

KAJIAN TEKNIS OPTIMALISASI POMPA PADA SISTEM PENYALIRAN TAMBANG BAWAH TANAH DI PT. CIBALIUNG SUMBER DAYA, PROVINSI BANTEN

Anton Yudi Umsini Putra¹⁾, Ariyanto¹⁾

¹⁾Mahasiswa Magister Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta,
e-mail : antonyudi.umsiniputra@yahoo.com

Abstrak

Dalam menunjang jalannya aktivitas penambangan, maka harus disesuaikan dengan sistem penyaliran tambangnya, sehingga berbagai infrastruktur dibuat untuk mengendalikan air yang mengalir di area penambangan, khususnya di dalam lubang bukaan. Sistem penanganan air di daerah ini lebih diperhatikan karena berhubungan langsung dengan aktivitas penambangan yang selalu bersifat *mobile* (bergerak) dan curah hujan yang tinggi di daerah PT. CSD, sehingga level debit air yang keluar harus berimbang dengan debit air yang masuk ke dalam tambang.

Pompa yang sesuai adalah *Centrifugal Pump*, pompa ini bekerja berdasarkan putaran impeller di dalam pompa. Air yang masuk akan di putar oleh impeller, akibat gaya sentrifugal yang terjadi air akan di lemparkan dengan kuat ke arah lubang pengeluaran pompa. Pompa jenis ini banyak digunakan di tambang, karena dapat melayani air yang berlumpur, kapasitasnya besar, dan perawatannya lebih mudah.

Metodologi pada penelitian, alat dan bahan, tahapan penelitian, analisis data, hambatan penelitian, penyusunan laporan.

Sistem penyaliran tambang yang diterapkan pada daerah blok Cibitung PT. Cibaliung Sumber Daya adalah *mine dewatering* dengan menggunakan 2 pompa utama yang memompa ke permukaan (*surface*), dan 3 pompa pembantu yang menyuplai ke pompa utama. Spesifikasi pompa utama yang digunakan adalah jenis TF 086 dan TF 104, sedangkan pompa pembantu yang digunakan adalah wilden T15 dan gawa.

Pada area CBT_1116, debit air yang masuk pada area CBT_1116 lebih besar di dibandingkan dengan spek pompa wilden yang di gunakan. Dimana ada selisih antara Q masuk dan Q pompa sebesar 1,78 l/d. Hal ini yang menyebabkan daerah CBT_1116 mengalami banjir. SUMP CUDDY 8, air yang masuk ke sump cuddy berasal dari 2 pompa wilden yang berada di CBT_1116 dan CBT_CX_3_1061 dan dari rembesan atas dan rembesan samping yang berada di sepanjang jalur *Dicline* yang di alirkan melalui paritan, di area ini tidak mengalami masalah atau banjir, dikarenakan pompa yang digunakan sudah dapat mengatasi air yang masuk ke dalam sump cuddy. DICLINE, di area dicline Q masuk dan Q pompa mengalami selisih yang cukup besar yaitu 4 l/d, dikarenakan tidak optimalnya pompa gawa yang digunakan. Hal inilah yang menyebabkan area ini mengalami banjir. XC_6_1016_CBT, di area ini juga mengalami masalah yang sama dengan area Dicline. Dimana area ini terjadi selisih Q masuk dan Q pompa sebesar 0,5679 l/d.

Kata Kunci : Sistem Penyaliran, Pompa, Debit Air, Bocoran dan Rembesan

I. Pendahuluan

Dalam melakukan kegiatan penambangan emas, PT. Cibaliung Sumber Daya (CSD) menggunakan sistem penambangan bawah tanah (*underground mining*) dengan metode penambangan gali dan isi (*cut and fill*). PT. Cibaliung Sumber Daya menggunakan sistem tambang bawah tanah (*underground mine*). Kegiatan umum pada tambang bawah tanah diawali dengan pembuatan lubang bukaan *Development*, yang dilanjutkan dengan Peledakan (*Blasting*), Pembersihan (*Scalling*), Penyanggaan (*Supporting*), Pemuatan dan Pengangkutan (*Mucking dan Transporting*) dan Pengisian Lombong (*Back Filling*). Setelah bijih di angkut ke tempat peremukan (*Crushing*) atau ke tempat penampungan (*Stockpile*) maka selanjutnya akan melalui proses pengolahan yaitu Peremukan (*Crushing*), Penggerusan (*Grinding*), Pemisahan (*Screening*),

Klasifikasi, Ekstraksi (*Leaching*) dan yang terakhir Recovery yang akan membentuk *Dore Bullion*. Rencana produksi bijih PT. Cibaliung : 220.000 Ton/tahun dari vein "ore shoots" Cikoneng dan Cibitung dengan *Decline access* melalui Cikoneng Portal.

Dalam menunjang jalannya aktivitas penambangan, maka harus di sesuaikan dengan sistem penyaliran tambangnya, sehingga berbagai infrastruktur dibuat untuk mengendalikan air yang mengalir di area penambangan, khususnya di dalam lubang bukaan. Sistem penanganan air di daerah ini lebih diperhatikan karena berhubungan langsung dengan aktivitas penambangan yang selalu bersifat *mobile* (bergerak) dan curah hujan yang tinggi di daerah PT. Cibaliung Sumber Daya, sehingga level debit air yang keluar harus berimbang dengan debit air yang masuk ke dalam tambang.

