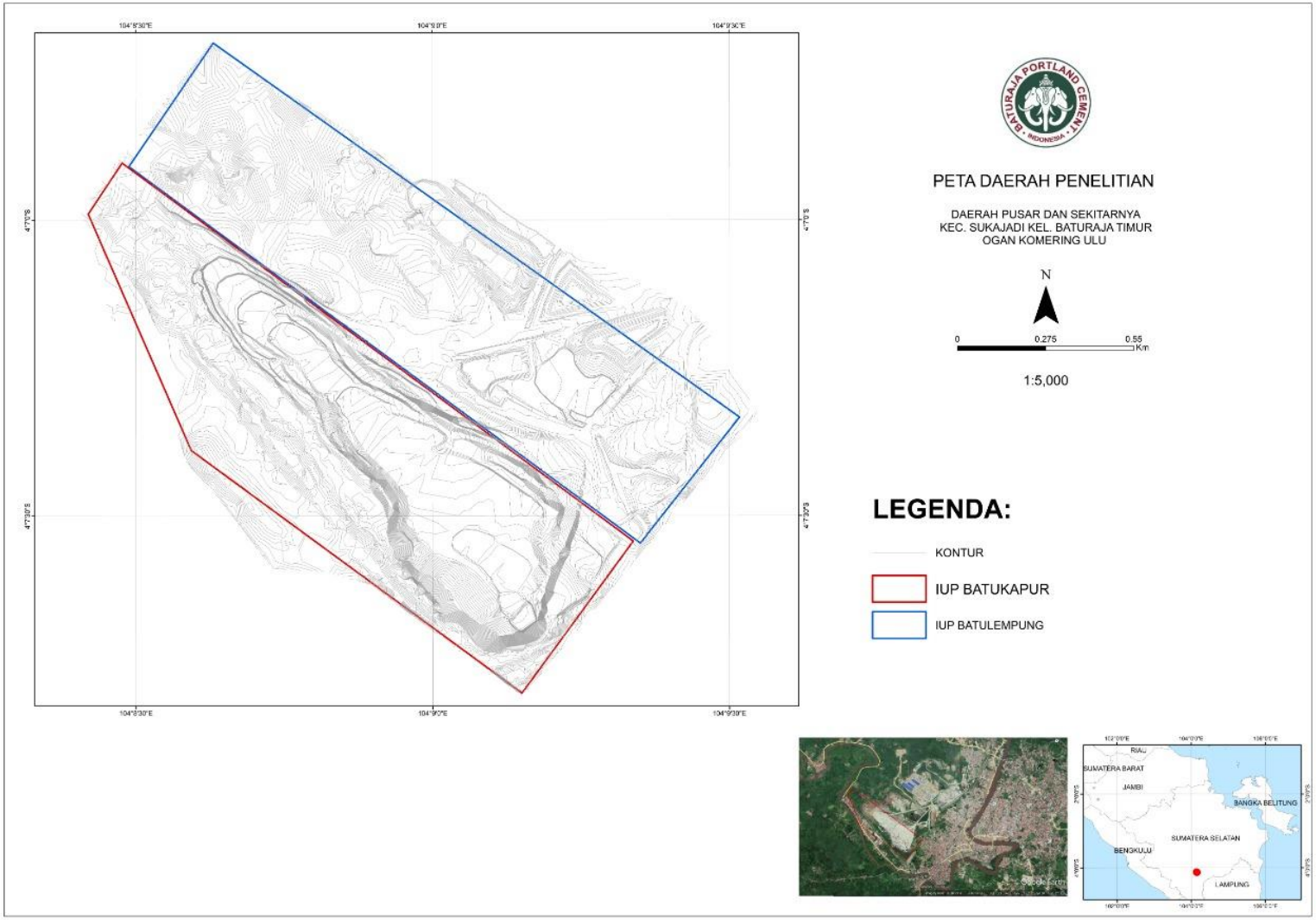
BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

PT. Semen Baturaja (Persero) didirikan pada tanggal 14 November 1974, dengan 55% kepemilikan saham oleh PT. Semen Indonesia dan sebesar 45% oleh PT.Semen Gresik. Selanjutnya perseroan terus mengalami perkembangan seiring berjalannya waktu sampai pada tanggal 14 Maret 2003, PT. Semen Baturaja (Persero) mengalami perubahan status menjadi Perseroan terbuka dan telah berubah nama menjadi PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk. PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk saat ini telah mendirikan dua pabrik yaitu, pabrik Baturaja I dan pabrik Baturaja II di wilayah Baturaja yang berada dalam satu komplek PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk. Kedua pabrik tersebut merupakan lokasi unit pabrik terak (*clinker Plant Unit*) yang mengolah bahan mentah menjadi bahan setengah jadi berupa terak (*clinker*), kemudian juga terdapat pabrik penggilingan terak menjadi semen, pengantongan serta pemasaran produk semen tersebut.

PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk melakukan kegiatan penambangannya dengan menggunakan sistem tambang terbuka dengan membentuk cekungan yang luas kebawah. Area penambangan batu gamping di PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk menurut IUP No.01/K/IUP-II.A3/XXVII/2010 tertanggal 23 maret 2010 memiliki luas penambangan batu gamping sebesar 103,40 Ha dengan lokasi di Desa Pusar, Kecamatan Baturaja Barat dengan izin usaha selama 20 tahun. Sedangkan menurut IUP No.02/K/IUP-II.A3/XXVII/2010 tertanggal 23 maret 2010 memiliki luas penambangan tanah liat sebesar 96,84 Ha dengan lokasi di Desa Pusar, Kecamatan Baturaja Barat dengan izin usaha selama 10 tahun.

Sistem *mine dewatering* yang diterapkan adalah dengan menggunakan kolam terbuka (*sump*) sebagai tempat untuk menampung jumlah air yang masuk ke lokasi penambangan dan dengan sistem pemompaan. Air yang telah terkumpul pada *sump* kemudian dikeluarkan dengan menggunakan pompa tambang untuk dialirkan menuju kolam pengendapan lumpur (*settling pond*) sebelum air tersebut dialirkan menuju sungai.



Gambar 4.1. Peta topografi lokasi IUP PT Semen Baturaja (Persero) Tbk (Satuan Kerja Eksplorasi PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk

4.1. Perhitungan Debit Total Air Yang Masuk Ke Tambang

Debit total air yang masuk ke *area* penambangan merupakan penjumlahan dari debit air limpasan yang tertangkap oleh *catchment area* dan debit air tanah yang ada pada *sump* kemudian dikurangi oleh debit evapotranspirasi.

$$Q_{Total} = Q_{limpasan} + Q_{AT} - Q_{ET}$$

A. Debit Air Limpasan Hujan ($Q_{limpasan}$)

Berdasarkan data analisis curah hujan (Lampiran B) dengan nilai curah hujan rencana sebesar 45,51 mm/hari, dan jam hujan maksimum sebesar 4,45 jam/hari (Tabel A.4) maka didapatkan intensitas curah hujan sebesar 5,83 mm/jam atau 5,83 x 10^{-3} m/jam. Besarnya debit air yang masuk akibat limpasan air hujan dihitung menggunakan persamaan Rasional USSCS, dengan luas daerah tangkapan hujan sebesar 934.840,26 m^2 (Lampiran C) dan keadaan *catchment area* berupa kawasan tanah gundul dan memiliki koefisien limpasan sebesar 0,9. Sehingga debit air yang masuk akibat limpasan air hujan sebesar 4.905,107 m^3/jam atau 21.827,726 m^3/hari.

B. Debit Air Tanah (Q_{AT})

Dilakukan pengamatan terhadap kenaikan ketinggian permukaan air *sump* (h) pada saat pompa sedang *standby* selama kurun waktu tertentu (ΔT). Didapatkan hasil dari percobaan tersebut yaitu luas permukaan air sebesar 4490 m^2, ketinggian permukaan air *sump* rata-rata sebesar 0,0136 dan waktu percobaan rata-rata sebesar 2 jam, sehingga didapatkan nilai debit air tanah sebesar 30,532 m^3/jam atau 732,8 m^3/hari.

C. Evapotranspirasi

Diketahui curah hujan tahunan rata-rata (P) di tambang *Quarry* adalah 2370,5 mm/tahun dan suhu rata-ratanya adalah 27°C, maka debit evapotranspirasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus *Turc*, sehingga didapatkan nilai evapotranspirasi sebesar 1541,75 mm/tahun atau 128,48 mm/bulan atau 4,28 mm/hari atau 0,18 mm/jam. Kemudian dari luas daerah tangkapan hujan sebesar 934.840,26 m^2 hanya 28.613,45 m^2 atau sekitar 3,06 % saja yang memungkinkan terjadinya evapotranspirasi, sehingga nilai debit evapotranspirasi adalah 5,11 m^3/jam atau 122,541 m^3/hari.

