

SISTEM KELISTRIKAN BELT CONVEYOR PADA PERTAMBANGAN BATUBARA BAWAH TANAH

Oleh : Agus Yulianto, S.T., M.KKK.

Widyaiswara Muda

ABSTRAC

Transportation system in underground mining is very important, because more long the development of mining, more difficult to carry out mineral mining. As we know that underground mining is darkness, and fully of risk. To decrease the risk of carrying out the mineral mining, it's necessary to make good planning of transportation. One of the way is using belt conveyor. The parts of belt conveyor are enabling making risk, caused of the rotation of the parts, like belt it self, roller, pulley, chute, etc. The continuous rotation of parts can make friction, that the friction can make flammable if around of the tunnel there are methan gasses. Methan gasses at 5 – 15% can be resulting fire if there is friction. The continuous rotation of parts also can make belt slip. If end of heaping mineral mining is full, and belc conveyor still running, heaping mineral as soon as possible can give force to stop running belt, caused there is a force to motor. There are others many problems in operationof belt conveyor, but the problems must be eliminate for continuos mining production. To eliminate this problem there are solutions that used for operation belt conveyor. They are planning about good electricity power installation, electricity control installation and safety device installation. This paper will explanation about them. Hopefully this paper can give some benefits for the readers, specially for the writer.

Key Words: electrical system, belt conveyor, coal underground mining.

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Belt conveyor adalah salah satu alat transportasi yang digunakan di dunia industri apalagi di tambang bawah tanah. Karakteristik dari belt conveyor adalah memiliki daya angkut besar pada barang hancur/terpisah-pisah seperti batubara dll, kemampuan angkutnya tergantung lebar dan kecepatannya, tidak berhubungan dengan jarak. Setelah belt conveyor dipasang, jika jarak angkut bertambah atau terjadi

percabangan, tinggal memanjangkan belt atau melakukan sistem bertingkat (leveling) sehingga terjadi struktur belt gabungan, dari permukaan kerja (*working face*), melewati lorong main gate/tail gate, lorong miring, lorong datar, dll, kemudian naik lorong miring utama, sampai fasilitas permukaan dapat dilakukan transportasi jarak jauh secara kontinyu dengan deretan dan tingkatan belt conveyor.

Belt dari conveyor bersifat susah terbakar dan juga dapat terbakar, sehingga memungkinkan menimbulkan bencana besar berupa kebakaran tambang. Disamping itu karena kontinuitasnya belt conveyor bisa terjadi zig-zag dan akhirnya slip. Untuk itu harus ditangani dengan baik. Pengamanan inilah yang perlu direncanakan kemungkinan-kemungkinan kecelakaan lainnya akibat operasional belt conveyor, seperti pada operasional belt conveyor yang bertingkat-tingkat perlu pengantisipasi adanya penumpukan pada level akhir dari tingkatan-tingkatan yang ada, yang mana belt conveyor pada tingkat belakang masih beroperasi akan menambah penumpukan material di depannya. Hal ini tentunya material yang terangkut menjadi jatuh berhamburan karena penumpukan melebihi kapasitas. Permasalahan-permasalahan yang ada dalam operasional belt conveyor perlu diatasi dengan prediksi bahaya yang akan terjadi dengan pemasangan *safety device* dari prediksi yang sudah dianalisa. Pada makalah ini akan mengupas tentang kelistrikan belt conveyor beserta kelistrikan *safety device* belt conveyor.

Identifikasi dan Rumusan Masalah

Didalam tambang batubara bawah tanah, lokasi penggalian dilakukan melalui terowongan yang sangat panjang untuk menuju lokasi permukaan kerja. Potensi gas yang tergantung di dalam tambang batubara bawah tanah juga sangat banyak, diantaranya adalah adanya Gas Methan (CH_4), yang pada akumulasi tertentu dapat menimbulkan

bahaya kebakaran / ledakan. Operasional belt conveyor sebagai sarana transportasi bahan galian sangatlah diperlukan. Akan tetapi mengingat kondisi terowongan yang sangat panjang dan sempit, maka diperlukan suatu bentuk komunikasi dalam pengoperasian belt conveyor sebagai antisipasi terjadinya kecelakaan kerja. Demikian juga dengan adanya bahaya potensi gas metan sangat memungkinkan dalam operasional belt conveyor dapat berbahaya. Oleh karena itu diperlukan suatu rekayasa kelistrikan sebagai peralatan penunjang keselamatan (*safety device*) untuk mematikan secara otomatis jika terjadi bahaya gas metan. Berdasarkan identifikasi masalah yang telah diuraikan sebelumnya, dapat diambil perumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan sistem komunikasi operasional belt conveyor pada pertambangan batubara bawah tanah?
2. Bagaimana rancangan rangkaian *safety device* operasional belt conveyor pada pertambangan batubara bawah tanah?

Metode Penulisan

Metode yang digunakan dalam penyusunan makalah ini adalah studi literatur, yaitu mengumpulkan beberapa literatur yang ada. Bahan tersebut kemudian dipelajari dan dianalisa untuk mendapatkan jawaban dari perumusan masalah dalam tulisan ini. Beberapa bahan tulisan sengaja dikutip langsung dari sumbernya dan yang lain menjadi bahan pemikiran dalam penyusunan tulisan ini.

