bisa menjadi teladan kalian kelak. Love you Brother.
3. Santa Amelia Sembiring, Makasih ya nande biringku buat semua yang diberikan kepadaku, semangat, motivasi, doa, pengharapan, dan pola pikir yang membantuku menjadi orang yang lebih baik kedepannya. Terimakasih juga telah berbagi suka dan duka bersamaku selama ini. Love you dear.
4. Semua sahabat-sahabat terbaikku di Tambang 08 khususnya di Bituminus 08. Tempol, Permedi, Firmadi, Ramby, Erbus, Eros, Elvi, Maria, Carolyn, Daniel, Erin, Robby, Yopfi, Arwin, Joel, dan Oka. Terimakasih sahabat-sahabatku buat semangat dan dukungan kalian semua.
5. Keluarga Besar Beautiful of Lemogross (Seri Indah) Bang Andrew, Bang Sandro, Bang Ricky, Bang Halasan, Nelvia, Mariyanti, Desrina, Ida, Ester, Elvina, Chandra, Andy, Markus, David, Srimya, Kristian, Wendy, Samuel, Nova, Osin, Raiz, Martin, Leo, dan Gerald. Terimakasih buat dukungan dan doa kalian semua.
6. Keluarga Uda/Nanguda Debora, Bituminus, Punatosi, Tonassri, Lae Michael Sinaga dan seluruh sahabat serta teman-temanmu yang tak dapat ku sebutkan satu persatu, Terimakasih buat dukungan doa kalian semua.

PERENCANAAN TEKNIS SISTEM PENIRISAN PADA PIT S5
DI PT. CIPTA KRIDATAMA SITE SIAMBUL, KELESA
SIBERIDA, INDRAGIRI HULU, RIAU
TAHUN 2013

ABSTRAK

(Ojak Panduan H, 03081002026, 128 halaman)

PT. Cipta Kridatama adalah salah satu kontraktor di site PT. Riau Baraharum yang kontrak kerjanya bertanggungjawab dalam proses pengupasan overburden. Metode penambangan yang diterapkan adalah metode tambang terbuka yaitu metode back filling dan metode strip mine. Pada metode strip mine, pemilihan suatu penyaliran sangat dipengaruhi oleh besar kecilnya curah hujan. Tentu saja ketika front penambangan terendam genangan air yang berasal dari permukaan (air hujan) maka alat – alat berat tidak dapat melakukan aktivitasnya sebagai mana mestinya dan hal ini akan menghambat aktivitas penambangan.. Air yang masuk ke lokasi penambangan sebagian besar berasal dari air hujan dan air tanah. Untuk perencanaan penirisan tahun 2013, curah hujan yang direncanakan adalah 3.786,75 mm/tahun, luas daerah tangkapan hujan (catchment area) di pit S5 sebesar 792.302 m².

Sistem pemompaan yang memenuhi secara teknis adalah sistem pemompaan dengan sistem parallel, di pit S5 pompa yang digunakan 1 pompa sykess HH220i dan 1 pompa multiflow 360. Pipa yang digunakan adalah pipa HDPE (high density poly ethnyl). Air hasil pemompaan harus diendapkan terlebih dahulu untuk menghindari pencemaran sungai sehingga harus dibuat kolam pengendap (Setling Pond). Lalu air dari kolam pengendapan akan dialirkan ke sungai.

Rata-rata debit 2 unit pompa di S5 sebesar 9.234 m³/hari secara teknis mampu mengeluarkan air yang masuk kedalam sump di pit S5 dengan rata-rata volume air total perbulan 234.355,78 m³dengan waktu jam kerja pompa 19 jam perhari.