II. Metodologi

a. Daur Hidrologi

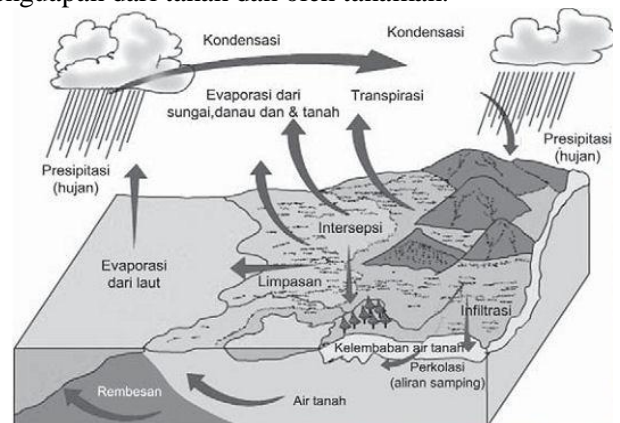
Di bumi terdapat kira-kira sejumlah 1,3-1,4 milyar km³ air: 97,5% adalah air laut, 1,75% berbentuk es dan 0,73% berada di daratan sebagai air sungai, air danau, air tanah dan sebagainya. Hanya 0,001% berbentuk uap di udara. air di bumi ini mengulangi terus menerus sirkulasi – penguapan, presipitasi dan pengaliran keluar (*outflow*). Air menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut, berubah menjadi awan sesudah melalui beberapa proses dan kemudian jatuh sebagai hujan atau salju ke permukaan laut atau daratan. Sebelum tiba di permukaan bumi sebagian langsung menguap ke udara dan sebagian tiba di permukaan bumi. Tidak semua bagian hujan yang jatuh ke permukaan bumi mencapai permukaan tanah. Sebagian akan tertahan oleh tumbuh-tumbuhan dimana sebagian akan menguap dan sebagian lagi akan jatuh atau mengalir melalui dahan-dahan ke permukaan tanah.

Sebagian air hujan yang tiba di permukaan tanah akan masuk ke dalam tanah (*infiltrasi*). Bagian lain yang merupakan kelebihan akan mengisi lekuk-lekuk permukaan tanah, kemudian mengalir ke daerah-daerah yang rendah, masuk ke sungai-sungai dan akhirnya ke laut. Tidak semua butir air yang mengalir akan tiba ke laut. Dalam perjalanan ke laut sebagian akan menguap, dan kembali ke udara. Sebagian air yang masuk ke dalam tanah keluar kembali segera ke sungai-sungai (disebut aliran intra = *interflow*). Tetapi sebagian akan tersimpan sebagai air tanah (*groundwater*) yang akan keluar sedikit demi sedikit dalam jangka waktu yang lama ke permukaan tanah di daerah-daerah yang rendah (*groundwater runoff* = limpasan air tanah).

Jadi sungai itu mengumpulkan 3 jenis air limpasan, yakni limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran intra (*interflow*) dan limpasan air tanah (*groundwater runoff*) yang akhirnya akan mengalir ke laut. Singkatnya ialah : uap dari laut dihembus ke atas daratan (kecuali bagian yang telah jatuh sebagai presipitasi ke laut), jatuh ke daratan sebagai presipitasi (sebagian jatuh langsung ke sungai-sungai dan mengalir langsung ke laut). Sebagian dari hujan atau salju yang jatuh di daratan menguap dan meningkatkan kadar uap di atas daratan. Bagian yang lain mengalir ke

sungai dan akhirnya ke laut. Besarnya komponen-komponen daur hidrologi sangat berbeda-beda dari satu ke lain daerah. Beberapa daerah mempunyai curah hujan yang kecil tetapi mudah menimbulkan banjir pada permukaan, menaikkan tingkat kelembaban dan mudah merembes ke massa tanah yang lebih dalam. Bagian daur hidrologi yang berhubungan dengan presipitasi pada massa tanah pada dasarnya mempunyai 3 komponen utama :

1. Infiltrasi ke dalam tanah dan perkolasi ke tingkat yang lebih dalam di dalam tanah yang menghasilkan penyimpanan air tanah.
2. Limpasan air permukaan dan aliran bawah permukaan tanah ke sungai-sungai.
3. Penguapan dari tanah dan oleh tanaman.



Gambar. Siklus hidrologi (www.uwsp.edu)

b. Curah hujan

Pada sistem tambang bawah tanah, pemilihan suatu sistem penyaliran sedikit dipengaruhi oleh curah hujan, berbeda bila dibandingkan dengan sistem tambang terbuka yang lebih dipengaruhi oleh besar kecilnya curah hujan. Sebagian uap air yang terkondensasi dan jatuh ke bumi atau yang disebut presipitasi (berbentuk hujan, salju, es dan embun) akan meresap masuk ke dalam tanah. Sedangkan sebagian mengisi lekuk-lekuk permukaan tanah kemudian mengalir ke daerah yang rendah. Air hujan yang mempengaruhi secara langsung sistem penyaliran adalah air hujan yang mengalir pada permukaan tanah ditambah dengan sejumlah air yang keluar dari proses infiltrasi.

Dalam menentukan jumlah rata-rata presipitasi pada beberapa bagian permukaan bumi maka faktor-faktor berikut ini, disamping sirkulasi uap air, adalah penting dalam mengendalikan keragaman ruang presipitasi:

1. Garis lintang.

2. Ketinggian tempat.
3. Jarak dari sumber-sumber air.
4. Posisi di dalam dan ukuran massa tanah.
5. Hubungan dengan deretan gunung.

Untuk banyak tujuan 4 unsur berikut ini mencirikan presipitasi yang jatuh pada suatu titik :

1. Intensitas : jumlah presipitasi yang jatuh pada saat tertentu (mm/mnt, cm/jam).
2. Lama hujan : periode presipitasi jatuh (mnt, jam, dll).
3. Frekuensi : ini mengacu pada harapan bahwa suatu presipitasi tertentu akan jatuh pada suatu saat tertentu.
4. Luas areal : luas areal dengan suatu curah hujan yang dapat dianggap sama.

Data curah hujan yang akan dianalisa adalah besar curah hujan harian maksimum dalam satu tahun selama 10 – 20 tahun. Angka tersebut merupakan data kadar (data mentah yang tidak dapat digunakan langsung untuk perhitungan).

Data curah hujan harus data lengkap dalam arti tidak boleh hilang dan data harus homogen dan konsisten. Pengolahan dilakukan dengan metode Gumbels yang didasarkan atas distribusi normal. Beranggapan bahwa distribusi variabel-variabel hidrologi tidak terbatas, maka harus digunakan harga-harga terbesar (harga maksimum)

➤ Periode Ulang Hujan(PUH)

Adalah periode yang menyatakan kemungkinan terjadi tinggi hujan yang sama dengan intensitas yang sama dalam satu kali periode ulang yang ditetapkan.