2. KAJIAN TEORI

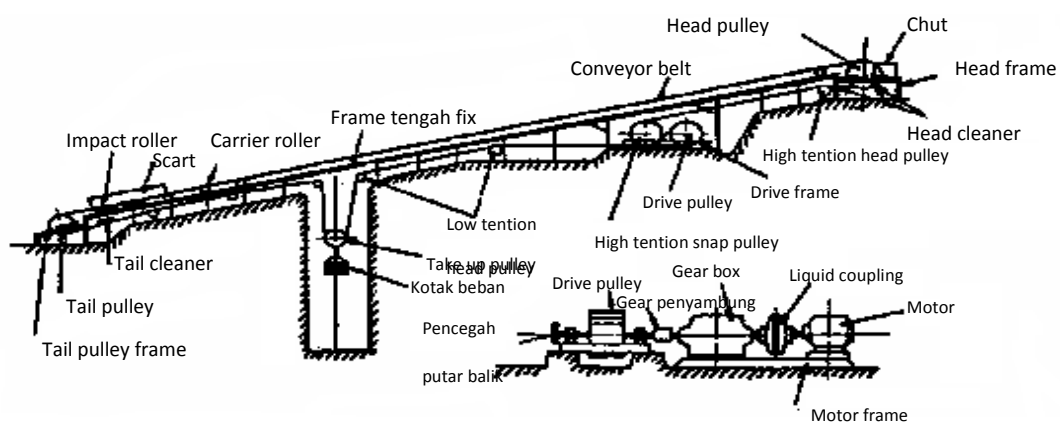
Belt Conveyor Tambang Batubara Bawah Tanah

Belt conveyor adalah salah satu alat transportasi kontinyu berbagai jenis yang digunakan di dunia industri apalagi di tambang batubara. Karakteristik dari conveyor ini

adalah memiliki daya angkut besar pada barang hancur/terpisah-pisah seperti batubara dll, kemampuan angkutnya tergantung lebar dan kecepatannya, tidak berhubungan dengan jarak. Selain itu, setelah dipasang, jika jarak angkut bertambah atau terjadi percabangan, tinggal memanjangkan belt atau melakukan sistem bertingkat sehingga terjadi struktur belt gabungan, dari face(pemuka kerja), melewati lorong main gate/tail gate, lorong miring, lorong datar, dll, naik lorong miring utama, sampai fasilitas permukaan dapat dilakukan transportasi jarak jauh secara kontinu dengan deretan belt.

Jarak angkut tiap unit, sebagai belt karet untuk conveyer, ada nilon belt, cable belt, steel-cord belt berdaya rentang (tensile strength) tinggi, makin meningkat dan sebagian digunakan untuk mengangkut manusia. Kemudian, jika dibandingkan dengan panser conveyer (chain conveyer), hambatannya sangat kecil, konstruksi mudah, kepercayaan tinggi dan perawatan mudah.

Kekurangannya adalah ada batasan kemiringan, ketinggian lorong di tempat penghubungan bertingkat terbatas, jadi dibutuhkan lorong yang dapat memenuhi syarat tersebut. Juga belt bersifat susah terbakar dan juga dapat terbakar, sehingga memungkinkan menimbulkan bencana besar berupa kebakaran tambang, untuk itu harus ditangani dengan baik.



Gambar 1 Contoh pemasangan/konstruksi belt conveyer

Sistem Kendali Listrik

Pengertian kendali atau pengaturan adalah proses atau upaya untuk mencapai tujuan. Sebagai contoh sederhana dan akrab dengan aktivitas sehari-hari dari konsep kendali atau pengaturan adalah saat mengendarai kendaraan. Tujuan yang diinginkan dari proses tersebut adalah berjalannya kendaraan pada lintasan (*track*) yang diinginkan. Ada beberapa komponen yang terlibat di dalamnya, misalnya pedal gas, *speedometer*, mesin (penggerak), rem, dan pengendara.

Sistem kendali berkendara berarti kombinasi dari komponen-komponen tersebut yang menghasilkan berjalannya kendaraan pada lintasan yang diinginkan. Ketika jalan lengang dan aturan memperbolehkan, pengendara mempercepat laju kendaraan dengan membuka pedal gas. Demikian pula, jika ada kendaraan lain di depan atau lampu penyeberangan berwarna merah maka pengendara menginjak rem dan menurunkan kecepatannya. Semua upaya itu dilakukan untuk mempertahankan kendaraan pada lintasan yang diinginkan.

Dalam teknik kendali dipelajari tentang pengaturan sistem agar menghasilkan keluaran yang diinginkan. Komponen utama sistem kontrol terdiri atas objek yang dikontrol (disebut *plant*), variabel (besaran) yang dikontrol, dan aktuator. Tabel 1 memperlihatkan contoh sistem control dengan komponen-komponennya. Misalnya *plant* berupa motor listrik, maka variabel yang dikontrol adalah kecepatan dan aktuatornya adalah kontaktor.

Tabel 1
Contoh Komponen Sistem Kendali

Plant	Variabel yang dikendalikan	Aktuator
Motor Listrik	Kecepatan Putar	Kontaktor
Generator	Tegangan	Transistor
Pengatur Suhu Ruangan	Suhu	Thyristor

Untuk memudahkan melihat proses pengaturan yang berlangsung dalam sistem kendali, dibuat diagram blok yang menggambarkan aliran informasi dan komponen yang terlibat dalam sistem kendali tersebut.

Ada dua bentuk umum sistem kendali:

1. Sistem Kendali Lingkar-terbuka (*Open-Loop Control System*).
2. Sistem Kendali Lingkar-tertutup (*Closed-Loop Control System*) atau sistem kendali dengan umpan balik (*Feedback Control System*).