Kata Kunci : Curah hujan, daerah tangkapan hujan, sump, pompa

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

Skripsi ini berjudul “Perencanaan Teknis Sistem Penirisan Pada Pit S5 di PT. Cipta Kridatama Site Siambul, Kelesa, Siberida, Indragiri Hulu, Riau Tahun 2013”. Skripsi ini Penulis susun berdasarkan hasil Kerja Skripsi yang telah Penulis lakukan di PT Cipta Kridatama, yang dimulai pada tanggal 2 Desember 2012 dan berakhir pada tanggal 8 Januari 2013.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS selaku Pembimbing pertama dan Bapak Ir. H. M. Akib Abro, MT selaku Pembimbing kedua. Dalam kesempatan ini, penulis juga ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Badia Parizade, M.B.A. selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Dr. Ir. H. Taufik Toha, DEA selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya dan Bochori, ST, MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
4. Ir. H. Maulana Yusuf, MS, MT selaku Dosen Pembimbing Akademik Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Benny Kusumobroto, Project Manager PT. Cipta Kridatama Site Siambul, Kelesa, Siberida, Indragiri Hulu, Riau.

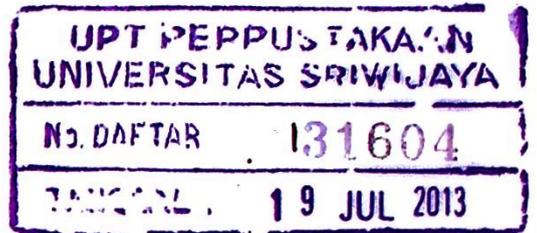
6. Bapak Dedy Ismanto, selaku Pembimbing Lapangan PT. Cipta Kridatama Site Siambul, Kelesa, Siberida, Indragiri Hulu, Riau.
7. Seluruh staff dan karyawan PT. Cipta Kridatama Site Siambul, Kelesa, Siberida, Indragiri Hulu, Riau.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhir kata Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, Februari 2013

Penulis.



DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB	
I. PENDAHULUAN	I-1
I.1. Latar Belakang	I-1
I.2. Tujuan Penulisan.....	I-2
I.3. Perumusan Masalah	I-2
I.4. Batasan Masalah	I-3
I.5. Metode Penelitian	I-3
II. TINJAUAN UMUM	II-1
II.1. Lokasi Dan Kesampaian daerah	II-1
II.2. Iklim dan Curah Hujan.....	II-3
II.3. Keadaan Topografi	II-4
II.4. Geologi dan Statigrafi.....	II-4
II.4.1 Geomorfologi	II-4
II.4.2 Struktur Geologi.....	II-6
II.4.3 Statigrafi	II-8
II.5. Kualitas dan Cadangan Batubara.....	II-10
II.6. Kegiatan Penambangan	II-10
III. Dasar Teori	III-1
III.1. Daur Hidrologi	III-1

III.2. Curah Hujan	III-7
III.3. Daerah Tangkapan Hujan	III-11
III.4. Air Limpasan	III-12
III.5. Air Tanah	III-13
III.6. Pipa	III-14
III.7. Pompa	III-16
III.8. Kolam Penampung (Sump)	III-19
III.9. Desain Saluran Terbuka	III-21
III.10. Kolam Pengendap Lumpur (Setling Pond)	III-26
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	IV-1
IV.1 Keadaan Sistem Penirisan Tambang Site CK-RBH Siambul	IV-1
IV.2 Perkiraan Curah Hujan dan Intensitas Hujan.....	IV-2
IV.3 Daerah Tangkapan Hujan (Catchment Area).....	IV-3
IV.4 Air Limpasan	IV-5
IV.5 Air Tanah	IV-5
IV.6 Evapotranspirasi.....	IV-6
IV.7 Debit Air Total Yang Masuk Ke <i>Sump</i>	IV-6
IV.8 Pipa dan Head Pompa	IV-8
IV.9 Debit Pompa dan Perencanaan Pemompaan.....	IV-12
IV.10 Volume Kolam Penampungan	IV-14
IV.11 Kolam Pengendapan Lumpur (Setling Pond)	IV-16
IV.12 Desain Saluran Terbuka.....	IV-19
IV.13 Faktor Yang Mempengaruhi Debit Air Yang Masuk Ke Dalam Sump Pit S5 CK-RBH	IV-20
V. KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
V.1 Kesimpulan	V-1
V.2 Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. Bagan Alir Metode Penelitian.....	I-5
2.1. Peta Lokasi Tambang PT. Cipta Kridatama Site Siambul.....	II-2
2.2. Grafik Curah Hujan Rata-Rata Tahun 2002-2012.....	II-3
2.3. Statigrafi Regional Daerah Eksplorasi PT. Riau Baraharum	II-9
3.1. Daur Hidrologi	III-2
3.2. Bentuk Kolam Penampung (Sump)	III-21
3.3. Dimensi Saluran Terbuka.....	III-25
3.4. Zona - Zona Kolam Pengendapan.....	III-29
4.1. Daerah Tangkapan Hujan Pit S5	IV-4
4.2. Rencana Kolam Penampung	IV-15
4.3. Dimensi Rencana Saluran Tambang	IV-20
4.4. Layout Rencana Penirisan Tambang CK-RBH Site Siambul 2013	IV-21
d.1. Kurva Karakteristik Pompa Pada Pompa Multiflow 360.....	D-3
d.2. Kurva Karakteristik Pompa Pada Pompa Sykess HH 220i.....	D-6
e.1. Kurva Karakteristik Pompa Pada Pompa Multiflow 360.....	E-3
e.2. Kurva Karakteristik Pompa Pada Pompa Sykess HH 220i	E-6
f.1. Dimensi Saluran Rencana.....	F-4
g.1. Gambar Pompa Multiflow 360.....	E-2
g.2. Gambar Pompa Sykess HH 220i.....	E-3