Debit total air yang masuk ke penambangan adalah :

$Q_{Total} = Q_{limpasan} + Q_{AT} – Q_{ET}$

$= 21.827,726\ m^3/\ hari + 732,8\ m^3/hari – 122,541\ m^3/hari$

$= 22.437,952\ m^3/hari$

Berikut data hasil perhitungan debit total air yang masuk (Tabel 4.1) :

Tabel 4.1 Data hasil perhitungan debit total air yang masuk ke penambangan

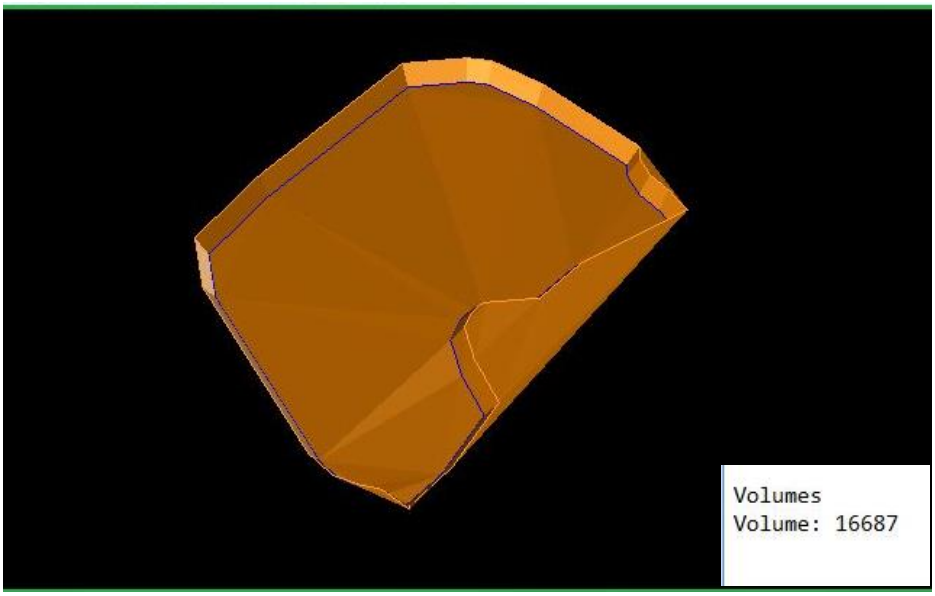
No.	Keterangan	Nilai	Satuan
1	Curah hujan rencana	45,51	mm/hari
2	Intensitas curah hujan	5,83	mm/jam
3	Jam hujan maksimum	4,45	Jam
4	Luas *catchment area*	934.840,262	m^2
5	Debit air limpasan	21.827,726	m^3/hari
6	Debit air tanah	732,8	m^3/hari
7	Debit evapotranspirasi	122,541	m^3/hari
8	Debit total air yang masuk	22.437,952	m^3/hari

Hasil perhitungan debit total air yang masuk ke penambangan adalah sebesar 22.437,952 m^3/hari yang mana sebagian besar berasal dari debit air limpasan. *Mine dewatering* yang digunakan di PT. Semen Baturaja adalah *open sump system*, dimana air yang masuk ke penambangan berkumpul didalam *sump* sebelum air tersebut dipompa keluar *front* penambangan. Kemiringan pada pit Baturaja I adalah 60˚ sehingga air yang masuk ke lokasi penambangan mengalir menuju titik terendah dimana elevasi terendah adalah *sump* dan tidak adanya saluran terbuka di *front* penambangan. Maka dari itu dibutuhkan kapasitas *sump* yang cukup untuk menampung jumlah air yang masuk ke lokasi penambangan.