Dalam bentuk diagram blok sistem kendali lingkaran-terbuka (SKL-buka) digambarkan pada gambar 2. Dalam diagram blok tersebut, plant (objek yang dikendalikan) menghasilkan variable yang dikendalikan serta kontroler menghasilkan variabel termanipulasi. Gambar kotak mewakili tiap komponen dalam sistem kendali, sedangkan aliran informasi diperlihatkan dengan garis dengan tanda anak panah di salah satu ujungnya yang menandakan arah informasi atau data dalam proses pengaturan tersebut.



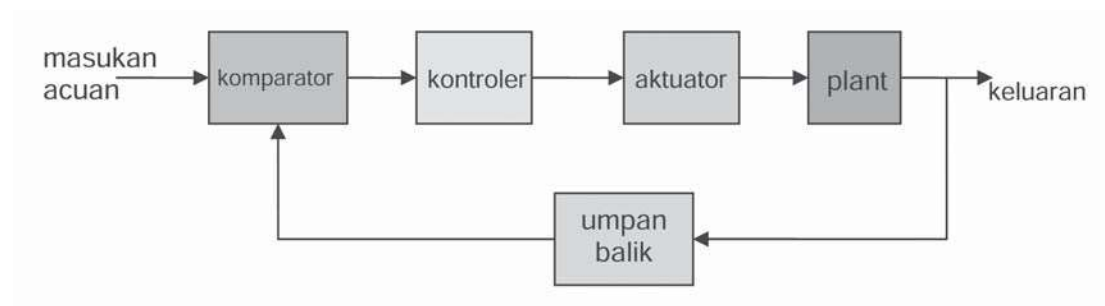
Gambar 2 Diagram blok sistem kendali open-loop

Sistem kendali lingkaran-terbuka adalah sistem yang keluarannya tidak berpengaruh terhadap aksi pengaturan. Dengan kata lain, dalam sistem ini keluarannya tidak diukur ataupun diumpanbalikkan untuk dibandingkan dengan masukan. Contoh praktis sistem ini adalah mesin cuci. Perendaman, pencucian, dan penyabunan dalam mesin cuci beroperasi berdasarkan waktu yang ditentukan oleh pengguna. Mesin tidak mengukur kondisi sinyal keluaran berupa kebersihan pakaian. Dalam sistem tersebut, keluaran tidak dibandingkan dengan masukan acuan, sehingga masukan acuan berhubungan dengan kondisi operasi

(*operating condition*) yang tetap. Akibatnya ketelitian system sangat bergantung kepada kalibrasi. Dalam hal adanya gangguan, sistem kendali lingkaran-terbuka tidak akan menunjukkan hasil yang diharapkan. Sistem kendali ini dapat digunakan dalam praktik hanya jika hubungan antara masukan dan keluaran diketahui dan tidak ada gangguan.

Untuk sistem kendali lingkaran-tertutup, nilai keluaran berpengaruh langsung terhadap aksi pengaturan. Sinyal selisih (*error*) yaitu perbedaan antara masukan acuan dan sinyal umpan balik diberikan kepada kontroler sedemikian sehingga dalam prosesnya memperkecil selisih dan menghasilkan keluaran sistem pada harga atau kondisi yang diinginkan. Sistem kendali lingkaran tertutup dalam kenyataannya selalu merujuk kepada sistem yang menggunakan umpan balik untuk mengurangi error sistem.

Diagram blok sistem kendali lingkaran-terbuka (SKL-buka) digambarkan pada gambar 3.



Gambar 3 Diagram blok sistem kontrol closed-loop

Keuntungan dari sistem kontrol lingkaran-tertutup terlihat dari penggunaan umpan balik yang membuat respon sistem tidak terlalu peka (*sensitif*) terhadap gangguan luar ataupun perubahan nilai-nilai komponen dalam sistem. Hal tersebut memungkinkan penggunaan komponen yang tidak akurat dan murah untuk mewujudkan pengendalian yang akurat untuk suatu *plant*. Dari sisi kestabilan, sistem kontrol lingkaran-terbuka relatif lebih mudah dibuat karena kestabilan system bukan masalah utama. Di lain pihak, kestabilan menjadi masalah besar dalam sistem control lingkaran-tertutup karena penanganan *error* yang berlebihan bisa menyebabkan osilasi. Sistem kontrol ini

bermanfaat apabila ada gangguan yang bersifat sukar ditentukan atau diramalkan, tetapi biasanya sistem kontrol lingkaran tertutup juga memerlukan daya dan biaya yang relatif lebih besar dibandingkan dengan sistem kontrol lingkaran-terbuka yang disesuaikan.

3. PEMBAHASAN

Sistem komunikasi operasi belt conveyor merupakan sarana sederhana yang digunakan untuk komunikasi operasional sistem transportasi. Sistem komunikasi ini sangat diperlukan di dalam operasional tambang batubara bawah tanah, karena seperti yang telah diketahui bahwa kondisi di dalam tambang sangat gelap, jalur yang panjang dan banyak persimpangan. Disamping itu, sistem ini diperlukan mengingat peralatan transportasi dipasang disepanjang lubang maju (*roadway*). Begitu panjangnya sehingga diperlukan sarana sederhana namun efektif untuk menyampaikan peringatan bagi semua orang yang berada di dekat mesin agar menjauh dan berhati-hati, karena sistem (mesin) transportasi akan segera beroperasi.