Penentuan PUH berhubungan dengan faktor resiko dalam perencanaan tambang. Setelah PUH ditetapkan maka dapat dibaca nilai *extreme* dari hujan harian berdasarkan garis regresi yang telah dibuat. Selanjutnya dapat digunakan untuk rancangan intensitas curah hujan. Jika angka tersebut dikorelasikan dengan durasi maka dapat dihitung intensitas

c. Infiltrasi

Infiltrasi adalah proses merembesnya air ke dalam tanah. Kapasitas infiltrasi air hujan dari permukaan ke dalam tanah sangat bervariasi yang tergantung pada kondisi tanah pada saat ini. Disamping itu infiltrasi dapat berubah-ubah sesuai dengan intensitas curah hujan. Kecepatan infiltrasi semacam ini disebut laju infiltrasi. Sedangkan laju infiltrasi maksimum yang terjadi pada kondisi tertentu disebut kapasitas infiltrasi. Faktor-faktor yang

mempengaruhi infiltrasi antara lain ialah : dalamnya genangan diatas permukaan tanah, dantebal lapisan jenuh, kelembaban tanah, penyumbatan ruang antara padatan didalam tanah oleh bahan yang halus, pemampatan oleh manusia atau hewan, struktur tanah, vegetasi dan udara yang terdapat di dalam tanah.

d. Limpasan

Limpasan adalah bagian presipitasi (juga kontribusi air permukaan dan bawah permukaan) yang terdiri atas gerakan gravitasi air dan nampak pada saluran permukaan dari bentuk permanen maupun terputus-putus.

Macam-macam limpasan:

- Limpasan permukaan : bagian limpasan yang melintang di atas permukaan tanah menuju saluran sungai.
- Limpasan bawah permukaan : limpasan ini merupakan sebagian dari limpasan permukaan yang disebabkan oleh bagian presipitasi yang berinfiltrasi ke tanah permukaan dan bergerak secara lateral melalui horizon-horizon tanah bagian atas ke dalam tanah.

Penggambaran hubungan antara presipitasi (P), penguapan (E), limpasan (R), dan perubahan penyimpanan (dS) adalah sebagai berikut

$$P = E + R + dS$$

Besarnya air limpasan adalah besarnya curah hujan dikurangi dengan besarnya penyimpanan dan penguapan. Besarnya air limpasan tergantung pada banyak faktor antara lain jenis presipitasi yaitu air hujan atau air salju, intensitas curah hujan, lamanya hujan, distribusi curah hujan dalam daerah penyaliran, arah pergerakan curah hujan. Faktor yang paling berpengaruh adalah kondisi penggunaan lahan dan kemiringan atau perbedaan ketinggian daerah hulu dan hilirnya.

Penentuan besarnya air limpasan maksimum ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Keterangan :

Q = debit air, m³/dt

C = koefisien limpasan

I = intensitas curah hujan, mm/jam

A = luas penangkap hujan, km²

Koefisien limpasan (C) adalah bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besar air limpasan terhadap besarnya curah hujan. Adapun cara menentukan koefisien limpasan adalah:

- a. Tentukan curah hujan rata-rata dalam suatu daerah.

b. Ubah nilai curah hujan dalam satuan mm/tahun.

c. Hitung jumlah air yang mengalir pada tahun t, dengan cara mencatat rata-rata debit bulanan.

Hitung volume total curah hujan dalam tangkapan hujan dengan cara mengalikan luas area yaitu :

$$\text{Volume } P = \frac{P}{1000} \cdot A$$

Keterangan :

P = Jumlah curah hujan, mm/tahun.

A = Luas area, m².

Sehingga koefisien limpasan (C) adalah:

$$c = \frac{d. 86400 \cdot Q}{P/100 \cdot A}$$

Keterangan :

C = koefisien limpasan.

Q = debit air per bulan, m³/detik.

P = curah hujan rata-rata selama 1 tahun.

A = luas area, m².

Waktu terkumpulnya air dihitung dengan menggunakan rumus Kirpich :

$$t_c = 0,0195 \cdot L^{0,77} \cdot S^{-0,382}$$

Keterangan :

t_c = waktu terkumpulnya air, menit.

L = jarak titik terjauh sampai tempat berkumpulnya

air, m.

S = beda ketinggian.

Faktor yang mempengaruhi limpasan dapat dibagi dalam 2 (dua) kelompok yaitu:

Faktor Meteorologi dan faktor fisik daerah pengaliran. Yang termasuk dalam faktor Meteorologi adalah : jenis presipitasi, intensitas curah hujan, lama hujan, distribusi curah hujan, kelembaban tanah suhu dan angin. Sedangkan yang termasuk faktor fisik daerah pengaliran adalah : luas daerah, tata guna lahan, keadaan topografi, jenis tanah dan saluran penirisan

e. Sistem penyaliran

Pengertian penyaliran adalah suatu usaha untuk mencegah, mengeringkan dan mengeluarkan air yang menggenangi suatu daerah tertentu. Penirisan tambang adalah penirisan yang diterapkan di daerah penambangan yang bertujuan untuk mencegah masuknya air atau mengeluarkan air yang telah masuk menggenangi daerah penambangan yang dapat mengganggu aktivitas penambangan. Sistem penyaliran yang ada di lokasi tambang bawah tanah (*Underground Mining*) dilaksanakan karena akumulasi air di

dalam tambang yang harus dikeluarkan. Tujuan penyaliran tambang adalah :

- Mencegah terjadinya korosi pada peralatan tambang.
- Mencegah terjadinya akumulasi (genangan) air di dalam tambang.
- Menciptakan kondisi kerja yang aman dan nyaman di dalam tambang.

Secara hidrologi air dibawah permukaan tanah dapat dibedakan menjadi air pada daerah tak jenuh dan air pada daerah jenuh. Daerah tidak jenuh air umumnya terdapat pada bagian teratas dari lapisan tanah dan dicirikan oleh gabungan tiga fasa, yaitu :

- Fase padat (material atau butiran padatan).
- Fase cair (air adsorpsi, air kapiler dan air infiltrasi).
- Fase gas.

Daerah ini dipisahkan dari daerah jenuh air oleh jaringan kapiler. Daerah jenuh merupakan bagian dibawah zona tak jenuh. Air yang terdapat pada zona atau daerah jenuh inilah yang disebut "*Ground Water*".

Air Bawah Permukaan

a. Air Tanah dalam Batuan

Akumulasi air dan kapasitas transport dari suatu formasi ditentukan oleh porositas. Porositas adalah sebagai perbandingan volume pori-pori terhadap volume total.