4.2. Kapasitas Volume *Sump* Rencana

Sump adalah tempat berkumpulnya air yang masuk ke *front* penambangan akibat air limpasan maupun air tanah. Permukaan *sump* berada pada elevasi +9 mdpl dan *bottom sump* pada elevasi +3 mdpl. Volume *sump* aktual didapatkan dari Satuan Kerja Rencana Hidrologi PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk adalah sebesar 24.100 m^3 (Lampiran E). Hal ini menunjukkan bahwa *sump* dengan volume tersebut cukup untuk menampung total air yang masuk. Tetapi, saat ini

kondisi pada dasar *sump* dipenuhi oleh lumpur dengan ketinggian lumpur mencapai 2 m yang membuat volume s*ump* pada saat ini menjadi lebih kecil. Volume *sump* saat ini dengan ketinggian *sump* 4 m dapat dihitung menggunakan bantuan *software Surpac 6.3*, yaitu didapatkan volume *sump* sebesar 16.687 m³.



Gambar 4.2 Kondisi *sump* saat ini

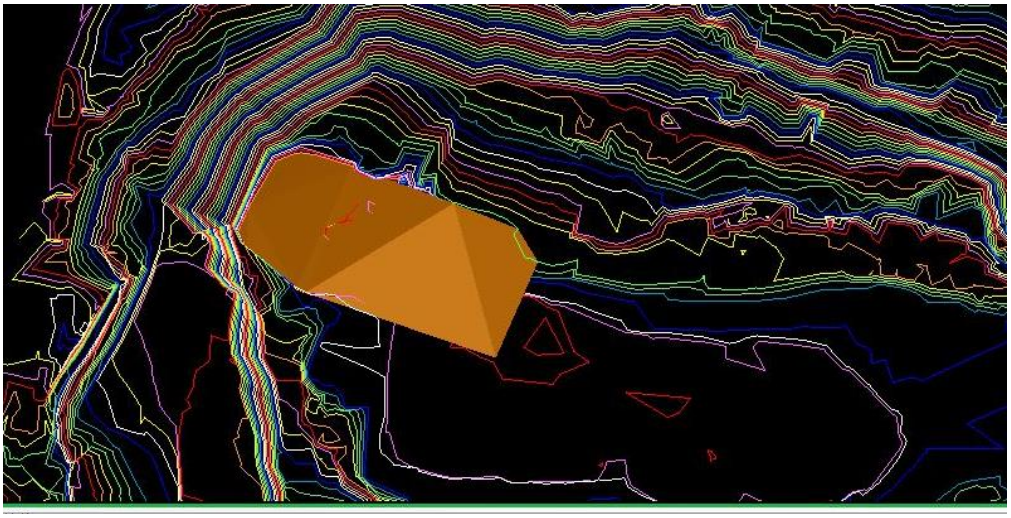
Untuk volume *sump* di penambangan itu sendiri seharusnya dibuat lebih besar daripada volume air yang masuk di setiap harinya. Perencanaan volume *sump* didapatkan dari selisih terbesar antara debit total air yang masuk dikurang dengan debit pemompaan dalam waktu yang sama. Waktu hujan dalam perhitungan disamakan dengan waktu hidup pompa, dengan intensitas hujan dihitung berdasarkan waktu hujan berkisar 1-24 jam. Curah hujan yang digunakan untuk menghitung intensitas hujan yaitu perkiraan curah hujan rencana sebesar 45,51 mm/hari. Maka didapatkan selisih terbesar yaitu 17.350 m³ pada saat jam hujan 8 jam dan debit total sebesar 26.750,76 m³. *Sump* yang akan direncanakan berbentuk trapesium memiliki kemiringan sama 60°. Volume *sump* yang direncanakan adalah sebesar 80.252,28 m³, volume ini mampu menampung total air yang masuk dalam waktu 3 hari tanpa dilakukan pemompaan. Hal ini untuk mengantisipasi hal yang tidak diinginkan terjadi seperti hujan badai yang turun dalam beberapa hari sehingga *sump* lebih cepat terisi, atau pompa sedang servis

dan perlu diperbaiki sehingga debit air yang keluar menjadi berkurang dari yang telah ditargetkan. Untuk mendapatkan nilai rekomendasi dimensi *sump,* dilakukan perhitungan berdasarkan nilai dimensi *sump* aktual (Lampiran F). Berikut nilai rekomendasi dimensi *sump* (Tabel 4.2) :