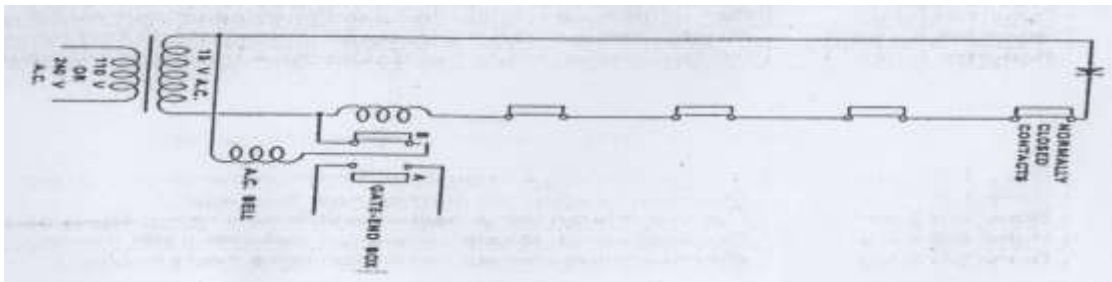
Bagaimana sistem komunikasi transportasi dilakukan? Pertanyaan ini tentu akan ditanyakan oleh orang umum, karena pada umumnya orang mengenal istilah sistem komunikasi dengan istilah komunikasi suara, baik komunikasi lewat telepon/*handphone*. Sistem komunikasi transportasi (atau pekerja tambang biasa menyebut dengan istilah sistem persinyalan) pada prinsipnya adalah tanda dan komunikasi verbal yang disepakati oleh semua pekerja (ditetapkan oleh manajemen tambang bawah tanah) dan dilakukan dengan mengoperasikan bel atau sirine.

Perlengkapan Umum Sistem Komunikasi

Perlengkapan yang dipasang sepanjang sistem komunikasi merupakan kombinasi dari beberapa perlengkapan dibawah ini :

1. Signalling Key

Signalling key terdiri dari 2 buah saklar yaitu saklar untuk bel dan saklar untuk “*lockout*”. Untuk transportasi belt conveyor hanya berupa satu saklar untuk bel saja.



Gambar 4 Rangkaian *signalling key* dihubungkan dengan *pull wire*

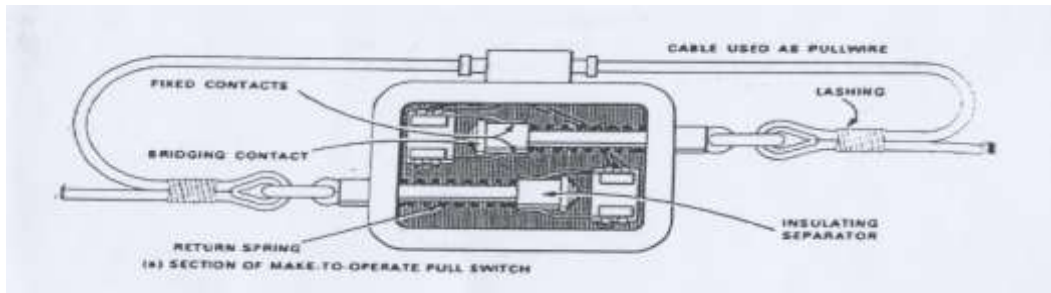
2. Kawat Tarik (*Pull Wire*)

Untuk menghubungkan antara *signalling key* yang satu dengan yang lainnya, yaitu dengan menggunakan kawat tarik (*pull wire*). Karena kawat tersebut dirancang sangat kuat terhadap tarikan, maka kawat tersebut juga difungsikan untuk menarik saklar “*lockout*”.

Kawat tarik direntangkan disepanjang jalur transportasi pada tempat yang mudah dijangkau. Kawat tarik tersebut juga berfungsi untuk menghubungkan rangkaian *signalling key* yang satu dengan yang lainnya, sehingga bila kawat tersebut ditarik saklar “*lockout*” akan membuka, dan akan memutus aliran arus listrik yang mengalir ke Magnetic Switch / *Gate End Box*.

Kawat yang digunakan untuk sistem kawat tarik adalah jenis kawat fleksibel yang berisolasi dan didalamnya dibungkus dengan jaring yang terbuat dari kawat baja, sehingga tahan terhadap tarikan.

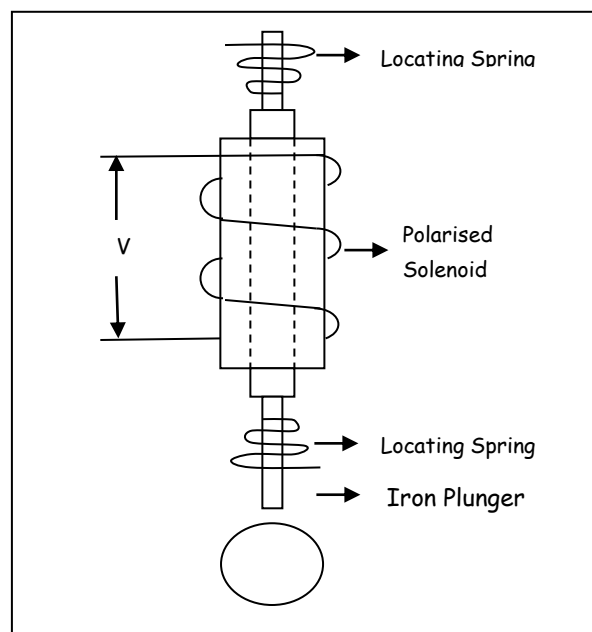
Untuk alat transportasi belt conveyor tidak menggunakan kawat tarik ini, karena dioperasikan dari ruangan belt conveyor.