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
III.1. Hubungan Suhu dan Tekanan Uap Jenuh.....	III- 6
III.2. Kelembaban Relatif.....	III- 7
III.3. Keadaan dan Curah Hujan.....	III- 7
III.4. Hubungan Periode Ulang dengan Reduksi Variansi dari Variabel ..	III-10
III.5. Koefisien Limpasan pada berbagai Kondisi.....	III-13
III.6. Kondisi Pipa dan Harga C	III-15
III.7. Panjang Pipa Ekvivalen	III-15
III.8. Koefisien Jenis Material dan Kecepatan Maksimum yang Diizinkan.....	III-22
III.9. Kemiringan Dinding Saluran Yang Sesuai Untuk Berbagai Jenis Bahan.....	III-23
III.10. Koefisien Manning (n) Untuk Pengaliran.....	III-26
IV.1. Perkiraan Curah Hujan dan Intensitas Hujan Tahun 2013.....	IV-3
IV.2. Debit Air Total Yang Masuk <i>Sump</i> Pit S5	IV-7
IV.3. Head Loss dan Head Pompa Aktual.....	IV-9
IV.4. Head Loss dan Head Pompa Plan.....	IV-11
IV.5. Debit 2 Unit Pompa.....	IV-12
IV.6. Rencana Pemompaan Di Sump Pit S5.....	IV-14
IV.7. Volume Kolam Penampung (Sump).....	IV-15
A.1. Curah Hujan Bulanan Site CK-RBH Siambul Tahun 2002 - 2012..	A-1
A.2. Rata – Rata Jam Hujan Site CK-RBH Siambul Tahun 2009 - 2012	A-2
A.3. Jumlah Hari Hujan Bulanan Site CK-RBH Siambul Tahun 2007 – 2011	A-3

B.1. Curah Hujan Rata-Rata Bulanan	B-1
B.2. Standar Deviasi Bulan Januari.....	B-2
B.3. Standar Deviasi Bulan Februari.....	B-2
B.4. Standar Deviasi Bulan Maret.....	B-3
B.5. Standar Deviasi Bulan April.....	B-3
B.6. Standar Deviasi Bulan Mei.....	B-4
B.7. Standar Deviasi Bulan Juni	B-4
B.8. Standar Deviasi Bulan Juli	B-5
B.9. Standar Deviasi Bulan Agustus	B-5
B.10. Standar Deviasi Bulan September	B-6
B.11. Standar Deviasi Bulan Oktober	B-6
B.12. Standar Deviasi Bulan November	B-7
B.13. Standar Deviasi Bulan Desember	B-7
B.14. Perhitungan Koreksi Simpangan	B-11
B.15. Perhitungan Perkiraan Curah Hujan.....	B-12
B.16. Perkiraan Curah Hujan Site CK-RBH Siambul Tahun 2013	B-15
B.17. Intensitas Curah Hujan Site CK-RBH Tahun 2013	B-18
C.1. Perkiraan Intensitas Hujan dan Jam Hujan Bulanan	C-1
C.2. Perkiraan Debit Air Limpasan Pit S5	C-4
F.1. Dimensi Saluran Trial and Error.....	F-2

