

**ANALISIS GETARAN (*GROUND VIBRATION*) UNTUK MENCAPAI
AKTIFITAS PELEDAKAN YANG RAMAH LINGKUNGAN
DI PT SEMEN BATURAJA (PERSERO) DI BATURAJA
SUMATERA SELATAN**



SKRIPSI S-1

**Dibuat untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar
Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh

**Hadi Julianto
03081002023**

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

2013

R. 24097 / 24647

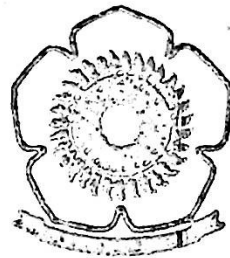
0
622.07

Had:

a

2013

**ANALISIS GETARAN (GROUND VIBRATION) UNTUK MENCAPAI
AKTIFITAS PELEDAKAN YANG RAMAH LINGKUNGAN
DI PT SEMEN BATURAJA (PERSERO) DI BATURAJA
SUMATERA SELATAN**



SKRIPSI UTAMA

**Dibuat untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar
Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh

**Hadi Julianto
03081002023**

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

2013



ANALISIS GETARAN (*GROUND VIBRATION*) UNTUK MENCAPAI
AKTIFITAS PELEDAKAN YANG RAMAH LINGKUNGAN
DI PT SEMEN BATURAJA (PERSERO) DI BATURAJA
SUMATERA SELATAN

SKRIPSI UTAMA

Disetujui untuk Jurusan Teknik Pertambangan
oleh Dosen Pembimbing :



Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Eddy Ibrahim'.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Djuki Soedarmono'.

5/2013

Ir. H. Djuki Soedarmono, DESS.



HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang Bertanda tangan dibawah ini :

Nama : HADI JULIANTO
NIM : 03081002023
Judul : “ Analisis Getaran (*Ground Vibration*) untuk Mencapai Aktifitas Peledakan yang Ramah Lingkungan di PT Semen Baturaja (Persero) di Baturaja Sumatera Selatan“.

Menyatakan bahwa laporan akhir/skripsi/tesis/disertasi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing/Promotor dan Ko-Promotor dan bukan hasil penjiplakan / Plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan / Plagiat dalam tugas akhir/tesis/disertasi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari universitas Sriwijaya.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Indralaya, 28 Agustus 2013

METERAI
TEMPEL
REPUBLIK INDONESIA
BEASACAP513366831
ENAM RIBU RUPIAH
6000 DJP

(Hadi Julianto)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Allah SWT Berfirman :

*"Katakanlah: "Wahai Tuhan Yang mempunyai kerajaan, Engkau berikan kerajaan kepada orang yang Engkau kehendaki dan Engkau cabut kerajaan dari orang yang Engkau kehendaki. Engkau muliakan orang yang Engkau kehendaki dan Engkau hinakan orang yang Engkau kehendaki. Di tangan Engkaulah segala kebajikan. Sesungguhnya Engkau Maha Kuasa atas segala sesuatu".
(Al Imran : 26)*

Ya Allah

Syukur alhamdulillah terima kasih atas nikmat dan rahmat-Mu yang telah mengizinkan dan menghendaki diriku untuk menyelesaikan studi S1 ku di Universitas Sriwijaya. Skripsi ini kupersembahkan kepada :

Ibunda dan ayahanda tersayang.....

Kau kirim aku kekuatan lewat untai kata dan iringan do'a Bunda.....kau besarkan aku dalam dekapan hangatmu Cintamu hiasi jiwaiku dan restumu temani kehidupanku

Kakek dan Nenekku tercinta.....

Tak dapat diriku membalas jasmu yang telah mengasuh, merawat, serta menyekolahkan diriku dari umur 5 tahun hingga diriku menjadi seorang sarjana. Semoga Allah membalas akan jasa-jasa mu baik di dunia maupun di akhirat.

Saudara dan saudariku.....

Yang telah mendoakan, mensupport diriku dalam menyelesaikan studi ku.



