

BAB I

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Pertambangan

Menurut Pasal 1 angka (1) Undang-Undang Minerba, Pertambangan adalah “sebagian atau seluruh tahapan kegiatan dalam rangka penelitian, pengelolaan dan pengusahaan mineral atau batubara yang meliputi penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan pascatambang”. Pengertian ini memberikan pemahaman tentang aktivitas pertambangan dalam arti luas, yaitu keseluruhan kegiatan, sejak pra penambangan sampai proses dan pasca penambangan.

Salah satu kegiatan awal pertambangan batubara adalah peledakan tanah penutup batubara, kegiatan ini dilakukan secara rutin dan memiliki risiko yang besar. Kemudian sebagai aktivitas ekstraktif, diperlukan adanya sistem kontrol yang tepat untuk menanggulangi kecelakaan dan memberikan jaminan keselamatan dan kesehatan kerjakaryawan. Salah satu alternative alat yang dapat digunakan untuk memudahkan control kegiatan pertambangan adalah peta perubahan situasi lapangan yang dapat menampilkan arah pergerakan sequence tambang secara digital, cepat dan tepat. Hanya saja, yang menjadi kendala dalam sistem pertambangan saat ini adalah belum adanya sistem yang memuat database dan peta digital. (Buli Willyam et al., 2018).

Metode penambangan sendiri terdiri dari beberapa cara. Metode *Open Pit* (terbuka di permukaan bumi/surface mining), metode *Underground* (tambang bawah tanah) dan metode *Underwater Mining* (tambang bawah air). Pemilihan metode penambangan didasarkan pada keuntungan terbesar yang diperoleh, serta mempunyai perolehan tambang yang terbaik dengan memperhatikan karakteristik unik di daerah yang akan ditambang (meliputi: alamiah, geologi, lingkungan). Untuk saat ini hampir di semua wilayah penambangan di Indonesia menggunakan metode penambangan terbuka (*Open PIT*). Secara umum, tambang terbuka memiliki keuntungan dan kerugian yaitu :

❖ Keuntungan tambang terbuka antara lain:

1. Ongkos penambangan per ton atau per BCM lebih murah karena tidak perlu adanya penyanggan, ventilasi, dan pencahayaan (*illumination*)
2. Kondisi kerjanya lebih baik karena berhubungan langsung dengan

udara luar dan sinar matahari

3. Penggunaan alat – alat mekanis dengan ukuran besar dapat lebih leluasa, sehingga produksinya bisa lebih besar.
4. Pemakaian bahan peledak dapat lebih efisien, leluasa dan hasilnya lebih baik, karena:
 - a. Adanya bidang bebas (*free face*) yang lebih banyak
 - b. Gas – gas beracun yang dapat ditimbulkan oleh peledakan dapat dihembus angin dengan cepat (tidak terakumulasi)
5. Perolehan tambang (*mining recovery*) lebih besar, karena batas endapan dapat dilihat dengan jelas
6. Relatif lebih aman, karena bahaya yang mungkin timbul terutama akibat kelongsoran, sedangkan pada tambang bawah tanah selain kelongsoran juga disebabkan oleh adanya gas gas beracun, kebakaran.
7. Pengawasan dan pengamatan mutu bijih (*grade control*) lebih mudah

❖ Kerugian tambang terbuka antara lain :

1. Para pekerja akan langsung dipengaruhi oleh keadaan cuaca, dimana hujan yang lebat atau suhu yang tinggi akan mengakibatkan efisiensi kerja yang menurun.
2. Kedalaman penggalian terbatas, karena semakin dalam penggalian akan semakin banyak overburden
3. yang harus dipindahkan.
4. Timbul masalah dalam mencari tempat pembuangan tanah penutup yang jumlahnya cukup banyak.
5. Alat alat mekanis letaknya tersebar.
6. Pencemaran lingkungan hidup relatif lebih besar.