Gambar 5 Kawat tarik

3. Bel Sinyal

Bel yang digunakan pada unit adalah bel yang menggunakan tegangan AC, yang bekerja berdasarkan induksi magnetik dalam kumparan selenoid yang menarik tuas melalui pegas, sehingga tuas akan membunyikan bel. Dibawah ini adalah gambar bel sinyal



Gambar 6 Bel sinyal

Sistem Komunikasi Belt Conveyor

Pemakaian belt conveyor sering digunakan dalam operasional tambang bawah tanah, khususnya tambang batubara. Alat transportasi ini digunakan untuk mengangkut

hasil mineral penambangan dari dalam tambang menuju ke permukaan. Panjang pendeknya terowongan tambang bawah tanah menentukan tentang pengaturan operasionalnya, terutama untuk alasan keselamatan. Dikarenakan panjang pendeknya terowongan tersebut, maka sebelum operasional belt conveyor perlu adanya peringatan awal, yaitu berupa alarm.

Ada juga beberapa perusahaan tambang batubara bawah tanah yang menggunakan sistem signal, yaitu Unit FLP R1. Unit FLP R1 adalah unit yang didesain untuk melayani fasilitas persinyalan dan dipasang pada sistem transportasi *belt conveyor* di tambang batubara bawah tanah.



Gambar 7 Unit Utama R1



Gambar 8 Unit Signaling Key

Secara rinci fasilitas yang dimiliki pada unit R1 adalah sebagai berikut :

1. Lockout

Menghentikan *belt conveyor* atau peralatan lainnya dari beberapa tempat sepanjang jalur operasi. Dilakukan dengan mengoperasikan saklar *lockout* pada unit R1

maupun pada *signalling key*. Reset operasi ini juga dilakukan dengan mengembalikan posisi saklar pada posisi semula. *Lockout* juga dapat dilakukan dengan menggunakan kawat tarik (*pull wire*) guna keperluan “*emergency stop*”.

2. Persinyalan

Komunikasi persinyalan sederhana dengan menggunakan bel. Bel bisa dipasang setempat maupun diakhir ujung rangkaian (*remote*). Dioperasikan melalui saklar yang terdapat pada unit maupun disemua *signalling key*. Persinyalan dengan bel ini menggunakan aturan komunikasi yang disepakati.

3. Rangkaian Pilot

Rangkaian pemandu atau pilot yang dapat dikontrol atau dikombinasikan dengan rangkaian kontrol pada GEB. Unit ini mempunyai 2 (dua) rangkaian pilot yaitu P1 dan P2. Pilot P2 akan beroperasi jika unit R1 dalam keadaan normal tanpa gangguan. Sedangkan pilot P1 selain dalam keadaan normal juga harus direset melalui tombol reset. Dalam hal ini rangkaian pilot pada R1 menjadi salah satu kontak yang terhubung seri dengan rangkaian kontrol GEB. Jika pada R1 terjadi kesalahan, secara otomatis GEB juga tidak akan bekerja dikarenakan rangkaian pilot P1 terbuka.

4. Indikator

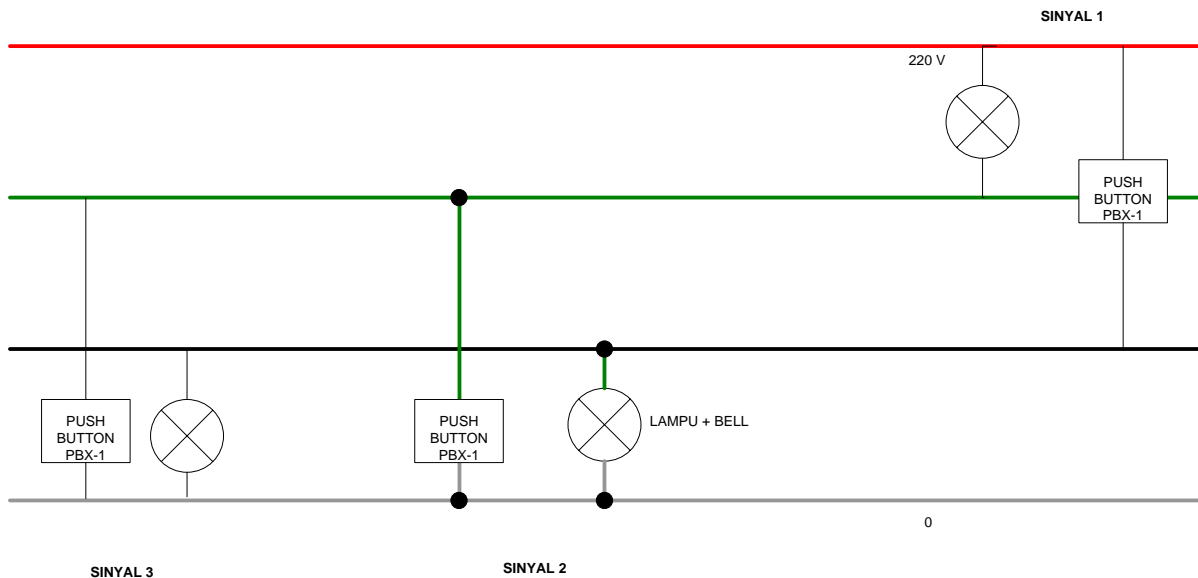
Fasilitas yang tersedia pada unit ini hanya *lockout* dan *short circuit*. Dari indikator ini dapat dijelaskan fasilitas proteksi yang dimiliki adalah *emergency stop* dan proteksi hubung singkat. Hubung singkat ditandai dengan indikator warna merah dan *lockout* ditandai dengan indikasi warna putih.