Ada dua jenis porositas yaitu :

- Porositas primer, yaitu porositas yang telah ada pada waktu pembentukan dan konsolidasi batuan.
- Porositas sekunder, yaitu porositas yang dihasilkan dari tekanan tektonik yang menyebabkan retakan dan saluran-saluran karena pelarutan yang membentuk jalur-jalur aliran.

Porositas menentukan kapasitas memuat atau mengantarkan air (*permeable*) dari suatu formasi batuan. Batuan vulkanik mempunyai porositas primer yang sangat rendah, tetapi rekahan-rekahan dan *joint* serta bidang-bidang perlapisan adalah saluran utama dari gerakan air pada zona ini. Permeabilitas akan sangat ditentukan dan tergantung pada tingkat keretakannya

b. Kualitas Air

Dinyatakan dalam istilah kuantitas dan jenis-jenis garam yang larut didalamnya. Pentingnya faktor-faktor tersebut karena alasan sebagai berikut :

- Kerusakan pada peralatan penyaliran karena korosi.
- Efek yang merugikan pada peralatan tambang.
- Kerusakan pada sistem penyangga dalam tambang.
- Dari aspek lingkungan dengan memompakan sejumlah besar air ke sistem penyaliran umum daerah tersebut.

Pada umumnya korosi bertambah dengan berkurangnya nilai pH dan bila pH turun < 6,5 sebaiknya dilakukan penyelidikan.

c. Sumber Air Tanah

Hampir semua air tanah adalah dibentuk dari presipitasi. Air yang terdapat dalam batuan selama pembentukannya dan terjebak didalamnya sering berkadar garam tinggi. Presipitasi air menjadi air tanah dengan infiltrasi dan perkolasi dan mengisi kembali air tanah yang ada didaerah dimana muka air tanahnya tinggi. Tanah yang permeabilitasnya tinggi dan batuan kartstik cenderung mempunyai laju pengisian kembali yang tinggi. Di daerah dimana muka air tanah sangat dalam (puluhan meter), sedikit atau tak ada pengisian yang dapat diharapkan dengan cara perkolasi secara langsung. Didaerah seperti ini rembesan dari danau-danau dan sungai-sungai adalah satu-satunya sumber pengisian kembali air. Daerah-daerah oleh aliran bawah tanah melalui akifer-akifer yang sangat porous.

Air tanah Lebih dari 98 % dari semua air di atas bumi tersembunyi di bawah permukaan dalam pori-pori batuan dan bahan-bahan butiran. Dua persen sisanya adalah apa yang kita lihat di danau, sungai dan reservoir). Jumlah air tanah yang besar memerankan peranan penting dalam sirkulasi air alami. Asal-muasal air tanah juga dipergunakan sebagai konsep dalam menggolongkan air tanah ke dalam 4 macam yang jelas, yaitu

1. Air meteorik

Air ini berasal dari atmosfer dan mencapai mintakat kejenuhan baik secara langsung maupun tidak langsung dengan :

- a. Secara langsung oleh infiltrasi pada permukaan tanah
- b. Secara tidak langsung oleh perembesan influen (dimana kemiringan muka air tanah menyusup di bawah aras air permukaan kebalikan dari efluen) dari danau, sungai, saluran buatan dan lautan.
- c. Secara langsung dengan cara kondensasi uap air (dapat diabaikan)

2. Air juvenil

Air ini merupakan air baru yang ditambahkan pada mintakat kejenuhan dari kerak bumi yang dalam. Selanjutnya air ini dibagi lagi menurut sumber spesifiknya ke dalam :

- a. air magmatik.
 - b. air gunung api dan air kosmik (yang dibawa oleh meteor).
3. Air diremajakan (*rejuvenated*).

Air yang untuk sementara waktu telah dikeluarkan dari daur hidrologi oleh pelapukan, namun ke daur lagi dengan proses-proses metamorfisme, pemadatan atau proses-proses yang serupa.

4. Air konat

Air yang dijebak pada beberapa batuan sedimen atau gunung pada saat asal mulanya. Air tersebut biasanya sangat termineralisasi dan mempunyai salinitas yang lebih tinggi dari pada air laut.

Air tanah ditemukan pada formasi geologi permeabel (tembus air) yang dikenal dengan akifer (juga disebut reservoir air tanah, formasi pengikat air, dasar-dasar yang tembus air) yang merupakan formasi pengikat air yang memungkinkan jumlah air yang cukup besar untuk bergerak melaluinya pada kondisi lapangan yang biasa. Air tanah juga ditemukan pada akiklud (atau dasar semi permeabel) yang mengandung air tetapi tidak mampu memindahkan jumlah air yang nyata (seperti tanah liat). Kondisi alami dan distribusi akifer, akiklud dan akuitard dikendalikan oleh lithologi, stratigraphi dan struktur dari materi simpanan geologi dan formasi. Lithologi merupakan susunan fisik dari simpanan geologi. Susunan ini termasuk komponen mineral, ukuran butir, dan kumpulan butir (*grain packing*) yang terbentuk dari sedimentasi atau batuan yang menampilkan sistem geologi. Stratigrafi menjelaskan hubungan geometris dan umur antara macam-macam lensa, dasar dan formasi dalam geologi sistem dari asal terjadinya sedimentasi. Bentuk struktur seperti pecahan, retakan, lipatan dan patahan merupakan sifat-sifat geometrik dari sistem geologi yang dihasilkan oleh perubahan bentuk (deformasi) akibat proses penyimpanan (deposisi) dan proses kristalisasi dari batuan. Pada simpanan yang belum terkonsolidasi (*unconsolidated deposits*) lithologi dan stratigraphi merupakan pengendali yang paling penting.

Ada tiga tipe akifer utama :

1. Akifer tidak tertekan

Akifer ini (disebut juga bebas, freatik atau *non-artesis*) batas-batas atasnya adalah muka air tanah. Kelengkungan dan kedalaman muka air tanah beragam tergantung pada kondisi-kondisi permukaan, luas pengisian kembali, debit, pemompaan dari sumur, permeabilitas, dan lain-lain.

2. Akifer tertekan

Akifer ini disebut juga akifer artesis atau akifer tekanan dimana air tanah tertutup antara dua strata yang relatif kedap air. Airnya ada di bawah tekanan dan bagian atasnya dibatasi oleh permukaan piezometrik. Jika suatu sumur dimasukkan dalam akifer ini, aras air akan naik sampai aras piezometrik dan akan membentuk suatu sumur yang mengalir.