Adapun istilah dalam bisnis pertambangan menurut (BKKBN, 2007)

1. Seam Batubara merupakan lapisan batubara dengan kata lain seam adalah suatu pelapisan batuan di suatu wilayah geologi yang dapat terbagi menjadi 2 atau lebih lapisan dan secara terpisah atau digabung merupakan endapan batubara yang biasanya layak ditambang. Seam juga berarti lapisan bahan galian.
2. Blok bagian dari tambang atau bagian dari suatu daerah perpetaan atau cadangan. Istilah blok sering juga disamakan panel batubara yang akan atau yang sudah ditambang.
3. BCM singkatan dari Bank Cubik Metre meter kubik insitu/ditempat atau bisa disebut juga meter kubik padat. BCM juga merupakan besaran yang paling sering digunakan untuk isi

batuan/tanah penutup batubara baik sebelum digali maupun yang telah digali. Adapun untuk mengkonversikan BCM ke TON perlu diketahui density suatu material (batubara 1.3 dan over burden 2.1) setelah mengetahui density kemudian dikalikan dengan volume BCM untuk mendapatkan hasil konversi BCM ke TON

1.2 Batubara

Menurut Pasal 1 angka (3) Batubara adalah endapan senyawa organik karbonan yang terbentuk secara alamiah dari sisa tumbuh-tumbuhan. (UU No. 3 Tahun 2002 tentang Perubahan UU No. 4 Tahun 1997 tentang Pengusahaan Tambang Mineral Batubara).

Batubara adalah batuan sedimen yang dapat terbakar, berasal dari tumbuh-tumbuhan (komposisi utamanya adalah karbon, hidrogen dan oksigen), berwarna coklat hingga hitam dan saat terjadi proses kimia dan fisika dapat mengakibatkan kandungan karbonnya meningkat. Batubara terbentuk dari sisa tumbuh-tumbuhan yang mengalami proses humifikasi, batubara memiliki warna coklat hingga hitam, setelah itu terjadi proses fisika dan kimia sehingga mengakibatkan pengayaan kandungan karbonnya dan berlangsung selama jutaan tahun (Anggayana., 2002) dalam (Maulana et al., 2020).

Secara ringkas ada 2 tahapan proses terjadi, yakni: Tahap Diagenetik atau Biokimia dimulai pada saat material tanaman terdeposisi hingga lignit terbentuk, proses perubahan ini adalah kadar air, tingkat oksidasi dan gangguan biologis yang dapat menyebabkan proses pembusukan dan kompaksi material organik serta membentuk gambut. Tahapan Malihan atau Geokimia : meliputi proses perubahan dari lignit menjadi bituminous dan akhirnya antrasit (Prasetyo., 2016) dalam (Yohanes purba et al., 2020)

(Billah., 2010) Batubara terbentuk dengan cara yang sangat kompleks dan memerlukan waktu yang lama (puluhan sampai jutaan tahun) dibawah pengaruh fisika, kimia, ataupun keadaan geologi. Berdasarkan dari mutu atau tingkatannya batubara dikelompokkan menjadi kelas :

a. Lignit : merupakan batubara peringkat rendah dimana kedudukan lignit dalam tingkat klasifikasi batubara berada pada daerah transisi dari jenis gambut ke batubara. Lignit adalah batubara yang berwarna hitam dan memiliki tekstur seperti kayu.

b. Sub-bitumine : Batubara jenis ini merupakan peralihan antara jenis lignit dan bitumine. Batubara jenis ini memiliki warna hitam yang mempunyai kandungan air, zat terbang, dan oksigen yang tinggi serta memiliki kandungan karbon yang rendah. Sifat-sifat tersebut menunjukkan bahwa batubara jenis sub-bitumine ini merupakan batubara tingkat rendah.

c. Bitumine : Batubara jenis ini merupakan batubara yang berwarna hitam dengan tekstur ikatan yang baik.

d. Antrasit : merupakan batubara paling tinggi tingkatan yang mempunyai kandungan karbon lebih dari 93% dan kandungan zat terbang kurang dari 10%. Antrasit umumnya lebih keras, kuat dan seringkali berwarna hitam mengkilat seperti kaca.(Yunita., 2000) dalam (Billah., 2010).