5. Pengujian

Fasilitas pengujian adalah untuk menguji rangkaian unit R1 dalam keadaan normal atau tidak. Pengujian dapat dilakukan dengan mengoperasikan saklar tes pada unit R1. Pengujian yang dapat dilakukan adalah pengujian hubung singkat dan *lockout*.

Sistem Kelistrikan Komunikasi Operasi Belt Conveyor

Adapun untuk sistem kelistrikan komunikasi untuk operasional belt conveyor dapat dilihat pada gambar 9 dibawah ini.



Gambar 9 Unit Signaling Key

Dari gambar diatas dapat dicermati bahwa sinyal 1 merupakan sinyal yang dioperasikan oleh operator belt conveyor. Ketika operator belt conveyor memberikan peringatan akan beroperasinya belt conveyor, maka lampu dan bell yang berada di sinyal 2 dan sinyal 3 akan nyala. Dengan demikian, pekerja yang berada pada daerah sinyal 2 dan sinyal 3 berkewajiban memberikan jawaban kepada operator belt conveyor sebagai tanda bahwa pada daerah tersebut dalam kondisi aman.

Safety Device Kelistrikan *Belt Conveyor*

Dalam operasional *belt conveyor*, stabilitas dan kontinuitas sistem sangat berpengaruh dalam proses penambangan yang dilakukan di bawah tanah, diantaranya adalah kelancaran untuk membawa bahan mineral dari hasil penambangan ke permukaan, kelancaran yang dikarenakan tidak adanya gangguan oleh kerusakan *belt conveyor* itu sendiri, ataupun kelancaran yang dikarenakan keamanan dari operasional *belt conveyor*.

Faktor-faktor bahaya yang ditimbulkan karena operasional *belt conveyor* mungkin terjadi. Gas metan yang terkenal sering muncul karena penambangan batubara bawah tanah dapat juga menjadi penyebab bahaya, yaitu ketika terdapat akumulasi gas metan pada suatu daerah penambangan dan operasional *belt conveyor* pada daerah tersebut mengalami slip, sehingga dalam waktu tertentu terjadi gesekan belt dengan kerangka belt yang mengakibatkan terjadinya percikan api, maka dengan konsentrasi mudah meledak, maka bahaya ledakan dapat terjadi. Disamping itu faktor bahaya lainnya juga dapat terjadi, antara lain karena adanya penumpukan bahan material pada bagian head conveyor, kelebihan muatan bahan material dan lain-lain.

Bahaya-bahaya yang disebabkan oleh operasional *belt conveyor* dapat dieliminir sekecil mungkin dengan adanya usaha rekayasa engineering, yaitu usaha yang dilakukan secara teknis untuk mengantisipasi bahaya-bahaya yang akan timbul. Usaha rekayasa engineering dapat dilakukan melalui tindakan pengamanan operasional dengan perencanaan peralatan pengaman secara kelistrikan dengan memperhatikan dan memprediksikan kemungkinan bahaya yang akan terjadi.

Perencanaan pengamanan operasional *belt conveyor* secara kelistrikan memerlukan beberapa peralatan pengaman, seperti : elektroda penumpukan chute, belt

snacking detector, slip detector, sensor suhu, detektor asap, over current load relay, emergency stop dan methan detector.

A. Detektor Penumpukan pada Chute

Dalam penambangan bawah tanah, ekstraksi bahan galian dapat mencapai lokasi yang jauh, sesuai dengan cadangan mineral dan perencanaan penambangan. Karena lokasi yang jauh, maka pemasangan belt conveyor untuk stabilitas dan kontinuitas yang bagus direncanakan secara berjenjang, dikarenakan adanya simpangan lobang maju yang sesuai dengan perkembangan dari penambangan ataupun karena alasan teknis lainnya. Stabilitas dan kontinuitas yang tinggi inilah memungkinkan *belt conveyor* cenderung menurun kualitas komponen-komponen dari konstruksi *belt conveyor*. Dengan perencanaan *belt conveyor* secara berjenjang ini memungkinkan pada bagian tengah ataupun di bagian permukaan mengalami kerusakan, sehingga pada bagian yang rusak tersebut akan tetap menerima tumpahan bahan mineral dari *belt conveyor* pada jenjang sebelumnya, dan akibatnya pada bagian *tail conveyor* yang mengalami kerusakan akan mengalami penumpukan, dan lama-kelamaan bahan mineral akan tumpah. Apabila bahan mineral ini berupa batubara, maka dari tumpukan-tumpukan pada *belt conveyor* yang rusak ini memungkinkan akan timbul akumulasi gas metan karena adanya debu batubara. Dengan demikian penumpukan bahan mineral dapat menimbulkan bahaya.

Bahaya yang ditimbulkan karena adanya penumpukan ini dapat diatasi dengan cara menghentikan *belt conveyor* pada jenjang sebelumnya juga berhenti, demikian terus menerus *belt conveyor* yang dibelakangnya. Adapun cara untuk menghentikan *belt conveyor* pada jenjang sebelumnya digunakan detektor penumpukan pada chute.

Dibawah ini dapat dilihat contoh gambar detektor penumpukan pada chute.