3. Akifer melayang

Akifer ini merupakan kasus khusus dari akifer terbatas yang terjadi dimana tubuh utama air tanah oleh stratum yang relatif terdapat air dengan luas yang kecil.

4. Akifer semi tertekan

Akifer ini merupakan kasus khusus akifer bertekanan yang dibatasi oleh lapisan-lapisan semi-permeabel.

➤ Beberapa parameter akifer :

1. Koefisien simpanan

Koefisien simpanan diberi batas sebagai volume air yang akan dilepaskan (atau diambil) oleh akifer ke dalam simpanan persatuan luas permukaan akifer dan per satuan perubahan tinggi.

2. Permeabilitas

Merupakan suatu ukuran kemudahan aliran melalui suatu media porous. Permeabilitas selain ditentukan oleh karakteristik mineral yang membentuk akifer juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti temperatur, udara, komposisi ion dalam air.

➤ Debit air tanah

Disamping parameter-parameter lain, permeabilitas merupakan salah satu parameter yang perlu diperhitungkan. Secara umum permeabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan suatu fluida bergerak melalui rongga pori massa batuan.

Pompa dan Pemipaan

Untuk mengalirkan cairan atau fluida dari suatu tempat ke tempat lain, maka pompa harus mengatasi sejumlah head. Head

total pompa yang harus disediakan untuk mengalirkan cairan atau fluida seperti yang direncanakan dapat ditentukan dari kondisi instalasi pipa yang akan dilayani oleh pompa.

Pompa berfungsi untuk mengeluarkan air dalam tambang. Sesuai dengan prinsipnya, pompa di bedakan atas :

1. Reciprocating Pump

Bekerja berdasarkan torak maju mundur secara *horizontal* di dalam selinder. Keuntungan jenis ini adalah efisien untuk kapasitas kecil dan umumnya dapat mengatasi kebutuhan energi (julung) yang tinggi. Kerugiannya adalah beban yang berat serta perlu perawatan yang teliti. Pompa jenis ini kurang sesuai untuk air berlumpur karena katup pompa akan cepat rusak. Oleh karena itu jenis pompa ini kurang sesuai digunakan untuk tambang.

2. Centrifugal Pump

Pompa ini bekerja berdasarkan putaran impeller di dalam pompa. Air yang masuk akan di putar oleh impeller, akibat gaya sentrifugal yang terjadi air akan di lemparkan dengan kuat ke arah lubang pengeluaran pompa. Pompa jenis ini banyak digunakan di tambang, karena dapat melayani air yang berlumpur, kapasitasnya besar, dan perawatannya lebih mudah.

3. Axial Pump

Pada pompa axial, zat cair mengalir pada arah axial (sejajar poros) melalui kipas. Umumnya bentuk kipas menyerupai baling-baling kapal. Pompa ini digunakan untuk julung yang rendah.

Dalam pemompaan di kenal istilah julung (*head*), yaitu energi yang diperlukan untuk mengalirkan sejumlah air pada kondisi tertentu. Semakin besar debit air yang dipompa, maka head juga akan semakin besar. *Head* total pompa untuk mengalirkan sejumlah air seperti yang di rencanakan dapat di tentukan dari kondisi instalasi yang akan di layani oleh pompa tersebut. H_s (*Static Head*) adalah energi yang diakibatkan karena adanya perbedaan tinggi antara permukaan fluida dengan pusat pompa. *Static head* terdiri dari 2 jenis yaitu : 1. *Static Suction Lift* (SL) Adalah jarak pusat pompa dengan permukaan fluida yang akan dihisap, dimana posisi pompa lebih tinggi daripada permukaan fluida. 2. *Static Suction Head* (SH) Adalah jarak pusat Pompa dengan permukaan fluida yang akan dialirkan, dimana posisi

pompa lebih rendah daripada permukaan fluida. Sehingga julang total pompa dapat dituliskan sebagai berikut :

$$H = h_s + h_p + H_f \frac{V^2}{2g}$$

Keterangan :

h = head total pompa (m)

h_s = head statis pompa (m)

h_p = beda head tekanan pada head kedua permukaan air (m)

h_f = head untuk mengatasi berbagai hambatan pada pompa dan pipa (m), meliputi head gesekan pipa, serta head belokan dll.

$V^2/2g$ = head kecepatan m

Perhitungan berbagai julang pada pemompaan :

a) Head statis (h_s)

$$h_s = h_2 - h_1$$

Keterangan : h_1 = elevasi sisi isap (m)

h_2 = elevasi sisi keluar (m)

b) Head tekanan (h_p)

$$h_p = h_{p2} - h_{p1}$$

Keterangan : h_{p1} = julang tekanan pada sisi isap

h_{p2} = julang tekanan pada sisi keluaran

c) Head gesekan (h_f)

$$h_{f1} = f \cdot \frac{LV^2}{2Dg}$$

keterangan : f = koefisien gesekan (tanpa satuan)

V = kecepatan aliran dalam pipa (m/detik)

L = panjang pipa (m)

D = diameter pipa (m)

g = kecepatan gravitasi bumi (m/detik)

atau dapat juga menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$HT = HST + HDV = H_0 + \frac{V^2}{2g}$$

Keterangan :

HT = Head total pompa (m)

HST = Head statis total (m)

H_0 = Merupakan perbedaan tinggi antara muka air disisi keluar dengan di sisi isap. Tanda (+) dipakai apabila muka air disisi keluar lebih tinggi dari pada sisi isap (m)

HDV = Head dinamis, merupakan penjumlahan dari berbagai head kerugian.