Adinda yang ku sayang...

Terimakasih atas segala bantuan dan motivasinya..Semoga Allah merahmati keberdaan kita hingga indah pada waktunya...aamiin..

Saudara ku se Takmir : Habibullah, Adri Amsar, Kak Sepriadi, Kak Sapta Prama Putra, Asadudin dan tak lupa ketua masjidnya Bpk, Musa Zaini...

Yang telah mau selalu menemani baik suka maupun duka dalam mejalani proses studi ku

Dan saudaraku di Ihtan Remaja Masjid G.A.....

Serta saudara-saudaraku yang lain, dosen-dosenku, pembimbingku, PT Semen Baturaja dan yang lainnya, yang tidak dapat disebutkan satu persatu dalam lembar ini

Semoga Allah membalas akan kebaikan kita semua aamiin.

ABSTRAK

ANALISIS GETARAN (*GROUND VIBRATION*) UNTUK MENCAPAI AKTIFITAS PELEDAKAN YANG RAMAH LINGKUNGAN DI PT SEMEN BATURAJA (PERSERO) DI BATURAJA SUMATERA SELATAN

(Hadi Julianto, 03081002023, 2013, 94 Halaman)

Penelitian pengukuran getaran (ground vibration) pada peledakan dengan menggunakan alat Blasmate III. Penelitian ini dilakukan di PT Semen Baturaja bertujuan untuk menemukan formula peak particle velocity (PPV) yang nantinya dapat bermanfaat dalam memprediksi menentukan nilai PPV dan jumlah bahan peledak yang digunakan. Standar maksimal jumlah bahan peledak yang digunakan PT Semen Baturaja per peledakan, untuk sebesar 160 kg, peak particle velocity (PPV) sebesar 3 mm/s dan sound pressure level (SPL) sebesar 110 dB.

Analisis pengolahan data menggunakan metode statistika regresi non linier geometric. Hasil analisis yang dihasilkan berupa persamaan hubungan antara PPV dan scaled distance (SD) yaitu $PPV = 48,13 (SD)^{-1,28}$ dengan $r^2 = 0,32$ dan $r = -0,57$. Nilai 48,13 merupakan variabel yang besar kecilnya dipengaruhi oleh sifat-sifat bahan peledak yang digunakan, sedangkan nilai -1,28 merupakan variabel yang besar kecilnya dipengaruhi oleh struktur batuan, sementara r^2 memiliki arti bahwa dalam persamaan yang didapatkan, nilai PPV dapat dipengaruhi sebesar 32% oleh variabel SD. Sedangkan $r = -0,57$ berarti memiliki korelasi negatif yang cukup kuat karena setiap kenaikan nilai SD maka akan diikuti dengan penurunan nilai PPV dan perubahan SD memiliki pengaruh yang cukup kuat terhadap perubahan nilai PPV.

Berdasarkan perbandingan PPV Prediksi dan Aktual yang dilakukan, terdapat selisih rata-rata yang kecil sebesar 0,11 mm/s. Oleh karena itu formula PPV prediksi ini efektif dalam menentukan prediksi getaran dan jumlah bahan peledak maksimal setiap peledakan. Dari formula PPV Prediksi tersebut didapatkan jumlah bahan peledak maksimal untuk jarak terdekat ke lokasi pemukiman warga yaitu 200 m dan PPV 2 mm/s adalah sebesar 277 kg. Jadi PT Semen Baturaja masih dapat meningkatkan standar jumlah bahan peledaknya dari 160 kg per peledakan hingga mencapai 277 kg untuk mencapai aktifitas peledakan yang tetap ramah lingkungan.

Kata kunci : *Getaran, Peak Particle Velocity, Scale Distance, persamaan hubungan antara PPV dan SD*

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya Penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang dilaksanakan pada 01 Februari – 28 Februari 2013 dengan judul “ Analisis Getaran (*Ground Vibration*) untuk Mencapai Aktifitas Peledakan yang Ramah Lingkungan di PT Semen Baturaja (Persero) di Baturaja Sumatera Selatan“.

Pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih atas bimbingannya kepada Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S. dan Ir. H. Djuki Soedarmono, DESS, Pembimbing Pertama dan Pembimbing Kedua. Selain itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

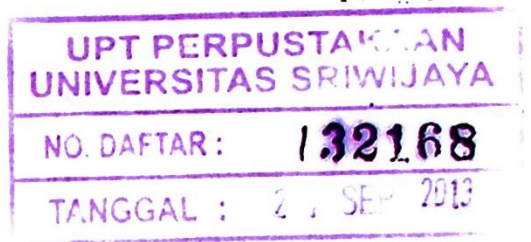
1. Prof. Dr. Ir. Badia Perizade, M.B.A, Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA. Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, S.T., M.T. dan Bochori S.T., M.T. Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Syarifudin, S.T., M.T. Pembimbing akademik
5. Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
6. Pimpinan dan karyawan PT Semen Baturaja (Persero).
7. Dicky Affandi, S.T. Sebagai Pembimbing lapangan.
8. Teman-teman yang telah memberikan bantuan baik berupa moril maupun materil.

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, karena itu Penulis mengharapkan saran serta kritik yang bersifat membangun guna penyempurnaan laporan ini. Semoga Laporan ini bermanfaat bagi semua pihak yang menggunakannya.

Indralaya, 31 Juli 2013

Penulis.

DAFTAR ISI



	Halaman
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB	
I. PENDAHULUAN	I-1
1.1. Latar Belakang Penelitian	I-1
1.2. Perumusan Masalah	I-2
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian	I-2
1.4. Batasan Masalah.....	I-3
1.5. Metode Penelitian.....	I-3
1.6. Diagram Alir Penelitian.....	I-4
II. TINJAUAN UMUM.....	II-1
2.1. Sejarah Singkat Perusahaan PT Semen Baturaja (Persero)....	II-1
2.2. Lokasi dan Topografi	II-3
2.3. Geologi.....	II-5
2.4. Kondisi Wilayah Penambangan	II-7
2.5. Kegiatan Penambangan Bahan Baku	II-8
2.6. Proses Pembuatan Semen pada PT Semen Baturaja.....	II-16
III. TINJAUAN PUSTAKA.....	III-1
3.1. <i>Ground Vibration</i>	III-1
3.2. Kontrol Getaran.....	III-11
3.3. Struktur Massa Batuan	III-14
3.5. Waktu Tunda.....	III-16
3.6. Standar <i>Ground Vibration</i>	III-17
3.7. Analisis Regresi	III-19
3.8. Analisis Korelasi	III-20

BAB	Halaman
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	IV-1
4.1. Standar <i>Ground Vibration</i> PT Semen Baturaja.....	IV-1
4.2. Pengukuran <i>Ground Vibration</i>	IV-3
4.3. Hasil	IV-7
4.3.1 Persamaan <i>Peak Particle Velocity</i> Prediksi	IV-7
4.3.2 Perbandingan Nilai <i>Peak Particle Velocity</i> Prediksi Dengan <i>Peak Particle Velocity</i> Aktual.....	IV-7
4.3.3 Prediksi Jumlah Bahan Peledak yang Digunakan Terhadap Getaran yang Dihasilkan	IV-9
4.4. Pembahasan.....	IV-15
4.4.1 Persamaan <i>Peak Particle Velocity</i> Prediksi	IV-15
4.4.2 Perbandingan Nilai <i>Peak Particle Velocity</i> Prediksi Dengan <i>Peak Particle Velocity</i> Aktual.....	IV-16
4.4.3 Prediksi Jumlah Bahan Peledak yang Digunakan Terhadap Getaran yang Dihasilkan	IV-17
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	V-1
5.1. Kesimpulan	V-1
5.2. Saran.....	V-2