1.3 Blasting

Kegiatan penambangan di Indonesia, khususnya yang dilakukan secara tambang terbuka, untuk membongkar batuan yang keras biasanya dilakukan dengan peledakan. Peledakan pada kegiatan penambangan, selain menimbulkan hancurnya batuan (pemberaian) juga akan menimbulkan rambatan gelombang seismik yang menggambarkan perjalanan energi melalui bumi dan mengakibatkan getaran pada massa batuan atau material di sekitarnya. (Hidayat et al., 2014).

dalam kegiatan blasting terdapat 2 jenis bahan peledak yang digunakan dan memiliki fungsi yang berbeda, ada yang dikhususkan untuk lubang bor yang kering dan ada juga yang dikhususkan untuk lubang bor yang basah diantaranya yaitu anvo (untuk lubang bor basah) dan emulsi (untuk lubang bor kering).

Selain itu juga adapun alat pemicu ledakan disebut detonator yang berbentuk seperti sebuah baterai kecil yang terhubung dengan kabel dan diletakan disetiap lubang bor yang telah terdapat bahan peledak berupa anvo atau emulsi tergantung dengan kondisi lubang bor.

Susunan bahan peledak dalam lubang bor meliputi bahan peledak dalam susunan terdalam atau pertama, kedua detonator atau pemacu ledakan yang sudah dilengkapi dengan kabel – kabel untuk menghubungkan antara detonator dan remote control peledakan, dan yang ketiga ditutup oleh material tanah untuk menutupi lubang bor

1.4 Global Positioning System (GPS)

Global Positioning System (GPS) merupakan sebuah alat atau sistem yang dapat digunakan untuk menginformasikan penggunaanya dimana dia berada (secara global) dipermukaan bumi yang berbasis satelit. Data dikirim dari satelit berupa sinyal radio dengan data digital. (A. Pranindya., 2014).

GPS (*Global Positioning System*) adalah sistem navigasi yang berbasis satelit yang saling berhubungan yang berada di orbitnya. Satelit-satelit itu milik Departemen Pertahanan (Departemen of Defense) Amerika Serikat yang pertama kali diperkenalkan mulai tahun 1978 dan pada tahun 1994 sudah memakai 24 satelit. Untuk dapat mengetahui posisi seseorang maka diperlukan alat yang diberi nama GPS *receiver* yang berfungsi untuk menerima sinyal yang dikirim dari

satelit GPS. GPS adalah satu-satunya sistem satelit navigasi global untuk penentuan lokasi, kecepatan, arah, dan waktu yang telah beroperasi secara penuh di dunia saat ini (Wildan Habibi., 2011) dalam (A. Pranindya., 2014).

Ada dua besaran dasar yang dapat diperoleh dalam pengamatan menggunakan satelit GPS yaitu *pseudorange* dan *carrier beat phase*. Besaran dasar tersebut digunakan untuk menghitung jarak dari receiver ke satelit GPS. Jarak yang diperoleh dapat digunakan untuk menghitung posisi receiver. Pseudorange adalah jarak hasil hitungan oleh receiver GPS dari data ukuran waktu rambat sinyal satelit ke receiver. Pengukurannya dilakukan receiver dengan membandingkan kode yang diterima dari satelit dengan replika kode yang diformulasikan dalam receiver. Waktu yang digunakan untuk mengimpitkan kedua kode 183 tersebut adalah waktu yang diperlukan oleh kode tersebut untuk menempuh jarak dari satelit ke pengamat (Abidin.H.Z., 2007) dalam (Pramono., 2019).