Cara Pengendalian/Penyaliran

Penanganan masalah air dalam tambang dapat di bedakan menjadi dua yaitu :

1. Mine drainage

Merupakan upaya untuk mencengah masuknya air ke daerah penambangan. Hal ini umumnya dilakukan untuk penanganan air tanah dan air yang berasal dari sumber air permukaan. Cara yang biasa digunakan untuk mencengah air permukaan adalah dengan membuat saluran/paritan sekeliling tambang atau lantai jenjang. Untuk air tanah dapat di cengah dengan menggunakan beberapa metode penyaliran antara lain :

a. Metode Siemens

Pada setiap jenjang dari kegiatan penambangan dipasang pipa ukuran 8 inch, di setiap pipa tersebut pada bagian ujung bawah diberi lubang-lubang, pipa yang berlubang ini berhubungan dengan air tanah, sehingga di pipa bagian bawah akan terkumpul air, yang selanjutnya dipompa ke atas secara seri dan selanjutnya dibuang.

b. Metode Elektro Osmosis

Bilamana lapisan tanah terdiri dari tanah lempung, maka pemompaan sangat sulit diterapkan karena adanya efek kapilaritas yang disebabkan oleh sifat dari tanah lempung itu sendiri. Untuk mengatasi hal tersebut, maka diperlukan cara elektro osmosis. Pada metode ini digunakan batang anoda serta katoda. Bila elemen-elemen ini dialiri listrik, maka air pori yang terkandung dalam batuan akan mengalir menuju katoda (lubang sumur) yang kemudian terkumpul dan dipompa keluar.

c. Metode kombinasi dengan lubang bukaan bawah tanah

Dilakukan dengan membuat lubang bukaan mendatar didalam tanah guna menampung aliran air dari permukaan. Beberapa lubang sumur dibuat untuk menyalurkan air permukaan kedalam terowongan bawah tanah tersebut. Cara ini cukup efektif karena air akan mengalir sendiri akibat pengaruh gravitasi sehingga tidak memerlukan pompa.

2. Mine dewatering

Merupakan upaya untuk mengeluarkan air yang telah masuk ke daerah penambangan. Upaya ini terutama untuk menangani air yang berasal dari air hujan. Beberapa metode penyaliran *mine dewatering* adalah sebagai berikut :

a. Sistem sumuran (*sump*)

Sistem ini diterapkan untuk membuang air yang telah masuk ke daerah

penambangan. Air di kumpulkan pada sumuran (*sump*), kemudian di pompa keluar keluar.

b. Sistem paritan

Penyaliran dengan cara paritan ini merupakan cara yang paling mudah dengan pembuatan paritan (saluran) pada lokasi penambangan. Pembuatan paritan ini bertujuan untuk menampung air limpasan yang menuju lokasi penambangan. Air air limpasan akan masuk ke saluran-saluran yang di alirkan ke suatu kolam penampung atau di buang langsung ketempat pembuangan dengan memanfaatkan gaya gravitasi.

III. Hasil dan Pembahasan

Hasil

Sistem penyaliran tambang yang diterapkan pada daerah blok Cibitung PT. Cibaliung Sumber Daya adalah *mine dewatering* dengan menggunakan 2 pompa utama yang memompa ke permukaan (*surface*), dan 3 pompa pembantu yang menyuplai ke pompa utama. Spesifikasi pompa utama yang digunakan adalah jenis TF 086 dan TF 104, sedangkan pompa pembantu yang digunakan adalah wilden T15 dan gawa.

Sistem Penambangan

Pada penambangan emas yang dikelola oleh PT. Cibaliung Sumber Daya. Sistem penambangan yang diterapkan adalah sistem penambangan bawah tanah dan metode yang digunakan adalah *Cut and Fill* yaitu penambangan yang diikuti oleh penyanggaan serta pengisian butiran atau waste pada bekas lubang penggalian. Adapun kegiatan penambangan yang dilakukan disini adalah pembuatan lubang-lubang bukaan, penggalian *ore*, pengangkutan dan pemuatan serta pengolahan dan reklamasi. Selain itu ada sarana penunjang penambangan, yaitu : penyanggaan, ventilasi tambang, dan penyaliran tambang.

Peninjauan sistem penyaliran yang diterapkan di Cibitung dilakukan dengan memperhatikan daerah penambangan, koefisien limpasan dan debit limpasan, sehingga dapat digunakan untuk mengkaji kembali sistem penyaliran yang telah ada.

Kondisi Daerah Penambangan.

Pada kegiatan penambangan di Cikoneng dan Cibitung keberadaan penyaliran sangat penting. Dikarenakan air yang masuk ke dalam area tambang sangat melimpah. Air yang masuk ke dalam area tambang berasal dari air hujan, air tanah, air *filling* dan air

pemboran. Air tanah merupakan air yang paling banyak masuk ke area tambang dikarenakan banyaknya keterdapatannya kekar pada batuan.

Untuk mengatasi air yang masuk kedalam tambang, maka dibuatlah sistem penyaliran tambang. Hal ini digunakan untuk mengatasi air tanah yang tergenang di daerah Penambangan atau *Heading* agar daerah penambangan dapat aman bagi para pekerja. Dari hasil peninjauan yang dilakukan di Cibitung ada kondisi kerja yang masih terlalu berlumpur dan ada yang sampai banjir, sehingga mempersulit para pekerja untuk melakukan aktivitas penambangan.



Gambar. Banjir di daerah *Decline*

Kajian Sistem Penyaliran.

Sistem penyaliran tambang di PT. Cibaliung Sumber Daya menggunakan metode *Mine dewatering*. Yaitu air yang ada pada *Heading* dan *Decline* dipompa ke *Sump Cuddy* kemudian dari *Sump Cuddy* di Pompa ke *Pump Station* (Truflo) dan dari *Pump Station* di pompa ke luar ke permukaan. Pompa yang digunakan adalah Pompa pneumatik dan pompa listrik KW 11. Pompa angin dapat memompa debit air 6 liter/detik dan pompa listrik yang 11 KW dengan kapasitas pompa 10 liter/detik .

Pompa

Pemompaan dilakukan karena air yang berada pada *Decline* dan *Heading* tidak dapat dialirkan dengan memanfaatkan gravitasi sehingga untuk mengalirkan air yang ada pada *Heading* harus dilakukan pemompaan. Analisis yang dilakukan berkaitan dengan spesifikasi Pompa untuk mengalirkan air yang berada pada *Decline* dan *Heading*.

Spesifikasi pompa yang di gunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 data spesifikasi pompa

Tipe Pompa	Kecepatan Aliran	Head Pompa	Diameter Pipa
Truflor 86	14 L/Second	360 m	6 inch
Truflor 104	20 L/Second	240 m	5 inch
Gawa pump 11 kw	10 L/Second	25 m	4 inch
Wilden T15	6 L/Second	15 m	3 inch



Gambar. Wilden pump sedang beroperasi di 1116 Cibitung

Debit Air Di Semua Area

Alat – alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- ✓ Wadah 20 liter
- ✓ Wadah 250 ml
- ✓ Stop watch.
- ✓ Alat-alat tulis;bolpoin, pensil, form pemantauan kinerja pompa.