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. Diagram Alir Penelitian	I - 5
2.1. Peta Lokasi Pabrik PT Semen Baturaja (Persero)	II- 4
2.2. Peta Situasi PT Semen Baturaja (Persero).....	II- 5
2.3. Kegiatan <i>Land Clearing</i> dengan Unit <i>Bulldozer</i>	II- 9
2.4. Ketebalan <i>Overburden</i> di Kuari Pugar.....	II-10
2.5. Kegiatan <i>Stripping Overburden</i> serta Pembuangan <i>Overburden</i> ke <i>Disposal Area</i>	II-11
2.6. (a) Unit <i>Rock Drill</i> , (b) Unit <i>Rock Drill Compressor</i>	II-12
2.7. Pola Pengeboran Lubang Ledak <i>Staggered Pattern</i>	II-13
2.8. Peralatan Peledakan (<i>Connecting Wire</i> , Anfo, Selubung).....	II-14
2.9. Kegiatan <i>Loading</i> Dengan Unit <i>Back Hoe</i> Komatsu Pc-300.....	II-15
2.10. <i>Wheel Loader</i>	II-15
2.11. Kegiatan <i>Hauling</i> Dengan Unit <i>Dump Truck</i> Nissan Ps 220	II-16
2.12. <i>Limestone Crusher</i>	II-17
2.13. Tanur Putar (<i>Rotary Kiln</i>).....	II-18
2.14. Bagan Alir Proses Produksi Semen	II-19
3.1. Gelombang Primer.....	III- 7
3.2. Gelombang Sekunder.....	III- 8
3.3. <i>Long Waves</i>	III- 9
3.4. <i>Rayleigh waves</i>	III- 9
3.5. Baku Tingkat Getaran Peledakan Pada Kegiatan Tambang Terbuka Terhadap Bangunan.....	III-20
4.1. Blasmate III	IV-3
4.2. <i>Geophone</i>	IV-4
4.3. <i>Microphone</i>	IV-5
4.4. Aktifitas Pengukuran Getaran.....	IV-6
4.4. Perbandingan PPV Prediksi dan Aktual.....	IV-9
a.2. Grafik Curah Hujan Daerah Baturaja Periode 2002 – 2011	A- 2

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
III.1. Data Kecepatan Gelombang Primer Pada Beberapa Medium.....	III- 3
III.2. Baku Tingkat Getaran Peledakan Pada Kegiatan Tambang Terbuka Terhadap Bangunan.....	III-17
III.3. Nilai Koefisien Korelasi.....	III-21
IV.1. Perbandingan antara PPV Prediksi dan PPV Aktual.....	IV-8
IV.2. Prediksi Jumlah Bahan Peledak Terhadap Getaran yang Dihasilkan Sebesar 0,5 mm/s pada Jarak 50 – 1000 m	IV-10
IV.3. Prediksi Jumlah Bahan Peledak Terhadap Getaran yang Dihasilkan Sebesar 1 mm/s pada Jarak 50 – 1000 m	IV-11
IV.4. Prediksi Jumlah Bahan Peledak Terhadap Getaran yang Dihasilkan Sebesar 1,5 mm/s pada Jarak 50 – 1000 m	IV-12
IV.5. Prediksi Jumlah Bahan Peledak Terhadap Getaran yang Dihasilkan Sebesar 2 mm/s pada Jarak 50 – 1000 m	IV-13
IV.6. Prediksi Jumlah Bahan Peledak Terhadap Getaran yang Dihasilkan Sebesar 2,5 mm/s pada Jarak 50 – 1000 m	IV-14
IV.7. Prediksi Jumlah Bahan Peledak Terhadap Getaran yang Dihasilkan Sebesar 3 mm/s pada Jarak 50 – 1000 m	IV-15
A.1. Data Curah Hujan Daerah Baturaja Periode 2002 – 2011.....	A-1
B.1. Data Hasil Pengukuran <i>Ground Vibration</i>	B-1
C.1. Data Awal <i>Scale Distance</i> Yang Sudah di Urut.....	C-2
C.2. Pengolahan Data.....	C-6