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Data Curah Hujan Site CK-RBH Siambul Tahun 2002-2012	A-1
B. Analisa Perkiraan Curah Hujan	B-1
C. Perhitungan Debit Air Yang Masuk Ke Dalam Sump	C-1
D. Perhitungan Head Pompa Aktual	D-1
E. Perhitungan Head Pompa Plan	E-1
F. Perhitungan Rencana Dimensi Saluran Terbuka	F-1
G. Spesifikasi Teknis Alat.....	G-1

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar belakang

PT.Cipta Kridatama merupakan perusahaan kontraktor site di PT. Riau Bara Harum yang bertanggung jawab atas pengupasan *overburden* di seluruh *pit* PT. Riau Bara Harum, dengan menggunakan metode tambang terbuka. Metode tambang terbuka yang digunakan adalah metode *back filling*. Metode ini digunakan untuk menghemat *disposal area*, dimana *overburden* akan di *dumping* ke arah penambangan yang telah diambil batubaranya.

Pada metode tambang terbuka, air merupakan masalah yang paling penting dalam proses penambangan. Hal ini dikarenakan air yang masuk ke lokasi penambangan dapat mengganggu aktivitas penambangan dan akan mengakibatkan terhambatnya produksi. Sehingga pemilihan suatu penyaliran harus sangat diperhatikan sebab akan dipengaruhi oleh besar kecilnya curah hujan pada lokasi penambangan. Tentu saja ketika *front* penambangan terendam genangan air yang berasal dari permukaan (air hujan) maka alat – alat berat tidak dapat melakukan aktivitasnya sebagai mana mestinya dan hal ini akan menghambat aktivitas penambangan.

Dengan metode tambang terbuka yang diterapkan di PT. Cipta Kridatama *site* Siambul, maka nantinya kemajuan tambang akan semakin besar, hal ini akan memperbesar luas *catchment area* dari tahun 2012 yang sebesar 30,57 Ha menjadi 79,23 Ha pada tahun 2013. Sehingga air limpasan yang akan masuk ke dalam lokasi penambangan akan sangat besar, ditambah lagi dengan curah hujan rata-rata pertahunnya pada tahun 2012 ke tahun 2013 juga mengalami peningkatan dari 2.497

mm/tahun – 3786,75 mm/tahun (dari hasil pengolahan data curah hujan selama 11 tahun dengan menggunakan metode *Gumbel*)

Sedangkan untuk keberadaan air tanah yang masuk ke *site* CK-RBH Siambul tidak dianggap mengganggu kegiatan penambangan, tetapi debit air tanah dapat sangat mengganggu apabila terjadi hujan lebat.

Air yang masuk ke lokasi penambangan sebagian besar berasal dari air hujan dan air tanah. Kalau hal ini dibiarkan akan menyebabkan areal penambangan tergenang air, maka rencana sistem penirisan yang akan digunakan perlu dikaji secara lebih mendalam untuk mendapatkan kesesuaian antara debit air yang masuk ke dalam tambang dengan spesifikasi pipa dan pompa yang dibutuhkan untuk mengeluarkan air dari dalam tambang.

I.2. Maksud dan Tujuan penulisan

Maksud dari penulisan skripsi ini adalah untuk menentukan sistem penirisan yang optimal secara teknis pada sump di *pit* CK-RBH Siambul dengan mempertimbangkan air yang masuk kedalam tambang dan spesifikasi pipa dan pompa yang ada, sedangkan tujuan dari penulisan skripsi pada *pit* CK-RBH Siambul ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung debit total air yang masuk kedalam *sump*.
2. Merencanakan sistem penirisan yaitu pemipaan dan pemompaan yang efektif sehingga air yang masuk ke *sump* bisa dipompakan secara optimal ke kolam pengendapan lumpur.