Berikut adalah data debit air yang didapatkan pada blok Cibitung tanggal 6 Desember 2013 :

Tabel . Data pengukuran Rembesan atas dan Rembesan samping area banjir

Lokasi	Rembesan Atas (↓)	Rembesan Samping (↘)	Jumlah (↓)	Jumlah (↘)
1116	20L/7mnt,25det	250ml/18det	166	16
Diclina	20L/5mnt,29det	250ml/12det	155	18
C_X 6 1016	20L/8mnt,15det	250ml/19det	122	12

Tabel. data pengukuran debit air yang masuk ke truflor MB. 9 dengan menggunakan wadah 20 liter

Tipe dan Lokasi Pompa	Waktu Pengambilan Sampel				
	I	II	III	IV	V
Gawa pump Diclina	2.86	3.57	3.55	3.78	3.86
Gawa pump XC_6_1016	4.98	4.42	5.01	3.75	4.22

Tabel. data pengukuran debit air yang masuk ke truflor XC_5 dengan menggunakan wadah 20 liter

Tipe dan Lokasi Pompa	Waktu Pengambilan Sampel				
	I	II	III	IV	V
Gawa pump Sump cuddy 8	3.01	2.30	2.45	2.37	2.01

Tabel. data pengukuran debit air yang keluar ke surface dengan menggunakan wadah 20 liter

Tipe dan Lokasi Pompa	Waktu Pengambilan Sampel				
	I	II	III	IV	V
Truflor 86 MB. 9	1.61	1.44	1.67	1.2	1.35
Truflor 104 XC_5	1.27	1.20	1	1.17	1.4

Luasan Area Banjir

Tabel. data pengukuran area yang di genangi air

Lokasi	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Tinggi air (cm)	Luas Area (m ²)	Luas Area Banjir (m ³)
1116	8,3	5	5	55	207,5	22,8
Diclina	9,2	4,2	4,8	70	199,9	27,1
CX_6_1016	6,1	5	5	25	152,5	7,6
Sump cuddy	1,5	1,5	1	46	2,25	1,04

Pembahasan

Hasil analisa dan perhitungan untuk mendapatkan nilai Q dan pompa yang sesuai untuk mengatasi air yang masuk pada blok Cibitung dengan menghitung Q yang masuk dan Q yang keluar.

Perhitungan Debit Air Yang Masuk dan Keluar Di Blok Cibitung

Alat – alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- ✓ Wadah 20 liter 1.
- ✓ Wadah 250 mili liter 1
- ✓ Stop watch.
- ✓ Alat-alat tulis;bolpoin, pensil, form pemantauan

Air Masuk

Air yang masuk ke dalam area tambang berasal dari 3 lokasi dengan debit air yang bervariasi, data debit air diambil dari rembesan atas dan rembesan samping yang ada pada area banjir.

Tabel. Jumlah debit (Q) air yang masuk

Lokasi	Rembesan Atas (↓)	Rembesan samping (↘)	Jumlah (↓)	Jumlah (↘)	Q Masuk
CBT_1116	0,045 L/det	0,013889 L/det	166	16	7,7 L/det
CBT_Diclina	0,06 L/det	0,020833 L/det	155	18	9,68 L/det
CBT_CX6_1016	0,04 L/det	0,013158 L/det	122	12	8,09 L/det

Debit Pompa (Q)

Debit pompa diukur dari debit air yang keluar dari pompa yang digunakan. Lokasi pengambilan debit pompa berada di pompa Tru Flo 86 dan Tru Flo 104.

Tabel. Jumlah debit (Q) Pompa

Lokasi	Jenis Pompa	Q Pompa	Head Loss	Head Eff
CBT_1116	Wilden T15	5,92L/det	0,08 L/det	6,08 L/det
Sump cuddy 8	Gawa	8,24 L/det	1,76 L/det	11,76 L/det
CBT_Diclina	Gawa	5,68 L/det	4,32 L/det	14,32 L/det
CBT_CX6_1016	Gawa	4,47 L/det	5,53 L/det	15,53 L/det

Pada CBT_1116 Debit air yang masuk dari rembesan atas dan rembesan samping sebesar 7,7 L/det. Sedangkan, pompa wilden hanya memompa sebesar 5,92 L/det sehingga ada selisih antara air yang masuk dengan debit pompa wilden sebesar 1,78 L/det. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya banjir di area CBT_1116.

Air yang masuk ke *sump cuddy* berasal dari 2 pompa wilden yang berada di CBT_1116 dan CBT_CX_3_1061 dan dari bocoran dan rembesan yang berada di sepanjang jalur *Dicline* yang di alirkan melalui paritan. Berdasarkan perhitungan debit pompa Air yang dipompa dari *sump cuddy* ke bak penampungan Truflo sebesar 8,24 L/det, sedangkan air yang masuk 8,09 L/det. Artinya bahwa pompa yang digunakan sudah dapat mengatasi air yang masuk ke dalam *sump cuddy*.

Berdasarkan spesifikasi pompa Gawa 11 kw, jika pompa bekerja secara optimal maka akan memompa air sebesar 10 L/det. Berdasarkan perhitungan rembesan atas dan rembesan samping menghasilkan 9,68L/det air yang masuk kedalam area *Dicline* CBT. Apabila hal ini berjalan sesuai dengan spesifikasi pompa, maka tidak terjadi banjir di dalam *Dicline* CBT. Akan tetapi berdasarkan perhitungan Debit Pompa (Q) hanya menghasilkan 5,68 L/det, sehingga ada selisih sebesar 4,00 L/det. Hal ini yang menyebabkan terjadinya banjir di dalam *Dicline* CBT.

Berdasarkan spesifikasi pompa Gawa 11 kw, jika pompa bekerja secara optimal maka akan memompa air sebesar 10 L/det. Berdasarkan perhitungan rembesan atas dan rembesan samping menghasilkan 5,0379L/det air yang masuk kedalam area XC_6_1016_CBT. Apabila hal ini berjalan sesuai dengan spesifikasi pompa, maka tidak terjadi banjir di dalam XC_6_1016_CBT. Akan tetapi berdasarkan perhitungan Debit Pompa (Q) hanya menghasilkan 4,47 L/det, sehingga ada selisih sebesar 5,53 L/det. Hal ini yang menyebabkan terjadinya banjir di dalam XC_6_1016_CBT.