Dalam buku (Abidin.H.Z., 2007) Adapun dalam proses pemancaran sinyal dari satelit menuju receiver sinyal GPS akan dipengaruhi oleh beberapa kesalahan dan bias yaitu:

1. Kesalahan Ephemeris

Kesalahan ephemeris (orbit) adalah kesalahan dimana orbit satelit yang dilaporkan oleh ephemeris satelit tidak sama dengan orbit satelit yang sebenarnya. dengan kata lain posisi orbit satelit yang dilaporkan tidak sesuai dengan posisi orbit yang sebenarnya. Kesalahan orbit satelit GPS pada dasarnya dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu :

- Kekurangtelitian pada proses perhitungan orbit satelit oleh stasiun stasiun pengontrol satelit
- Kesalahan dalam prediksi orbit satelit untuk periode waktu setelah *uploading* ke satelit

2. Bias Ionosfer

Bias ionosfer merupakan bias sinyal satelit yang terjadi saat melewati lapisan ionosfer, hal ini disebabkan karena sinyal satelit yang kira kira terletak 20.000 km diatas permukaan bumi harus melewati lapisan ionosfer yang dimana pada lapisan ini terdapat sejumlah electron dan ion bebas yang mempengaruhi perambatan gelombang radio. Dalam hal ini ionosfer akan mempengaruhi kecepatan, arah, polarisasi, dan kekuatan sinyal GPS. Namun efek ionosfer yang terbesar adalah mempengaruhi pada kecepatan sinyal yang dimana akan langsung mempengaruhi nilai ukuran jarak dari pengamat ke satelit.

3. Bias Troposfer

Bias troposfer merupakan bias sinyal satelit yang terjadi saat melewati lapisan troposfer yang merupakan lapisan netral atmosfer yang berbatasan dengan permukaan bumi yang dimana temperatur menurun dengan membesarnya ketinggian. Saat melalui troposfer sinyal gps akan mengalami refraksi yang menyebabkan perubahan pada kecepatan dan arah sinyal GPS.

4. *Multipath*

Multipath merupakan fenomena dimana sinyal dari satelit tiba di antenna GPS melalui dua atau lebih lintasan yang berbeda. Dalam hal ini satu sinyal merupakan sinyal langsung dari satelit ke antenna, sedangkan yang lainnya merupakan sinyal yang dipantulkan oleh benda-benda disekitar antenna sebelum tiba ke antenna. Adapun beberapa benda yang dapat memantulkan sinyal GPS antara lain jalan raya, Gedung, danau dan kendaraan, bidang pantulan bisa berupa bidang miring, horizontal, maupun vertikal. Perbedaan Panjang lintasan menyebabkan sinyal-sinyal tersebut berinterferensi. Ketika tiba di antenna yang pada akhirnya menyebabkan kesalahan pada hasil pengamatan.

5. Ambiguitas Fase (*Cycle Ambiguity*)

Ambiguitas Fase merupakan jumlah gelombang penuh yang tidak terukur oleh receiver GPS. Untuk dapat merekonstruksi jarak antara satelit dengan antenna maka harga ambiguitas fase tersebut harus terlebih dahulu ditentukan. Ambiguitas fase merupakan bilangan bulat (kelipatan panjang gelombang). Dalam hal ini setiap data pengamatan fase yang terkait dengan satelit tertentu mempunyai harga ambiguitas yang berbeda-beda satu sama lainnya. Atau dengan kata lain setiap data pengamatan fase dari satelit yang berbeda akan mempunyai harga ambiguitas fase tersendiri.

6. *Cycle Slips*

Cycle Slips merupakan ketidak-kontinyuan dalam jumlah gelombang penuh dari fase gelombang pembawa yang diamati, karena *receiver* yang disebabkan oleh satu dan hal lain terputus saat pengamatan sinyal.

Dalam pengamatan satelit GPS, fenomena *Cycle Slips* dapat disebabkan oleh beberapa hal seperti berikut :

1. mematikan dan menghidupkan *receiver* dengan sengaja
2. terhalangnya sinyal GPS untuk masuk ke antenna disebabkan oleh bangunan, pohon, jembatan, dan lain-lain.