I.3 Perumusan Masalah

Areal penambangan yang tergenang oleh air dapat menghambat proses produksi batubara. Hal ini meliputi kajian tentang daerah tangkapan hujan, analisis data curah hujan, volume air yang masuk kedalam tambang, volume (*sump*), kebutuhan pipa dan pompa. Maka didapat permasalahan sebagai berikut :

1. Faktor apa saja yang mempengaruhi debit air total yang masuk ke dalam main sump pit S5 CK-RBH?
2. Bagaimana rencana pemilihan kebutuhan pompa untuk dapat mengeluarkan air dalam *pit* CK-RBH Siambul keluar tambang?

I.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada perencanaan teknis sistem penirisan pada *sump* di *pit* CK-RBH Siambul tahun 2013 sbb :

1. Analisis data curah hujan yang diperoleh dari data curah hujan 11 tahun terakhir untuk memperkirakan curah hujan pada tahun 2013.
2. Analisis perkiraan debit air limpasan yang masuk kedalam lokasi tambang dengan mempertimbangkan air hujan, air tanah, limpasan dan *evapotranspirasi*.
3. Perencanaan pemilihan pipa untuk mengoptimalkan kerja pompa
4. Perencanaan jumlah pompa dan waktu kerja pompa yang sesuai dengan jumlah air yang masuk kedalam tambang berdasarkan spesifikasi pompa yang tersedia.

I.5. Metode Penelitian

Metodologi penelitian merupakan tahapan yang dilakukan untuk melakukan penelitian. Pada bagian ini berupa studi kepustakaan, observasi lapangan, pengolahan data dan analisis data.

1. Studi kepustakaan

Mempelajari literatur-literatur yang ada baik berupa *text book* maupun laporan penelitian yang berhubungan dengan pemompaan. Pengambilan data-data yang digunakan dalam pembuatan laporan. Seperti data-data curah hujan, daerah tangkapan hujan, pompa, dan *sump*.

2. Observasi Lapangan

a. Orientasi

Orientasi lapangan dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung di lapangan mengenai masalah rencana pemilihan kebutuhan pompa.

b. Pengumpulan data

Data data yang dikumpulkan berupa :

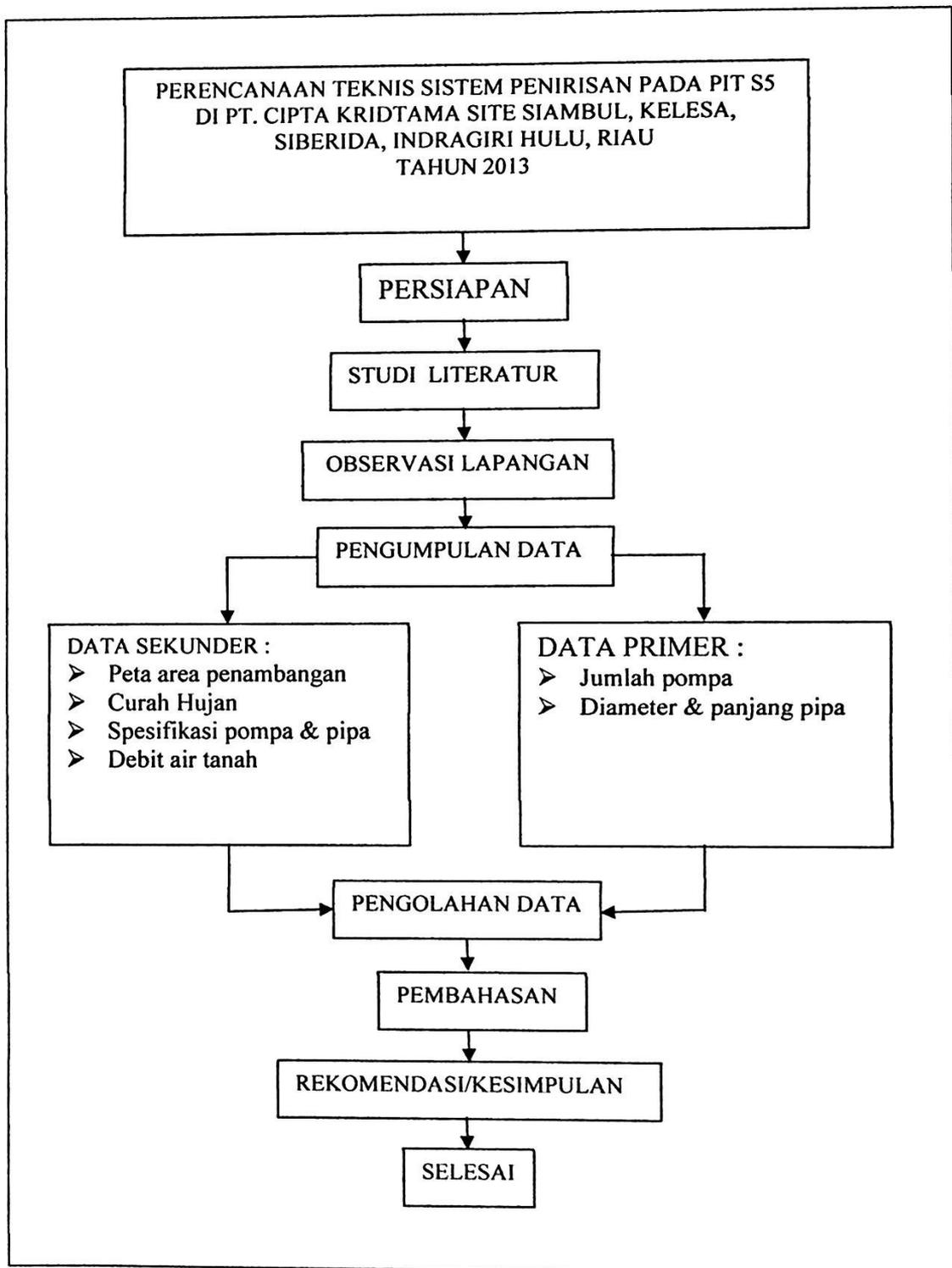
- a. Data primer adalah data yang diambil langsung dari pengukuran atau pengamatan lapangan seperti jumlah pompa yang sedang terpasang dan spesifikasi pompa. .
- b. Data sekunder adalah data yang diambil dari literatur atau laporan perusahaan seperti data curah hujan, data jumlah hari hujan, data jam hujan, luas daerah tangkapan hujan, peta situasi tambang, data pompa dan pipa.