Gambar 10 Detektor Penumpukan Chute

Pada prinsipnya detektor ini menggunakan level controller yang terhubung dengan relay, yang akan memutuskan rangkaian magnetic switch / gate end box apabila terjadi penumpukan bahan mineral yang menyentuh level controller.

B. Belt Snacking Detector

Karena *belt conveyor* digunakan untuk mengangkut bahan mineral, maka karena adanya beban bahan mineral memungkinkan lajunya belt akan melenceng. Dan untuk mengantisipasi agar laju belt tidak semakin melenceng digunakan peralatan pengaman yang disebut dengan *belt snacking detector*. Detektor ini juga sering disebut dengan istilah alat pengendali belt berjalan zig zag. Alat ini digunakan untuk menemukan belt yang melenceng atau miring dan menghentikan *belt conveyor* secara otomatis. Alat ini dipasang pada bagian motor, pada bagian ujung, (head dan tail) dan untuk *belt conveyor* yang panjang di perbanyak unitnya.

Dibawah ini dapat dilihat contoh gambar *belt snacking detector*.



Gambar 11 *Belt Snacking Detector*

Pada prinsipnya detektor ini menggunakan limit switch yang terhubung yang akan memutuskan rangkaian magnetic switch / gate end box apabila terjadi penyimpangan jalannya laju belt.

C. Slip Detector

Sebaik-baiknya peralatan pengaman, apabila tidak dilakukan pemeriksaan dan perawatan rutin maka akan mengakibatkan menurunnya kualitas dalam melakukan pengamanan. Laju belt conveyor diharapkan dapat melaju secara lurus, akan tetapi karena bermuatan memungkinkan akan menyimpang. Penyimpangan ini pada dapat diatasi dengan *belt snacking detector*. Akan tetapi karena penurunan performa pengaman ini akan berdampak laju belt akan semakin menyimpang, sehingga belt akan bersinggungan dengan kerangka konstruksi dan laju belt akhirnya tertahan dan melambat. Karena tertahannya belt, maka beban yang diemban motor listrik akan semakin berat, dan akan mengakibatkan motor listrik terbakar kumparannya. Untuk

mengantisipasi hal tersebut maka diperlukan peralatan pengaman yang disebut dengan *slip detector*. Dibawah ini adalah contoh gambar *slip detector*.



Gambar 12 Slip Detector

Pada prinsipnya detektor ini menggunakan *tention reducer*, yaitu suatu alat yang akan mendeteksi kecepatan *belt conveyor*. Apabila kecepatan yang dideteksi berkurang, maka *tention reducer* ini akan terhubung relay yang akan memutuskan rangkaian magnetic switch / gate end box.

D. Sensor Suhu

Peletakan motor listrik yang menggerakkan *belt conveyor* pada umumnya berdekatan dengan *tention snap pulley*, sehingga kemungkinan akan terjadi kenaikan suhu karena perubahan suhu lingkungan. Disamping itu juga karena motor listrik itu sendiri. Perubahan suhu yang disebabkan panasnya motor listrik, karena beban bahan mineral yang diangkut akan memforsir kerja dari motor listrik yang terus bekerja memutar *belt conveyor* akan panas.

Pada prinsipnya detektor ini menggunakan detektor suhu yang terhubung relay dan memutuskan rangkaian magnetic switch / gate end box apabila nilai setting suhu tercapai.

E. *Smoke Detector /CO Detector*

Smoke detector adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi adanya asap atau yang berupa gas CO. Adapun penempatan detektor ini adalah di dekat motor listrik, ataupun di daerah yang memiliki kecenderungan terdapatnya gas CO.



Gambar 13 Detektor Asap

Pada prinsipnya detektor ini menggunakan detektor asap/CO yang terhubung relay dan memutuskan rangkaian magnetic switch / gate end box apabila nilai setting asap/CO tercapai

F. Thermal Over Load Relay (TOLR)

Relay ini digunakan untuk mengantisipasi adanya beban lebih yang diemban oleh motor listrik. Apabila muatan bahan material melebihi kapasitas daya motor listrik, maka motor listrik akan tetap bekerja dengan beban berat. Dengan beban berat inilah motor akan semakin panas, yang mengakibatkan kumparan pada motor listrik akan terbakar. Untuk mengantisipasi hal ini pada rangkaian magnetic switch / gate end box dipasang thermal over load relay. Dibawah ini adalah gambar TOLR.



Gambar 14 TOLR

Prinsip kerja dari TOLR adalah apabila terjadi beban lebih maka kontak pada TOLR akan memutuskan rangkaian switch magnetic / gate end box.

G. Emergency Stop

Alat ini digunakan untuk memberhentikan *belt conveyor* secara human working pada saat ditemukannya ketidaknormalan. Alat ini dapat berupa signalling key atau tali emergency switch. Untuk signaling key dioperasikan dengan menggunakan kawat sling yang dipasang sepanjang jalur belt conveyor yang dioperasikan dengan cara menarik kawat sling tersebut. Sedangkan tali emergency switch dipasang pada mulut dan sekitar bagian motor juga di bagian tengah, yang dioperasikan dengan cara menarik emergency switch yang tergantung pada tali.



Gambar 15 Tali Emergency Switch

H. Metan Detector

Detektor ini digunakan untuk mendeteksi adanya gas metan. Adapun penempatan metan detector ini ada di bagian chute belt conveyor, karena pada bagian ini terjadi penumpukan batubara yang kemudian akan diangkut pada belt conveyor didepannya.