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	Halaman
A. Data Curah Hujan Daerah Baturaja Periode 2002 – 2011.....	A-1
B. Data Hasil Pengukuran <i>Ground Vibration</i>	B-1
C. Persiapan Data Untuk Analisis Regresi.....	C-1

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

PT Semen Baturaja (Persero) merupakan salah satu produsen semen di Indonesia dengan target produksi semen sebesar 1.933.550 ton/tahun. Didalam menjalankan aktivitas penambangan batu kapurnya, PT Semen Baturaja membutuhkan peledakan untuk memudahkan proses pembongkaran, pemuatan, pengangkutan maupun proses memperkecil ukuran. Pada aktifitas peledakan umumnya akan menimbulkan dampak negatif jikalau tidak dikontrol dengan baik, terutama dampak yang ditimbulkan melalui getaran atau vibrasi (*ground vibration*).

Ground vibration adalah getaran tanah yang terjadi akibat hasil peledakan. Getaran ini pada tingkat level tertentu apabila telah melampaui batas dapat mengakibatkan kerusakan pada lingkungan sekitar. Lokasi tambang PT Semen Baturaja yang terletak dekat dengan daerah pemukiman warga yaitu sekitar ± 250 m, karena jaraknya yang terlalu dekat dengan lokasi tambang maka perlu diperhatikan dampak negatif yang akan ditimbulkan dari hasil aktivitas peledakan. Hal ini membuat pihak perusahaan untuk terus melakukan kontrol terhadap *ground vibration* pada setiap peledakan yang dilakukan, sehingga dalam penelitian ini akan dibahas kontrol yang dilakukan untuk mengatasi masalah *ground vibration* tersebut.

Selain itu juga PT Semen Baturaja (Persero) memiliki rencana bahwa akan diadakan pembangunan pabrik baru, hingga saat ini kegiatan tersebut masih dalam tahap pembangunan dengan harapan awal tahun 2014 kegiatan pembangunan pabrik tersebut selesai. Dengan demikian berarti PT Semen

Baturaja memiliki rencana untuk meningkatkan target produksi. Jika target produksi meningkat, maka kegiatan peledakan akan mengalami peningkatan juga. Hal ini akan mengalami suatu permasalahan bagi perusahaan karena semakin meningkatnya aktifitas peledakan maka jumlah bahan peledak yang digunakan akan semakin bertambah sehingga dapat mengakibatkan getaran yang dihasilkan semakin besar, dengan demikian perlu diperhatikan agar getaran tersebut tidak mengakibatkan dampak buruk bagi warga masyarakat disekitar lokasi peledakan. Dengan adanya analisis getaran (*ground vibration*) ini, sangat membantu perusahaan dalam mempertimbangkan penggunaan jumlah bahan peledak agar menghasilkan suatu getaran (*ground vibration*) yang terukur sehingga walaupun terjadi peningkatan aktifitas peledakan dalam pencapaian target produksi namun aktifitas tersebut tetap ramah lingkungan.

1.2. Perumusan Masalah

1. Menentukan persamaan *Peak Particle Velocity* (PPV) Prediksi dengan Menggunakan data hasil pengukuran *ground vibration*.
2. Menentukan jumlah bahan peledak yang akan digunakan jika getarannya mencapai 2 mm/s dengan jarak terdekat dari lokasi penduduk.

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui persamaan *Peak Particle Velocity* (PPV) Prediksi.
2. Untuk menentukan jumlah bahan peledak maksimal/*delay* dengan jarak terdekat dari lokasi penduduk.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Persamaan PPV Prediksi dapat digunakan untuk memprediksi nilai PPV dalam kegiatan peledakan selanjutnya sehingga dapat memberikan pertimbangan sebelum melakukan kegiatan peledakan.

2. Memberikan acuan untuk jumlah bahan peledak maksimal per *delay* dengan jarak yang aman untuk kegiatan peledakan yang dilakukan perusahaan dengan variasi jarak yang ada di lapangan.