3. Pengolahan data

Data – data yang diperoleh diolah dengan analisa matematis, empiris, dan statistik serta disajikan dalam bentuk tabel, dan perhitungan penyelesaian.

Pengolahan data yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. menghitung curah hujan dan intensitas hujan
- b. menentukan luas daerah tangkapan hujan
- c. menghitung debit air limpasan
- d. menghitung debit air tanah
- e. menghitung penguapan (evapotranspirasi)
- f. menghitung debit air yang masuk ke dalam kolam penampung
- g. menghitung head pompa
- h. menghitung debit pompa
- i. menghitung waktu operasi pompa
- j. menghitung kolam penampung lumpur



GAMBAR 1.1
BAGAN ALIR METODE PENELITIAN

DAFTAR PUSTAKA

1. Soemarto, C. D., (1995), "*Hidrologi Teknik Edisi II*", Erlangga, Jakarta.
2. Chow, Maidment, Mays, (1988), "*Applied Hydrology*", McGraw-Hill Book Company, New York.
3. Ray K Linsley, (1986), "*Hydrology for Engineer*", McGraw-Hill Book Company, New York.
4. Prof. DR. Sudjana, M.A, M.Sc, (1992), "*Metoda Statistika*", Penerbit Tarsito, Bandung.
5. Suyono, (2010), "*Hidrogelogi*", Penerbit Andi, Jogjakarta.
6. Soewarno, (1995), "*Hidrologi Jilid I*", Penerbit Nova, Bandung.
7. Bambang, S., (1985), "*Perencanaan Drainase Tambang Terbuka*", PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
8. Sudjarwadi,Dr.,Ir, (1996), "*Teknik Drainase*", Penerbit Andi, Jogjakarta.
9. Henry M. Moris, James M. Wiggert, (1972), "*Applied Hydraulics in Engineering*", John Wiley & sons, New York.
10. Suyono, (2010), "*Hidrogelogi*", Penerbit Andi, Jogjakarta.
11. Goerge Tchobanoglous, (1981), "*Wastewater Engineering : Collection and Pumping of Wastewater*", McGraw-Hill Book Company, New York.