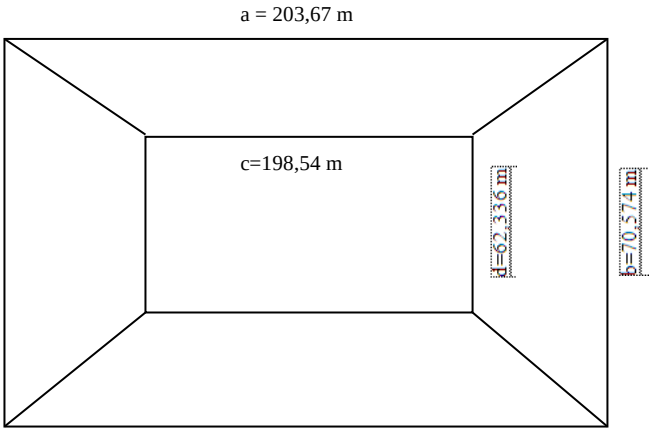
Tabel 4.2 Nilai rekomendasi dimensi *sump*

Panjang atas	203,67 m
Panjang bawah	198,54 m
Lebar atas	70,574 m
Lebar bawah	62,336 m
Tinggi *sump*	6 m
Kemiringan *sump*	60˚

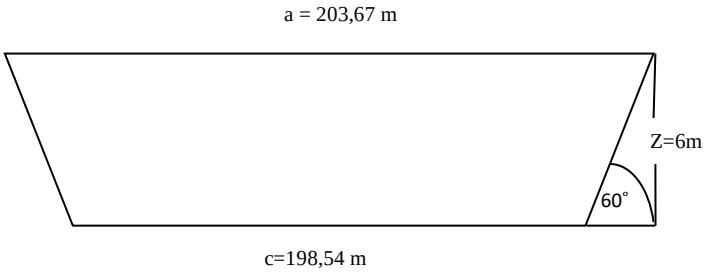
Dengan menggunakan nilai rekomendasi dimensi *sump* diatas maka didapatkan volume *sump* rencana sebesar 80.252,28 m^3. Dimensi *sump* yang dapat diubah yaitu pada bagian panjang atas *sump* dan panjang bawah *sump* saja. Karena jika dilihat dari peta topografi maka di sisi lebar *sump* terdapat *bench* sehingga tidak memungkinkan untuk dilakukan perubahan pada sisi lebar *sump* karena akan sulit dan membutuhkan waktu lebih untuk membuat *bench* baru. Untuk letak *sump* sebelum dilakukan penambahan ukuran bisa dilihat pada Gambar E.2. Berikut gambar *sump* rencana yang dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 *Sump* rencana dalam pit



Gambar 4.4. *Sump* rencana tampak atas



Gambar 4.5. *Sump* rencana tampak depan

4.3. Perhitungan *Head* Total dan Jumlah Pompa yang Dibutuhkan

4.3.1. Perhitungan *Head* Total yang Dibutuhkan

Head total pompa merupakan total energi yang harus disediakan untuk dapat mengalirkan sejumlah debit air berdasarkan pada kondisi instalasi pemasangan pompa dan pipa yang digunakan, dalam hal ini satuan *head* adalah meter sedangkan kapasitas pompa merupakan kemampuan yang dimiliki oleh pompa dalam mengeluarkan jumlah air setiap satuan waktu. *Head* total pompa dapat dihitung dengan menjumlahkan *head* statis, *head* kecepatan, dan *head loss* (*head friction* dan *elbow*). Dalam melakukan perhitungan *head* total yang dibutuhkan pada pompa dibutuhkan data spesifikasi pompa dan pipa (Lampiran G), Berikut data *head* total yang dibutuhkan pada pompa merk Ebara dan pompa Godwin (Tabel 4.3).

Tabel 4.3 Data *head* total pompa Ebara dan pompa Godwin

No	Pompa	*Head* maks (m)	Keterangan	*Head* Aktual (m)	Kec. putaran Mesin	Efisiensi Mesin Pompa
1	Ebara	100	*Head* Statis (Hs)	54	2900 rpm	75%
			Head Kecepatan (Hf)	0,747		
			Head Loss (*Head Friction* dan *Elbow*)	9		
			Head Total	63,347		
2	Godwin	117	*Head* Statis (Hs)	54	2000 rpm	60%
			Head Kecepatan (Hf)	1,514		
			Head Loss (*Head Friction* dan *Elbow*)	26,12		
			Head Total	81,631		

