

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai penghitungan volume *stockpile* menggunakan *GNSS* telah banyak dilakukan oleh mahasiswa ataupun instansi perusahaan. Berikut jurnal mengenai penghitungan volume *stockpile* menggunakan *GNSS* yang pernah dilakukan sebelumnya.

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu

No.	Judul dan Tahun	Nama	Metode	Kesimpulan
1.	Perhitungan Volume <i>Stockpile</i> dan Pengoptimalan Waktu Pengolahan Stockpile 3, 5 dan 6 Terhadap Produksi Alat Gali Muat dan Angkut Pada TB Primer Batubesi PT Timah Tbk, 2023	Neni Sherina, Franto, Mardiah.	Penelitian ini menganalisa perhitungan volume <i>stockpile</i> dan optimalisasi waktu pengolahan terhadap produksi alat gali muat angkut.	Penelitian ini menghasilkan nilai volume setiap <i>stockpile</i> berbeda dan diketahui tercapai atau tidaknya target produksi.
2.	Analisis Ketelitian Perhitungan Tonase <i>Stockpile</i> Batubara Hasil Pengukuran Metode <i>RTK</i> Radio <i>GNSS</i> dengan Teknik Akuisisi Data Secara <i>Point to Point</i> dan <i>Auto Topo</i> , 2015	Farouki Dinda Rassarandi, Silvester Sari Sai, Hery Purwanto	Penelitian ini ingin menganalisa ketelitian perhitungan volume <i>stockpile</i> menggunakan <i>GNSS</i> metode <i>RTK</i> dengan teknik akuisisi data secara <i>point to point</i> dan <i>auto topo</i>	Penelitian ini menghasilkan analisa akurasi data dengan pengambilan data menggunakan <i>GNSS</i> metode <i>RTK</i> dengan teknik akuisisi data secara <i>point to point</i> dan <i>auto topo</i>

3.	Analisis perbandingan volume dan ketelitian ICP dari 3'S (TS,GNSS,dan TLS), 2018	Khomsin, Damar Guruh Pratomo, Achmad Faizuddin Akbar.	Penelitian ini ingin membandingkan ketelitian alat ukur <i>Terrestrial Laser Scannser</i> , Total Station dan <i>GNSS</i> dengan menggunakan metode perhitungan <i>cut and fill</i> pada Civil 3D	Perhitungan volume dengan acuan hasil alat ukur <i>Terrestrial Laser Scanner</i> terhadap alat ukur Total Station dan GPS RTK. pada obyek 1 didapatkan selisih antara TS dan TLS sebesar 7,31 m ³ (0,44 %), antara GPS RTK dan TLS didapatkan selisih sebesar 10,34 m ³ (0,63%). Jika pada obyek 2 didapatkan selisih TS dengan TLS sebesar 6,89 m ³ (0,24%), dan selisih dari GPS RTK dan TLS sebesar 9,05 m ³ (0,31%). Selisih antara hasil volume TLS terhadap kedua alat baik GPS RTK dan Total Station tidak signifikan. Karena persentase memiliki nilai dibawah nol yang terbilang sangat kecil.
4.	Komparasi pengambilan Data Topografi Stockpile di Rom Menggunakan Wahana <i>Unmaned Aerial Vehicle</i> dan <i>GPS RTK Tipe Geodetic</i> , 2022	Ryan Nugraha	Penelitian ini mengkomparasikan pengukuran <i>Stockpile</i> dengan metode <i>Unmaned Aerial Vehicle</i> dan <i>GPS RTK</i>	Penelitian ini menghasilkan bahwa kedua wahana dapat memberikan informasi topografi stockpile, UAV ebee fixed wing memberikan informasi lebih daripada GPS R8s tipe Geodetic,
5.	Perhitungan Volume Stockpile Batubara Menggunakan Metode Fotogrametri dan Metode RTK Di PT Triaryani Kabupaten Musi Rawas Utara, 2024	M. Aldo Okdiriyanto	Penelitian ini membandingkan hasil pengukuran <i>stockpile</i> menggunakan metode fotogrametri dan RTK	Penelitian ini menghasilkan bahwa menggunakan metode fotogrametri mampu mencakup luasan stockpile dengan waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan metode RTK

2.2. Stockpile

Stockpile dalam konteks pertambangan berarti tempat penyimpanan sementara atau penumpukan material hasil tambang, yang berfungsi sebagai penyangga antara pengiriman dan produksi, atau sebagai persediaan strategis. Biasanya Lokasi *stockpile* terletak di daerah yang strategis sehingga mudah untuk didistribusikan misalnya di dekat daerah eksploitasi atau di dekat pelabuhan *Stock Room*.