Gambar 16 Metan Detector

Pada prinsipnya detektor ini menggunakan detektor gas metan yang terhubung relay dan memutuskan rangkaian magnetic switch / gate end box apabila nilai setting akumulasi metan tercapai.

Kelistrikan Belt Conveyor

Pada umumnya lokasi di tambang dalam merupakan daerah operasi yang sangat membutuhkan pengangkutan. Dan daerah pengangkutan yang menggunakan *belt conveyor* di dalam tambang meliputi antara lain : lobang ban utama (*central belt conveyor*), lobang maju, dan lobang buka (*main gate*)

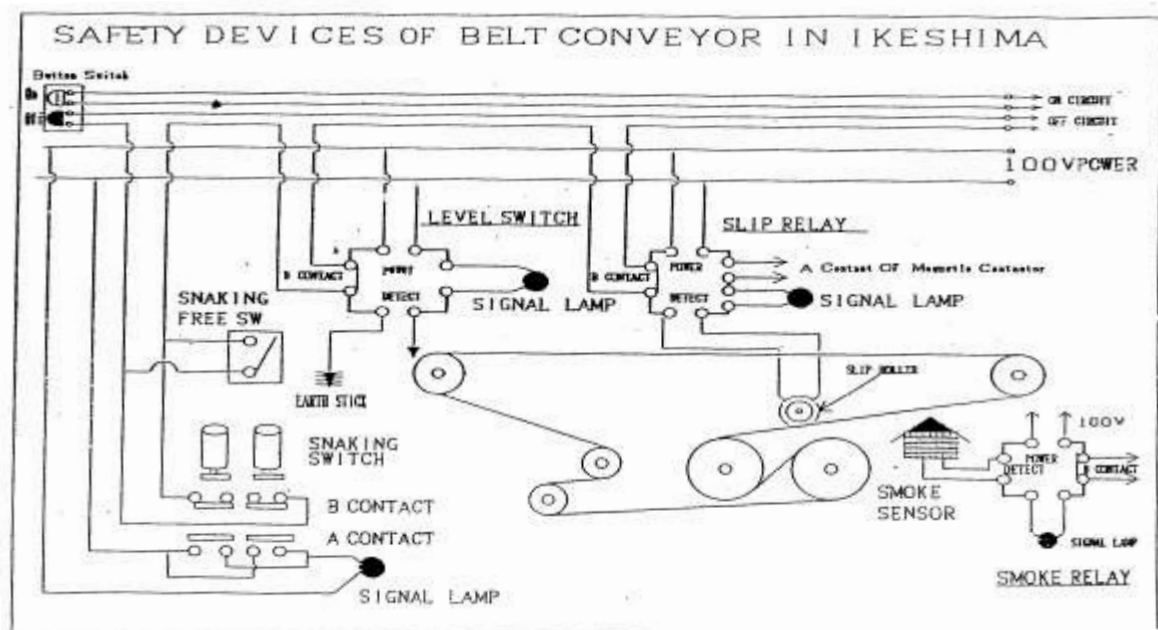
Ukuran mesin dan *belt conveyor* disesuaikan dengan kebutuhan, biasanya pada pengangkutan lobang ban utama diperlukan mesin ukuran besar, karena *belt conveyor* di lobang utama menampung semua bahan galian dari front kerja yang akan dibawa kepermukaan (*face*).

Adapun peralatan listrik yang harus dipersiapkan adalah :

- a. Transformator yang disesuaikan dengan kebutuhan
- b. Magnetic Switch / Gate End Box
- c. Motor Listrik
- d. Kabel
- e. Safety Device

Cara pengoperasian *belt conveyor* di dalam tambang merupakan sistem berurutan, maka cara operasinya juga harus berurutan pula. Maksud dari sistem berurutan ini adalah *belt conveyor* yang paling depan harus dioperasikan dahulu, baru *belt conveyor* dioperasikan kemudian, demikian juga selanjutnya. Sistem berurutan disini bukan hanya pengoperasiannya saja, akan tetapi juga dengan mengakhiri operasinya, yaitu *belt conveyor* yang paling belakang/terakhir terlebih dahulu dimatikan (OFF). Sistem berurutan ini dilakukan dengan maksud untuk tidak terjadi penumpukan di *belt conveyor* yang paling depan.

Dibawah ini adalah gambar diagram sederhana safety device pada belt conveyor.



Gambar 17 diagram sederhana safety device pada belt conveyor

4. KESIMPULAN

Dari rancang bangun sistem kelistrikan belt conveyor pada pertambangan batubara bawah tanah disimpulkan bahwa :

1. Rangkaian sistem komunikasi operasional belt conveyor pada pertambangan batubara bawah tanah sangat diperlukan sebagai antisipasi terjadinya kecelakaan pada saat operasi.
2. Rancang bangun sistem kelistrikan belt conveyor pada pertambangan batubara bawah tanah diperlukan beberapa *safety device* sebagai sarana pemberhentian operasional belt conveyor secara otomatis apabila terjadi penyimpangan operasi.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Kenneth B. Rexford, Electrical Control for Machines, 3rd Edition, Delmar Publishers, Canada, 1987.
2. Walter N. Alerich, ELECTRICITY 4: Motors & Generators, Altenators 4th Edition, Delmar Publishers Inc., New York, 1986
3. Materi Pelajaran pengantar Teknologi Listrik Tambang, PT. Tambang Batubara Bukit Asam (Persero), Divisi Pengembangan Sumber Daya Manusia, LPPT Ombilin, 1995
4. Modul Pembelajaran Kontrol Magnetik, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Direktorat Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2003.