1.4. Batasan Masalah

1. Penelitian dilakukan pada lokasi penambangan PT Semen Baturaja (Persero) di Baturaja.
2. Analisis data pengukuran *ground vibration* yaitu *Peak Particle Velocity* (PPV) dilakukan dari bulan Desember 2012 – Januari 2013.
3. Menentukan persamaan PPV Prediksi dengan menggunakan data hasil pengukuran *Ground Vibration*.

1.5. Metode penelitian

Metodologi penelitian dalam melaksanakan penelitian ini adalah :

1. Tahap Studi Literatur

Yaitu dengan mempelajari teori-teori yang berhubungan dengan topik penelitian berupa buku literatur, laporan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya berupa skripsi atau laporan perusahaan, dan referensi dari perusahaan.

2. Tahap Observasi Lapangan

Yaitu melakukan pengamatan secara langsung di lapangan terhadap kondisi kerja yang sedang berlangsung dan masalah yang akan dibahas.

3. Tahap Pengambilan Data

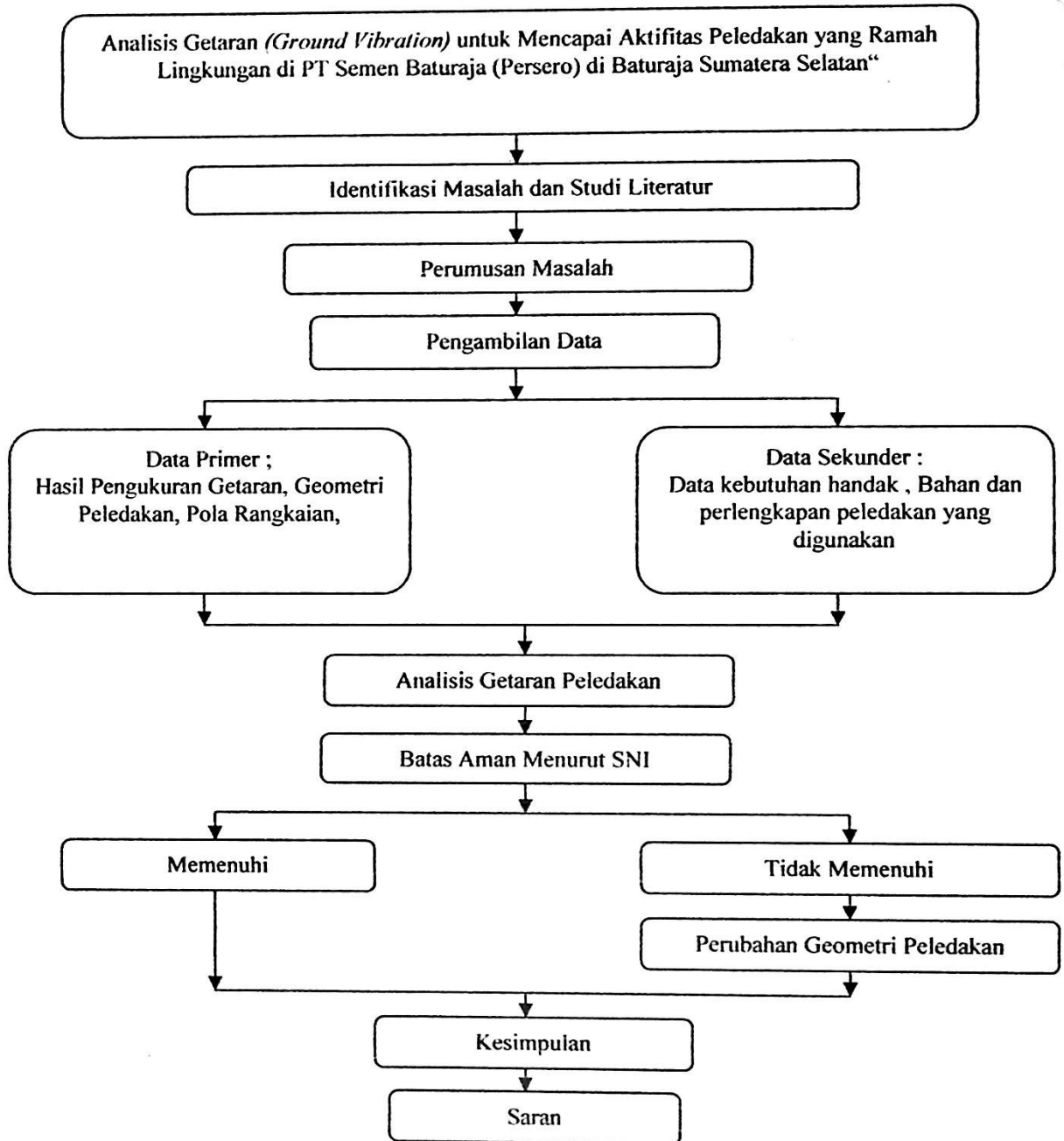
Pengambilan data dilakukan setelah studi literatur dan observasi lapangan selesai dilaksanakan. Data yang diambil berupa data primer dan sekunder. Data primer adalah data yang langsung diperoleh berdasarkan pengukuran di lapangan, sedangkan data sekunder adalah data – data pendukung dalam menyusun penelitian ini.