Gambar 2.1. *Stockpile*

(Sumber: EPA, 2020)

Stockpile memiliki fungsi sebagai penyangga antara proses produksi dan pengiriman, sehingga memastikan ketersediaan material meskipun ada gangguan dalam produksi atau pengiriman. *Stockpile* juga berfungsi sebagai persediaan strategis untuk menghadapi gangguan jangka pendek atau jangka panjang, seperti cuaca buruk atau masalah transportasi.

2.3. Batu Kapur

Batu kapur adalah batuan sedimen yang terbentuk dari kalsium karbonat (CaCO_3), di Indonesia terdapat beberapa batuan yang mengandung senyawa karbonat, antara lain ialah batu kapur, batu kapur kerang dan batu kapur magnesium. Batu kapur memiliki karakteristik umumnya berwarna terang, dapat mengandung fosil organisme yang mengandung kalsium karbonat dan kuat, padat

serta memiliki sedikit pori. Batu kapur merupakan salah satu bahan galian industri yang potensinya sangat besar dengan cadangan di perkirakan lebih dari 28 milyar ton yang tersebar di seluruh daerah di Indonesia. Sebagian besar cadangan batuan ini di Indonesia terdapat di Sumatera Barat, Jawa Barat, Jawa Timur, dan Provinsi Sumatra Selatan.



Gambar 2.2. Batu Kapur
(Sumber: PT. Celebessi Metalindo)

Batu kapur merupakan salah satu jenis batuan sedimen yang banyak terdapat di Indonesia. Batu kapur umumnya mengandung setidaknya 50% kalsium karbonat dalam bentuk mineral kalsit istilah lainnya biasa disebut "*limestone*". Batu kapur memiliki warna putih, putih kekuningan, abu-abu hingga hitam. Variasi warna tersebut tergantung dari campuran mineral pengotor yang ada di dalam batu kapur, contohnya lempung, kuarsa, oksida besi, mangan dan unsur organik. Batu kapur sebagian besar terbentuk secara organik dari sisa-sisa kerang dan binatang laut yang mengandung zat kapur maupun dari proses mekanik dan presipitasi kimia. Berat jenis batu kapur berkisar 1,6 sampai dengan 2,8 gr/cm^3 , dalam keadaan murni dengan bentuk kristal kalsit (CaCO_3), sedangkan berat volume nya berkisaran 1,7 sampai dengan 2,6 gr/cm^3 .

2.4. *Global Navigation Satellite System (GNSS)*

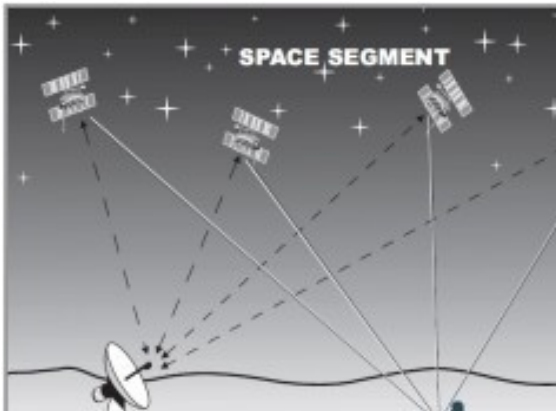
GNSS (*Global Navigation Satellite System*) adalah istilah umum untuk sistem satelit navigasi yang menyediakan informasi posisi, navigasi, dan waktu secara global, seperti GPS, GLONASS, Galileo, dan BeiDou. GNSS adalah sistem penentuan posisi berbasis satelit yang terdiri dari satu atau lebih konstelasi satelit dan infrastruktur augmentasi yang diperlukan untuk mendukung tujuan kegiatan berupa posisi, navigasi, dan waktu.

Global Navigation Satellite System (GNSS) adalah suatu sistem satelit yang terdiri dari konstelasi satelit yang menyediakan informasi waktu dan lokasi, memancarkan macam-macam sinar dalam berbagai frekuensi secara terus-menerus, yang tersedia di semua lokasi diatas permukaan bumi. GNSS memiliki peranan penting dalam navigasi. GNSS yang ada saat ini adalah GPS (*Global Positioning System*) yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat, GLONASS (*Global Navigation Satellite System*) milik Rusia, Galileo milik Uni Eropa, dan Compass atau Beidou milik Cina. India dan Jepang telah mengembangkan kemampuan GNSS regional dengan meluncurkan sejumlah satelit ke antariksa untuk menambah kemampuan yang sudah disediakan oleh sistem global dalam menyediakan tambahan cakupan regional (UNOOSA, 2011).