3. rendahnya *rasio signal-to-noise*, yang bisa disebabkan oleh beberapa faktor seperti dinamika *receiver* yang tinggi, efektifitas *ionosfer* yang tinggi, atau *multipath*

4. adanya kerusakan komponen dalam *receiver*.

7. Kesalahan Jam

Dalam hal ini kesalahan jam terbagi menjadi dua kesalahan yaitu :

1. kesalahan jam satelit

Setiap satelit membawa GPS blok II/IIA yang beroperasi saat ini membawa dua jam atom Cesium (Cs) dan dua jam atom Rubidium(Rb), yang dimana jam jam tersebut difungsikan untuk mendefinisikan system waktu satelit. Jam jam tersebut dengan perjalanan waktu akan mengalami penyimpangan (*offset*, *drift*, dan *drift-rate*) dari sistem waktu GPS.

2. kesalahan jam *receiver*

Receiver GPS umumnya dilengkapi dengan jam (osilator) kristal quartz, yang relative lebih kecil, lebih meurah, memerlukan daya yang relative lebih kecil dibandingkan dengan jam atom (Cesium dan Rubidium) yang digunakan satelit. Dari segi stabilitas dan ketelitian jam quartz yang digunakan di receiver memang lebih rendah dibandingkan dengan jam atom yang digunakan satelit, oleh sebab itu diperkirakan kesalahan komponen pada ukuran jarak kesatelit disebabkan oleh kesalahan jam receiver akan lebih besar daripada kesalahan yang disebabkan oleh kesalahan jam satelit.

Adapun cara yang dapat digunakan untuk menanggulangi kesalahan jam receiver yaitu :

1. mengestimasi parameter parameter kesalahan jam receiver (*offset*, *drift*, dan *drift rate*) dalam proses pengestimasian posisi.

2. melakukan pengurangan jarak ukuran. Dalam hal ini yang perlu dikurangi adalah dua jarak ukuran yang diamati pada saat yang sama oleh receiver GPS yang bersangkutan ke dua buah satelit yang berbeda.

Dalam jurnal (Perkasa, 2019) Sistem GPS mempunyai tiga segmen yaitu : satelit, pengontrol, dan penerima/pengguna. Satelit GPS yang mengorbit bumi, dengan orbit dan kedudukan yang tetap (koordinatnya pasti), seluruhnya berjumlah 24 buah dimana 21 buah aktif bekerja dan 3 buah sisanya adalah cadangan.

1. Satelit bertugas untuk menerima serta menyimpan data yang ditransmisikan oleh stasiun pengontrol, menyimpan dan menjaga informasi waktu berketelitian tinggi (ditentukan dengan jam atomic satelit), dan memancarkan

sinyal serta informasi secara kontinyu pada pesawat penerima (receiver). Satelit - satelit yang mengorbit mengelilingi bumi, jumlah satelit GPS adalah 24 buah. Satelit GPS mengorbit mengelilingi bumi dalam bidang orbit dengan tinggi rata-rata setiap satelit ± 20.200 Km dari permukaan bumi. di mana-mana pada muka bumi selalu ada cukup satelit untuk penentuan posisi yang bagus.

2. Pengontrol bertugas untuk mengendalikan dan mengontrol satelit dari bumi baik untuk mengecek kesehatan satelit, penentuan dan prediksi orbit dan waktu, sinkronisasi waktu antar satelit, dan mengirim data ke satelit.

3. Penerima bertugas menerima data dari satelit dan memprosesnya untuk menentukan posisi (posisi tiga dimensi yaitu koordinat di bumi plus ketinggian), arah, jarak dan waktu yang diperlukan oleh pengguna. Ada dua macam tipe penerima yaitu tipe Navigasi dan tipe Geodetic. Untuk menentukan koordinat suatu titik di bumi, receiver setidaknya membutuhkan 4 satelit yang dapat ditangkap sinyalnya dengan baik. Secara default posisi atau koordinat yang diperoleh bereferensi ke global datum yaitu World Geodetic System 1984 atau disingkat WGS'84.