Berdasarkan hasil perhitungan, *head* total yang dibutuhkan pada pompa Ebara dan pompa Godwin adalah sebesar 63,347 m dan 81,631 m. Hal ini berarti bahwa pompa Ebara CN2JA dan pompa HL200M memadai untuk digunakan pada kondisi lapangan yang berada pada *area bottom pit* karena nilai *head* total yang dibutuhkan lebih rendah daripada nilai *head* maksimum pompa yang terdapat pada spesifikasi kedua pompa tersebut. Nilai *head* total yang dibutuhkan pada pompa Ebara adalah 63,347 m, kemudian untuk mencari nilai effisiensi pompa maka nilai *head* total tersebut diplotkan pada kurva karakteristik pompa Ebara dengan debit aktual pompa sebesar 169,2 m^3/jam didapatkan nilai efisiensi mesin pompa sebesar 75%. Sedangkan nilai *head* total yang dibutuhkan pada pompa Godwin adalah 81,631 m, dikarenakan debit aktual pompa belum diketahui maka untuk mencari nilai debit pompa dibutuhkan data effisiensi mesin pompa. Jika diplotkan pada kurva karakteristik pompa Godwin dengan effisiensi mesin pompa sebesar 60% maka didapatkan nilai debit pompa sebesar 475 m^3/jam (Lampiran G). Berdasarkan hasil *plotting* dari masing-masing kurva karakteristik kedua pompa didapatkan bahwa nilai efisiensi mesin pompa Ebara lebih tinggi dari nilai efisiensi mesin pompa Godwin. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan pompa Ebara lebih hemat dalam penggunaan energi dibandingkan dengan penggunaan pompa Godwin seperti yang diketahui semakin tinggi nilai efisiensi mesin suatu pompa maka akan semakin tinggi pula nilai dari daya input (daya poros) yang dapat terkonversi menjadi daya outputnya (daya hidrolis).

4.3.2. Penentuan Jumlah Pompa Yang Dibutuhkan

Penentuan kapasitas dan jumlah pompa yang akan digunakan bertujuan untuk mengimbangi antara debit air yang masuk dengan debit air yang dapat dipompakan. Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa debit total air yang masuk ke penambangan sebesar 22.437,952 m^3/hari. Untuk mengimbangi debit total air yang masuk ke penambangan maka kapasitas pada pompa dalam mengeluarkan volume air harus disesuaikan. Pompa yang tersedia adalah pompa Ebara dengan debit aktual pompa yang didapat dari Satuan Kerja Rencana Hidrologi PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk yaitu sebesar 169,2 m^3/jam dan pompa Godwin dengan debit yang didapatkan dari hasil plot pada kurva karakteristik pompa Godwin yaitu sebesar 475 m^3/jam. Berdasarkan data kapasitas pompa yang telah didapatkan, maka untuk rencana pemompaan dapat dibuat penggunaan pompa dengan jam kerja pompa maksimum agar diketahui kapasitas pemompaan dari kedua pompa tersebut seperti pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Total kapasitas pemompaan

No.	Pompa	Kapasitas Pompa		Jam Kerja Pompa	Kapasitas Pemompaan
		Spesifikasi	Aktual		
1	Ebara	250 m^3/jam	169,2 m^3/jam	20 jam/hari	3384 m^3/hari
2	Godwin	635 m^3/jam	475 m^3/jam	20 jam/hari	9500 m^3/hari

Berdasarkan hasil perhitungan total kapasitas pemompaan diatas maka dapat diketahui bahwa pompa Godwin memiliki kapasitas pemompaan yang lebih besar daripada pompa Ebara. Diketahui pompa yang tersedia di PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk berjumlah 2 jenis pompa yaitu 2 buah pompa Ebara dan 1 buah pompa Godwin, sehingga apabila ketiga pompa ini digunakan dengan jam kerja pompa 20 jam/hari maka akan menghasilkan kapasitas debit sebesar 16.268 m^3/hari. Diketahui total air yang masuk ke penambangan sebesar 22.437,952 m^3/hari, maka dengan kapasitas pompa sebesar 16.268 m^3/hari cukup untuk mengeluarkan total air yang terkumpul di *sump*. Debit pemompaan maksimal terjadi pada saat semua pompa beroperasi dengan jam kerja pompa 20 jam dalam sehari maka pompa dapat bekerja mulai dari jam 10 pagi sampai 6 pagi. Dengan penggunaan 3 buah pompa maka air yang masuk ke penambangan dapat diatasi.