GNSS yang paling dikenal saat ini adalah GPS (*Global Positioning System*). Sistem ini didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga dimensi serta informasi mengenai waktu, secara kontinyu di seluruh dunia tanpa bergantung waktu dan cuaca, kepada banyak orang secara simultan. Pada saat ini, sistem GPS sudah sangat banyak digunakan orang di seluruh dunia dalam berbagai bidang aplikasi. Di Indonesia pun, GPS sudah banyak diaplikasikan, terutama yang terkait dengan aplikasi-aplikasi yang menuntut informasi tentang posisi ataupun perubahan posisi.

Dibandingkan dengan sistem dan metode penentuan posisi lainnya, GPS mempunyai banyak kelebihan dan menawarkan lebih banyak keuntungan, baik dalam segi operasionalisasinya maupun kualitas posisi yang diberikan. Pada

dasarnya GPS terdiri dari tiga segmen utama, yaitu segmen angkasa (*space segment*) yang terutama terdiri dari satelit-satelit GPS, segmen system kontrol (*control system segment*) yang terdiri dari stasiun-stasiun pemonitor dan pengontrol satelit, dan segmen pemakai (*user segment*) yang terdiri dari pemakai GPS termasuk alat-alat penerima dan pengolah sinyal dan data GPS.



Gambar 2.3. Tiga Segment Utama

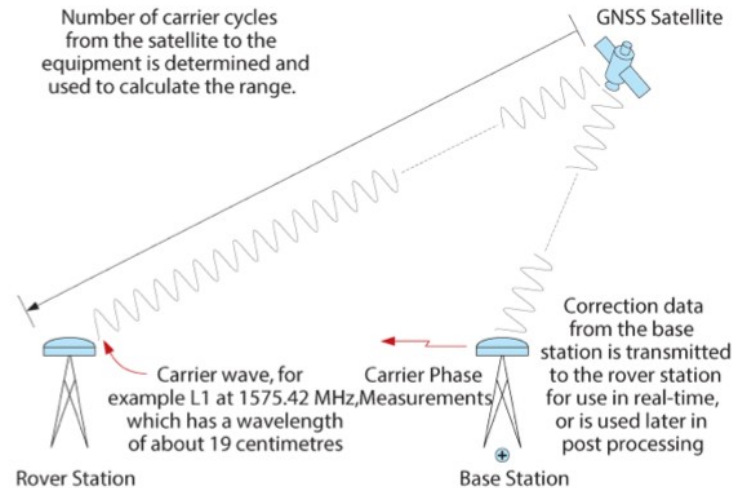
(Sumber: jasaukurtanah.com)

2.5. *Real Time Kinematic (RTK)*

RTK adalah singkatan dari *Real Time Kinematic*. *Real Time* artinya pada saat itu juga dan kinematis artinya bergerak. Sehingga bisa diartikan penentuan posisi metode RTK adalah penentuan posisi yang dapat memperoleh koordinat saat itu juga, walaupun dalam kondisi alat bergerak-gerak.

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 *pseudorange* kepada pengguna secara *real - time* menggunakan sistem 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. Ketelitian posisi yang diberikan oleh sistem RTK sekitar 1 sampai dengan 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).



Gambar 2.4. Ilustrasi Konsep RTK

(Sumber: kompas-navigasi.co.id, 2022)

Metode RTK banyak diaplikasikan dalam beberapa pekerjaan, diantaranya adalah pekerjaan *Stake Out*, penentuan, dan rekonstruksi batas bidang tanah. Selain itu sering juga dimanfaatkan dalam bidang survei pertambangan, survei rekayasa, dan pekerjaan lainnya yang membutuhkan posisi koordinat yang cepat pada ketelitian sentimeter.