1.5 Metode Real Time Kinematic(RTK)

Sistem RTK (*Real-time kinematic*) adalah suatu sistem penentuan posisi *Real-time* secara *differential* menggunakan data fase. Dalam hubungannya untuk memberikan data *real-time*, stasiun referensi harus mengirimkan data fase dan *pseudorange* kepada pengguna secara *real-time* menggunakan system komunikasi data. Stasiun referensi dan pengguna harus dilengkapi dengan suatu sistem pemancar dan penerima data yang dapat berfungsi dengan baik sehingga komunikasi data dapat berjalan dengan baik. RTK merupakan metode akurat untuk mendapatkan posisi titik yang diinginkan dalam waktu pengamatan yang singkat, berdasarkan diferensial data *code* dan *carrier phase*. Diferensial data *code* dan *carrier phase* digunakan untuk pengukuran titik koordinat yang diinginkan. Secara umum metode ini adalah metode terbaik untuk mendapatkan koordinat titik dengan ketelitian tinggi dalam waktu singkat (Abidin., 2007).

Ketelitian posisi yang diberikan oleh sistem RTK sekitar 1-5 cm, dengan syarat bahwa ambiguitas fase dapat ditentukan secara benar. Salah satu hal yang harus diatasi adalah penentuan ambiguitas fase dengan menggunakan jumlah data yang terbatas dan juga dengan receiver yang bergerak merupakan hal yang cukup susah. Mekanisme penentuan ambiguitas fase pada metode RTK dinamakan *on fly ambiguity* (Abidin., 2007).

Penggunaan receiver GPS RTK (*Real Time Kinematic*) pada metode ekstraterrestrial untuk penentuan posisi titik saat ini sudah banyak digunakan. Hal tersebut disebabkan karena penggunaan metode tersebut memungkinkan untuk mendapatkan posisi titik yang teliti dengan waktu yang singkat. Dalam penelitian

ini akan dilakukan kajian penerapan metode ekstraterestrial menggunakan GPS RTK (*Real Time Kinematic*) untuk pemetaan lokasi blasting. Pengukuran posisi titik-titik dengan metode ekstraterestrial menggunakan *receiver* GPS RTK saat ini sudah banyak digunakan. Hal tersebut ditunjang oleh kemajuanteknologi sehingga hasil yang diperoleh mempunyai ketelitian yang tinggi dengan waktu yang relatif singkat. Namun perlu dilakukan kajian sampai sejauh mana ketelitian posisi titik yang diperoleh dari hasil pengukuran secara ekstraterestrial menggunakan GPS RTK untuk pemetaan lokasi blasting serta kendala-kendala yang dihadapi sehingga dapat diketahui kekurangan dan kelebihan nya.

1.6 Penelitian Sebelumnya

Studi Komparasi Pemakaian GPS Metode *Real Time Kinematic* RTK Dengan Total Station Untuk Penentuan Posisi Horizontal oleh Fajriyanto, dalam penelitian ini metode RTK digunakan untuk kegiatan penentuan posisi horizontal dengan data pembanding menggunakan total station, adapun hasil dari penelitian ini yaitu :

1. kualitas pengukuran metode konvensional dengan total station
2. perbandingan nilai elips kesalahan
3. daerah konfidensi dan orde jaringan
4. koordinat hasil penentuan posisi
5. akurasi posisi
6. pengujian signifikan parameter
7. penyimpangan koordinat terhadap elips kesalahan.

Hasil dari pengujian tersebut berakibat pada pengujian signifikansi parameter dengan menggunakan circular standard error memberikan hasil bahwa pengamatan GPS metode RTK berbeda secara signifikan terhadap metode konvensional. Demikian juga pada penyimpangan kordinat terhadap elips kesalahan yang sedianya dilakukan untuk mengetahui apakah koordinat GPS metode RTK berada didalam atau diluar elips kesalahan, ternyata memberikan hasil semua titik yang diukur terletak diluar elips standard error pada selang kepercayaan 95 %.