Total air yang dipompa dari setiap *Heading* dan *sump cuddy* blok cibitung :

$$8,24 + 5,68 + 4,47 = 18,39 \text{ L/det}$$

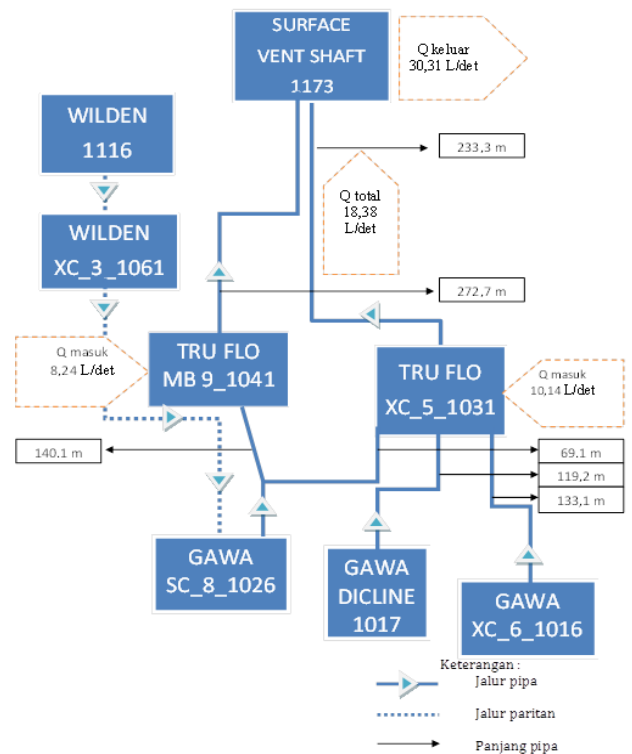
Air Keluar

Tabel. Jumlah debit (Q) yang keluar dari pompa utama

Lokasi	Tipe Pompa	Q Pompa
MB_9_1041	Truflo 086	13,76 L/det
XC_5_1031	Truflo 104	15,56 L/det

Total air yang keluar dari blok Cibitung :
 $16,56 + 13,76 = 30,31 \text{ L/det}$

Air yang masuk ke dalam kedua pompa utama, berasal dari pompa pembantu yang diletakan di *heading* dan *sump cuddy*. Data debit pompa diambil di permukaan tanah (*surface*), nilai debit yang di dapatkan adalah 30,31 L/det dengan jeda waktu pompa hingga pompa penuh . Jika dilihat dari spek pompa, maka pompa utama ini sudah bekerja optimal. Karena pompa dapat memompa lebih besar dari air yang masuk ke dalam pompa sebesar 18,39 L/det. Sehingga tidak ada masalah pada pompa utama.



Gambar 4.3
Sisitem Penyaliran di Blok Cibitung

IV. PENUTUP

Kesimpulan

Setelah melalui hasil dan pembahasan, maka penulis mengambil beberapa kesimpulan :

A. CBT_1116

Debit air yang masuk pada area CBT_1116 lebih besar di dibandingkan dengan

spek pompa wilden yang di gunakan. Dimana ada selisih antara Q masuk dan Q pompa sebesar 1,78L/det. Hal ini yang menyebabkan daerah CBT_1116 mengalami banjir.

B. *SUMP CUDDY* 8

Air yang masuk ke berasal dari 2 pompa wilden yang berada di CBT_1116 dan CBT_CX_3_1061 dan dari rembesan atas dan rembesan samping yang berada di sepanjang jalur *Dicline* yang di alirkan melaui paritan, debit air yang masuk ke Sump dari CBT_CX_3 dan sepanjang jalur *dicline* sebesar 2,17 L/det. Di area ini tidak mengalami masalah atau banjir, dikarenakan debit air yang masuk 8,09 L/det dan yang di pompakan 8,24 L/det. Berarti Pompa yang digunakan sudah dapat mengatasi air yang masuk ke dalam *sump cuddy*.

C. *DICLINE*

Di area *dicline* Q masuk dan Q pompa mengalami selisih yang cukup besar yaitu 4 L/det, dikarenakan tidak optimalnya pompa gawa yang digunakan. Hal inilah yang menyebabkan area ini mengalami banjir.

D. XC_6_1016_CBT

Di area ini juga mengalami masalah yang sama dengan area *Dicline*. Dimana area ini terjadi selisih Q masuk dan Q pompa sebesar 0,5679L/det.

Total air yang masuk melalui rembesan atas (↓) dan rembesan samping (↘) di area 1116, *dicline*, *sump cuddy* dan XC_6 :

$$7,7 + 9,68 + 5,0379 + 2,17 = \mathbf{24,5879 \text{ L/det}}$$

Total air yang dipompa dari setiap *Heading* dan *sump cuddy* blok cibitung :

$$8,24 + 5,68 + 4,47 = \mathbf{18,39 \text{ L/det}}$$

dari data diatas dapat disimpulkan bahwa debit air yang keluar dari pompa-pompa

pembantu lebih kecil dibandingkan dengan debit air yang masuk kedalam blok Cibitung. Dalam hal ini pompa yang digunakan kurang optimal dalam manangani air yang masuk. Hal ini yang menyebabkan banjir di daerah *Heading*.

Saran

Saran yang dapat penulis berikan, adalah :

- Area CBT_1116, *Dicline* dan XC_6_1016_CBT untuk mengatasi banjir di ketiga area tersebut Perusahaan harus merubah instalasi pompa atau menambah 1 unit pompa dengan jenis yang sama.
- Perlunya pengamatan secara rutin terhadap jumlah air yang masuk ke area banjir agar sistem penirisan dapat berfungsi secara optimal, sehingga kegiatan penambangan dapat berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

Sosrodarsono Suyono dan Takeda Kensaku "Hidrologi Untuk Pengairan" Jakarta, Indonesia, 2003.

Kiyotoka Mori, dkk "Manual on Hidrology" Tokyo, k Jepang, 1976.

Powers, J. Patrick "Construction Dewatering : New Methods and Applications", Wiley Jhon & Sons, inc, New York, 1992.

Sularso dan Tahara Haruo "Pompa & Kompresor" Bandung, Indonesia dan Tokyo, Jepang, 1983.

Gautama Sayoga. "Penirisan (Drainage) Di Tambang Terbuka, Bandung, Indonesia, 1990.