Metode RTK sangat bermanfaat yang mana hasil titik dapat kita peroleh secara *real time* dalam koordinat UTM ataupun Lintang dan Bujur tanpa melalui pemrosesan *baseline*. Metode RTK ini berbeda dengan metode Statik, karena pada metode statik koordinat baru diperoleh setelah dilakukan pemrosesan *baseline (Post Processing)*. Metode RTK memiliki ketelitian yang tinggi yaitu dalam fraksi sentimeter. Metode ini mampu menghasilkan

nilai koordinat suatu titik tanpa melalui pengolahan lagi, metode ini mampu menghasilkan ketelitian yang cukup tinggi hingga fraksi sentimeter.

Dalam metode RTK terdiri dari *Base* dan *Rover*. *Base* adalah alat receiver GNSS yang didirikan di atas titik yang sudah di tentukan koordinatnya dan terus mengamati sinyal satelit. Kemudian akan digunakan untuk memberikan sinyal koreksi kepada *Rover* untuk mendapatkan nilai kapasitas sentimeter, sedangkan *Rover* adalah alat receiver GNSS yang digunakan untuk mendapatkan titik koordinat atau data-data yang akan diambil dalam proses pengukuran. *Rover* ini juga dapat mengamati sinyal satelit dan menambahkan koreksi dari *Base*. *Base* dan *Rover* menggunakan sinyal radio untuk terhubung. Tingkat akurasi yang dihasilkan oleh RTK frekuensi ganda adalah $1 \text{ cm} \pm 2 \text{ parts per million}$ (ppm) dan arah vertikal adalah $2 \text{ cm} \pm 2 \text{ parts per million}$ (ppm).



Gambar 2.5. *Rover dan Base*

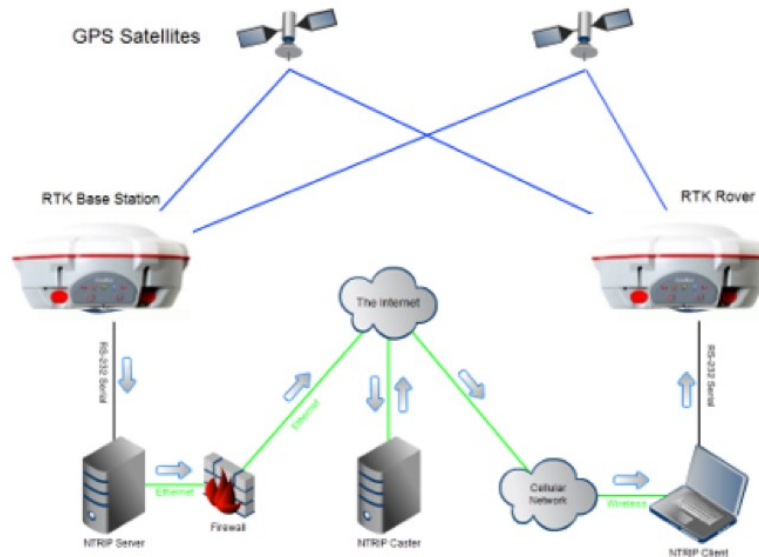
(Sumber: globalgpssystem.com)

2.6. *Networked Transport of RTCM via Internet Protocol (NTRIP)*

2.6.1. NTRIP

NTRIP adalah *Networked Transport of RTCM via Internet Protocol*. Protokol NTRIP dikembangkan oleh *Federal Agency for Cartography and Geodesy of Germany* (BKG) yang memungkinkan koneksi RTK ataupun DGPS

melalui sinyal internet.



Gambar 2.6. Ilustrasi Skema NTRIP

(Sumber: kompas-navigasi.co.id, 2022)

Terdapat 3 bagian penting dalam NTRIP, yaitu NTRIP Server, NTRIP Caster, dan NTRIP Client.

a. NTRIP Server

NTRIP Server adalah PC atau komputer yang menjalankan perangkat lunak NTRIP Server yang berkomunikasi langsung dengan stasiun referensi GNSS. NTRIP Server berfungsi sebagai perantara antara penerima GNSS (NTRIP Source) yang mengalirkan data RTCM dan NTRIP Caster.

b. NTRIP Caster

NTRIP Caster adalah server HTTP yang menerima streaming data RTCM dari satu atau lebih NTRIP Servers dan sebaliknya mengalirkan data RTCM ke satu atau lebih NTRIP Clients melalui internet.

c. NTRIP Client

NTRIP Client menerima streaming data RTCM dari NTRIP Caster untuk diterapkan sebagai koreksi waktu-nyata ke rover GNSS.

