

PENGARUH LAJU ALIR UDARA PADA DESULFURISASI BATUBARA DENGAN MODEL FLOTASI DENGAN MENGGUNAKAN GEL LIDAH BUAYA

Abdullah Kuntaarsa¹, Purwo Subagyo²

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta
Jl. Jalan SWK 104 (Lingkar Utara) Condongcatur 55293 Telp 0274 486733
Email: kuntaarsa@yahoo.com

Abstrak

Batubara merupakan batuan hidrokarbon padat yang terbentuk dari endapan organik, utamanya adalah sisa-sisa tumbuhan dalam lingkungan bebas oksigen, serta terkena pengaruh tekanan dan panas yang berlangsung sangat lama. Batubara di Indonesia mengandung sulfur pirit yang sangat tinggi. Kadar sulfur yang sangat tinggi pada batubara dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan kerusakan pada alat pembakaran. Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan kadar sulfur pada batubara dengan metode flotasi dan menggunakan gel lidah buaya. Flotasi adalah proses pemisahan padatan yang terjadi akibat perbedaan sifat permukaan dan berlangsung pada suatu sistem yang terdiri dari tiga fasa yaitu fasa gas, cair dan padat, dan dengan bantuan surfaktan akan terjadi pemisahan antara komponen hidrofobik dan komponen hidrofilik, dimana batubara yang awalnya bersifat hidrofilik diubah menjadi hidrofobik dengan bantuan surfaktan agar sulfur didalamnya dapat terpisah. Pada penelitian ini digunakan gel lidah buaya sebagai surfaktan karena memiliki kadar saponin yang tinggi. Penambahan surfaktan menyebabkan komponen batubara yang kurang hidrofobik menjadi lebih hidrofobik. Dari penelitian ini didapat, semakin besar laju alir udara maka sulfur yang terambil akan semakin kecil, dan diperoleh laju alir optimum adalah sebesar 0,376 L/menit, yang mampu mengambil sulfur sebesar 38,7776%.

Kata kunci: batubara, desulfurisasi, flotasi, lidah buaya

Pendahuluan

Latar Belakang

Batubara merupakan hasil tambang penting yang digunakan di berbagai industri seperti energi, baja, dan semen. Produksi batu bara di Indonesia meningkat tiap tahunnya mengingat meningkatnya kebutuhan batubara dalam negeri. Hal ini membuat Indonesia menjadi salah satu negara penghasil batu bara terbesar di dunia. Potensi sumber daya batubara di Indonesia terdapat di berbagai wilayah terutama di pulau Kalimantan dan pulau Sumatera, sedangkan di daerah lainnya dapat dijumpai batubara walaupun dalam jumlah kecil dan belum dapat di tentukan keekonomisannya, seperti di Jawa Barat, Jawa Tengah, Papua dan Sulawesi. Batubara Indonesia sebagian besar berada pada perbatasan antara batubara subbitumen dan batubara bitumen, tetapi hampir 59% adalah lignit. Namun sayangnya batubara di Indonesia ini banyak menimbulkan pencemaran lingkungan dan kerusakan pada alat pembakaran. Pembakaran batubara yang mengandung sulfur pirit tinggi dapat membentuk polutan gas SO_x seperti gas SO₂, yang berpotensi membentuk hujan asam yang bersifat korosif, berbahaya bagi kelangsungan hidup di darat dan di laut (Aladdin, 2009).

Dalam usaha mereduksi kadar sulfur batubara, berbagai teknologi desulfurisasi telah dan sedang dikembangkan. Beberapa metode desulfurisasi yang biasa digunakan dibagi menjadi 3, yaitu fisika, kimia, dan biologi. Metode desulfurisasi secara fisika memiliki kelebihan diantaranya, mampu menurunkan sulfur sebesar 72% serta dapat dilakukan dengan mudah dan biaya yang murah dibandingkan metode lainnya.

Pada proses desulfurisasi biasanya menggunakan surfaktan untuk memisahkan sulfur pada batubara. Surfaktan yang berasal dari sintesis minyak bumi dapat digunakan pada desulfurisasi tetapi surfaktan ini tidak ramah lingkungan karena limbah yang dihasilkan sulit untuk diuraikan. Sehingga dibutuhkan surfaktan yang ramah lingkungan yang limbahnya dapat diuraikan oleh mikroorganisme (biosurfaktan). Surfaktan pada proses desulfurisasi dapat memisahkan sulfur dari batubara dengan cara menurunkan tegangan permukaan batubara sehingga surfaktan lebih mudah masuk ke dalam pori-pori batubara. Surfaktan memiliki 2 gugus molekul yaitu hidrofilik dan hidrofobik,

apabila surfaktan sudah masuk dalam pori-pori batubara surfaktan akan membuat sulfur yang bersifat hidrofobik menjadi bersifat hidrofilik sehingga sulfur akan terbawa oleh air dan terpisah dari batubara (Guntoro,dkk,2013).

Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui efektivitas gel lidah buaya dalam mengurangi kadar sulfur batubara.
2. Untuk mencari kondisi optimum terhadap laju alir udara dengan tetap mempertahankan partikel batubara.

Batasan Masalah

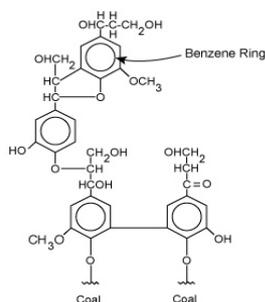
Pada penelitian ini penulis menggunakan bahan baku batubara, dimana untuk mempersempit permasalahan penulis membatasi hanya pada:

1. Massa batubara 200 gr.
2. Volume air 25 L.
3. Ukuran partikel batubara 100 mesh.
4. Laju alir umpan 0,3045 liter/detik.
5. pH campuran 6.
6. Analisis yang dilakukan adalah analisis kadar sulfur.

Tinjauan pustaka

Pengertian Batubara

Batubara merupakan batuan hidrokarbon padat yang terbentuk dari endapan organik, utamanya adalah sisa-sisa tumbuhan dalam lingkungan bebas oksigen, serta terkena pengaruh tekanan dan panas yang berlangsung sangat lama. Proses pembentukan (*coalification*) memerlukan jutaan tahun, mulai dari awal pembentukan yang menghasilkan gambut, lignit, subbituminus, bituminous, dan akhirnya terbentuk antrasit. Batubara adalah bahan bakar hidrokarbon padat yang terbentuk dari tumbuh-tumbuhan dalam lingkungan bebas oksigen dan terkena pengaruh temperatur serta tekanan yang berlangsung sangat lama (Achmad Prijono, dkk, 1992).



Gambar 1. Rumus Bangun Batubara

Desulfurisasi Batubara

Desulfurisasi merupakan reaksi kimia yang melibatkan pemisahan sulfur (belerang) dari suatu molekul. Desulfurisasi batubara merupakan suatu proses penurunan kadar sulfur dari batubara. Kandungan sulfur tersebut dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, menyebabkan kerusakan (korosif) dan memperpendek umur alat. Agar batubara tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar maka terlebih dahulu dilakukan proses desulfurisasi. Desulfurisasi batubara dibutuhkan tidak hanya untuk meminimalkan pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh emisi dari sulfur dioksida selama pembakaran, tetapi juga untuk meningkatkan kualitas batubara (Ehsani, M. Resa dalam Iskak dkk, 2015).

Flotasi

Flotasi adalah suatu proses pemisahan suatu zat dari zat lainnya pada suatu cairan atau larutan berdasarkan perbedaan sifat permukaan dari zat yang akan dipisahkan, dimana zat yang bersifat hidrofilik tetap berada fasa air, sedangkan zat yang bersifat hidrofobik akan terikat pada gelembung udara dan akan terbawa ke permukaan larutan dan membentuk buih, sehingga dapat dipisahkan dari cairan tersebut. Secara sederhana, flotasi merupakan proses pemisahan satu mineral atau lebih, dengan mineral lainnya melalui cara pengapungan. Terdapat tiga fase pada proses flotasi yang dilakukan dalam media air, yaitu: fase padat, fase cair, dan fase udara.

Flotability (daya apung) adalah kemampuan butiran mineral untuk dapat mengapung yang ditentukan oleh tendensi (hasrat) dari butiran mineral untuk melekat (mengikat diri) pada gelembung udara yang relatif besar dan kemudian mengapung ke permukaan cairan pulp. Daya apung suatu butiran mineral tergantung pada sifat permukaan butiran mineral tersebut dapat dikontrol dan diubah-ubah dalam proses flotasi dengan menggunakan reagen kimia yang berbeda-beda.

Pada proses ini, mineral dapat dibedakan menjadi beberapa bagian:

- a. Mineral yang tidak suka air (hidrofobik) adalah mineral yang mudah melekat pada gelembung udara pada cairan. Mineral ini umumnya mineral yang dikehendaki.
- b. Mineral yang suka air (hidrofilik) adalah mineral yang tidak mudah melekat pada gelembung udara pada cairan. Dengan berdasarkan sifat mineral tersebut maka mineral yang satu dengan lainnya dapat dipisahkan dengan gelembung udara.