4. Tahap Pengolahan dan Analisis Data

Dari data – data primer dan sekunder yang diperoleh, maka dapat diolah menjadi suatu kajian teknis dengan metode – metode yang berkaitan. Berdasarkan hasil analisis tersebut dapat diperoleh alternatif pemecahan masalah.

1.6. Diagram Alir Penelitian

Penelitian dilaksanakan berdasarkan permasalahan yang ada di lapangan. Selanjutnya permasalahan yang ada dikaji berdasarkan studi literatur, observasi lapangan, data lapangan, pengolahan data serta analisis data yang dihasilkan sehingga permasalahan tersebut dapat dianalisa. Untuk memudahkan dalam memahami ide penulisan laporan ini maka dibuat diagram alir penelitian pada (Gambar 1.1).



GAMBAR 1.1
DIAGRAM ALIR PENELITIAN

DAFTAR PUSTAKA

1. Walpole, Ronald E., (1993), " *Pengantar Statistika Edisi 3*", Gramedia Pustaka Tama, Jakarta.
2. Budi Setiawan, 2008, *Pemetaan Tingkat*, FMIPA UI, Jakarta.
3. Sheriff, R. E dan Geldart, L. P, 1995, *Exploration Seismology*, Second edition, Cambridge University Press, Cambridge.
4. Dwihandoyo Marmer, 2012, *Short Course Ground Vibration, Getaran dan Airblast Peledakan*, Bandung.
5. Standar Nasional Indonesia, (2010), *Baku Tingkat Getaran Peledakan Pada Kegiatan Tambang Terbuka Terhadap Bangunan, Badan Standardisasi Nasional*, Jakarta.
6. Dowding Charles H, (1984), *Blast Vibration Monitoring and Control*, Northwestern University, USA.
7. Beards, C.F. (1996), *Structuran Vibration Analysis and Damping*, University of London.
8. S. Koesnaryo, (2001), *Rancangan Peledakan Batuan (Design of Rock Blasting)*, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, Yogyakarta.
9. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup, (1996), Nomor Kep-49/MENLH/11/1996 Tentang Baku Tingkat Getaran, Sekretaris Menteri Lingkungan Hidup, Jakarta.
10. Konya, C. J., (1995), *Surface Blast Design*, Intercontinental Development, Montville, Ohio.
11. Konya, C. J. and Walter, E. J., (1990), *Surface Blast Design*, Seismological Observatory John Carroll University, New jersey.

12. Roy Fitzgerald Nicholson, (2005), *Determination Of Blast Vibrations Using Peak Particle Velocity at Bengal Quarry, in St Ann, Jamaica*. Lulea University Of Technology.
13. Sudjana, M.A. M.Sc. (2005), "*Metode Statistika*", Tarsito, Bandung.