Penerapan RTK NTRIP sangat cocok sekali digunakan untuk daerah yang memiliki jaringan internet cukup baik (minimal 3G). Penggunaan NTRIP dapat menjangkau hingga belasan kilometer dari base, selama internet lokasi tersebut baik. Selain itu untuk mendapatkan solusi fixed, RTK NTRIP sifatnya lebih stabil dan lebih cepat jika dibandingkan dengan RTK Radio.

2.6.2. NRTK BIG

Di Indonesia juga memiliki jenis layanan NTRIP yang bernama NRTK (*Network RTK*). Pada proses *network* RTK faktor faktor yang mempengaruhi ketelitian hasil koordinat seperti ionosfer, troposfer, dan orbit satelit dimodelkan dan diestimasi lalu diberikan ke *rover* dalam bentuk *network correction*. *Rover* dari pengguna yang menggunakan koreksi NRTK BIG akan menerima koreksi posisi maksimal 5 base dari sekitarnya, untuk selanjutnya dijadikan stasiun referensi. Proses pemecahan ambiguitas untuk mencapai konvergen dari segi kecepatan dan ketepatan, sangat lebih handal menggunakan *network RTK* sehingga hasil *network RTK* akan lebih baik dibandingkan dengan koreksi single (*nearest base*).

Modernisasi Jaring Kontrol Geodesi

Jarak	Sinyal Internet	Jangka Waktu	Layanan
≤ 50 km	Ada	Realtime	RTK NTRIP
> 50 km	Ada/Tidak Ada	30 hari	Online Post-Processing

Gambar 2.7. Modernisasi Jaring Kontrol Geodesi

(Sumber: Badan Informasi Geospasial)

Pada layanan NRTK BIG pengguna dapat mengakses layanan dengan mendaftar terlebih dahulu ke dalam website nrtk.big.go.id. Setelah mendapatkan

akun, pengguna dapat mendapatkan fasilitas koreksi dengan mengakses *mount point*.

Pada layanan NRTK BIG peng pengguna dapat mendapatl

Gambar 2.8. Akses *Mount Point*

(Sumber: srgi.big.go.id)

Dengan terhubung pada *mount point*, pengguna akan mendapatkan beberapa pilihan koreksi yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan survei dan pemetaan. Adapun pilihan koreksi beserta penjelasannya sebagai berikut :

A. MAX (*Master Auxiliary*)

MAX (*Master Auxiliary*) adalah layanan koreksi *network RTK*, konsep dasarnya jarak-jarak fase dari masing-masing stasiun referensi (*base*) direduksi dalam level ambiguitas fase yang sama sehingga pada saat proses *double difference* dibentuk, maka nilai ambiguitas fase ini sudah terkurangkan. Langkah selanjutnya berdasarkan informasi posisi dari rover, dipilih stasiun-stasiun referensi paling sesuai sebagai base untuk rover yang bersangkutan. Stasiun referensi yang dipilih tersebut akan ditentukan satu *master reference station* dan sisanya sebagai *auxiliary reference station*. *Master reference station* dan *auxiliary reference station* menggunakan formasi dan transmisi RTCM untuk melakukan koreksi dan residual koreksi dengan demikian *rover* bisa melakukan penentuan posisi teliti. Adapun *master reference station* pada *network MAX* belum tentu stasiun terdekat dengan rover karena algoritma akan memilih kualitas data dari stasiun referensi yang layak dan terbaik untuk dijadikan *master reference station*.

B. i-Max (*Individualised Master Auxiliary*)

i-Max (*Individualised Master Auxiliary*) adalah layanan koreksi network RTK, konsep dasarnya hampir sama seperti pada layanan MAX yaitu proses double difference, selanjutnya pemilihan master reference station dan auxiliary reference station. Perbedaannya dengan MAX adalah koreksi network yang diterapkan pada rover berasal dari stasiun terdekat dengan rover bukan stasiun dengan kualitas data terbaik.

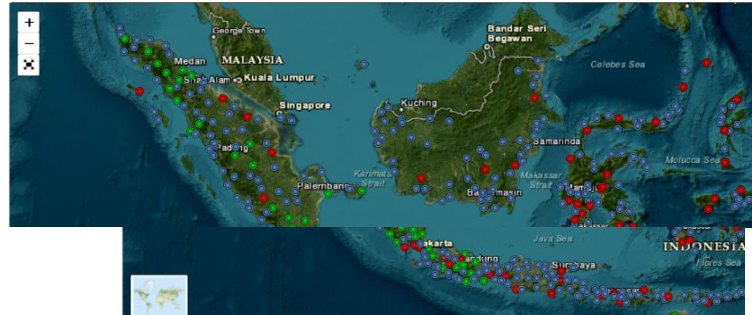
C. VRS (*Virtual Reference Stations*)

VRS (*Virtual Reference Stations*) adalah layanan koreksi *network RTK*, dimana model koreksi yang dihitung mengacu kepada base yang sifatnya *virtual*. Jenis layanan NRTK ini berbeda dengan MAX dan i-MAX dimana *base* yang dikenal sebagai *master reference station* memiliki bentuk fisik. *Rover* dari pengguna akan menerima koreksi dari base virtual yang dikonstruksi berdekatan dengan lokasi pengukuran. Posisi dari base virtual tersebut dapat berubah-ubah bergantung proses inisiasi antara rover dengan sistem NRTK BIG. Hal tersebut juga menjadi kelemahan dari sistem VRS dimana proses rekonstruksi *base* yang menjadi referensi akan berubah antar pengukuran walaupun pada titik yang sama.

D. *Nearest Base RTK*

Nearest Base RTK adalah layanan koreksi single RTK, dimana koreksi dari rover didapatkan dari satu base. Kualitas ketelitian dari koreksi tersebut sangat bergantung dengan jarak rover terhadap base.

Adapun keterangannya adalah sebagai berikut



Gambar 2.9. Sebaran Stasiun NRTK
(Sumber: srgi.big.go.id)

2.7. Timbangan

Timbangan adalah alat atau perangkat yang digunakan untuk mengukur berat material hasil penambangan. Dengan menggunakan timbangan yang akurat, dapat diketahui berapa jumlah material yang ada dalam suatu muatan, baik itu dalam bentuk tongkang, kereta api, maupun truk.

Memiliki jembatan timbang atau timbangan truk yang dapat diandalkan merupakan faktor penting dalam operasional industri tambang (salah satunya kapur) dan *quarry* (kuari batu). Jembatan timbang kualitas tinggi akan mempengaruhi efisiensi operasional tambang, kontrol pengeluaran dan biaya, hingga profit yang didapatkan dari tambang. Jembatan timbang menggunakan teknologi modern untuk menyediakan data nilai beban secara cepat dan akurat.



Gambar 2.10. Timbangan Batu Kapur

2.8. Aplikasi *3D Mine*

Perangkat lunak rekayasa pertambangan *3D Mine* adalah perangkat lunak peralatan profesional bagi para insinyur di bidang pertambangan, geologi, dan survei yang melakukan desain, pemodelan, dan perhitungan 3D.

Produk perangkat lunak *3D Mine* melayani geologi tambang, survei, pertambangan, manajemen dan pengendalian produksi keselamatan, operasi dan manajemen perusahaan, serta arahan profesional pertambangan lainnya. Produk perangkat lunak dapat digunakan secara luas dalam manajemen data eksplorasi geologi, model geologi endapan, model struktural, perhitungan cadangan geologi tradisional dan modern, desain penambangan terbuka dan bawah tanah, jadwal produksi, produksi dan operasi, pengendalian proses produksi, pemulihan ekologi tambang, dan area bisnis lainnya termasuk batu bara, logam, bahan bangunan, dan mineral padat lainnya.

Sebagai perangkat lunak profesional rekayasa pertambangan 3D pertama dengan level arus utama internasional dan hak kekayaan intelektual independen di

Tiongkok, perangkat lunak rekayasa pertambangan *3D Mine* telah menjadi perangkat lunak pertambangan, geologi, dan survei profesional 3D terkemuka di dunia setelah lebih dari sepuluh tahun pengembangan. Ini adalah salah satu perangkat lunak profesional terbaik dalam industri pertambangan. Saat ini, ada lebih dari 1000 dan 10.000 pengguna formal perusahaan pertambangan dalam dan luar negeri, unit eksplorasi geologi dan perguruan tinggi dan universitas, yang telah diakui dan dipuji oleh banyak rekan dan pakar pertambangan dan diakui sebagai merek terkemuka perangkat lunak pertambangan 3D di Tiongkok. Perangkat lunak rekayasa pertambangan 3DMine diposisikan untuk menciptakan merek kelas dunia, yang sejalan dengan konsep desain perangkat lunak pertambangan arus utama internasional dan sistem fungsional, memiliki antarmuka data yang baik dengan banyak perangkat lunak asing yang terkenal, dan diterbitkan dalam bahasa Mandarin dan Inggris.