Faktor- faktor yang mempengaruhi flotasi :

- a. Ukuran partikel

Ukuran partikel yang besar membuat partikel tersebut cenderung untuk mengendap, sehingga susah untuk terflotasi.

- b. pH larutan

pH optimum pada desulfurisasi batubara secara flotasi adalah 4,5-6,5. Sedangkan pada pH basa tidak/sulit terjadi *removal* sulfur dari batubara.

- c. Surfaktan

Fungsi surfaktan adalah kolektor yang merupakan reagen yang memiliki gugus polar dan gugus non polar sekaligus. Kolektor akan mengubah sifat partikel dari hidrofilik menjadi hidrofobik.

- d. Bahan kimia lainnya, misalnya koagulan.

Penambahan koagulan dapat mengakibatkan ukuran partikel menjadi lebih besar.

- e. Laju udara

Laju udara berfungsi sebagai pengikat partikel yang memiliki sifat permukaan hidrofobik, persen padatan. Untuk flotasi pada partikel kasar, dapat dilakukan dengan persen padatan yang besar demikian juga sebaliknya. Besar laju pengumpanan, berpengaruh terhadap kapasitas dan waktu tinggal.

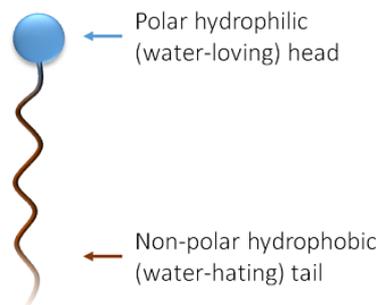
- f. Ketebalan lapisan buih

- g. Ukuran gelembung udara

Dengan adanya perbedaan sifat permukaan (hidrofobik dan hidrofilik) tadi, perlu ada suatu reagen kimia untuk merubah permukaan mineral. Reagen kimia yang digunakan pada proses flotasi terdiri

Surfaktan

Surfaktan atau *surface active agent* adalah molekul-molekul yang mengandung gugus hidrofilik (suka air) dan hidrofobik (tidak suka air) pada molekul yang sama. Surfaktan terbagi menjadi dua bagian yaitu kepala dan ekor. Gugus hidrofilik berada di bagian kepala (polar) dan hidrofobik di bagian ekor (non polar). Bagian polar molekul surfaktan dapat bermuatan positif, negatif atau netral. Umumnya bagian non polar (hidrofobik) adalah merupakan rantai alkil yang panjang, sementara bagian yang polar (hidrofilik) mengandung gugus hidroksil.



Gambar 2. Struktur surfaktan

Fungsi Surfaktan :

- a. Menurunkan tegangan permukaan
- b. Meningkatkan kelarutan suatu zat
- c. Sebagai pembasah
- d. Sebagai emulgator
- e. Sebagai detergen
- f. Sebagai foaming-antifoaming agent
- g. Sebagai antistatik dan *antifogging agent*

Permasalahan yang ditimbulkan oleh penggunaan surfaktan adalah pencemaran lingkungan, terutama oleh surfaktan berbasis dasar petroleum yang bersifat non-biodegradable, untuk itu perlu dilakukan pengembangan surfaktan yang bersifat biodegradable.

Saponin dalam Lidah Buaya

Saponin adalah jenis glikosida yang banyak ditemukan dalam tumbuhan. Saponin merupakan golongan senyawa alam yang rumit dan mempunyai masa molekul besar terdiri dari aglikon baik steroid atau triterpenoid dengan satu atau lebih rantai gula / glikosida dan berdasarkan atas sifat kimiawinya, saponin dapat dibagi dalam dua kelompok yaitu: steroid dengan 27 atom C dan triterpenoids dengan 30 atom C (Bogoriani, 2008). Struktur saponin tersebut menyebabkan saponin bersifat seperti sabun atau deterjen sehingga saponin disebut sebagai surfaktan alami (Mitra & Dangan, 1997; Hawley & Hawley, 2004).

Saponin memiliki sifat sebagai kolektor untuk merubah sifat permukaan mineral yang tadinya senang air menjadi tidak suka air dengan cara menurunkan tegangan permukaan dan frother sebagai zat untuk menstabilkan gelembung-gelembung udara dalam air.

Pada penelitian kali ini, gel lidah buaya mengandung senyawa aktif antara lain saponin. Saponin dalam lidah buaya akan menghasilkan busa apabila bercampur dengan air atau memiliki karakteristik berupa buih. Saponin termasuk golongan zat yang disebut surfaktan. Kerja permukaan dari larutan ini memungkinkannya untuk melepas pengotor sulfur yang terdapat pada batubara dari permukaan yang sedang dibersihkan dan mengemulkannya sehingga sulfur itu tercuci bersama air.

Metodologi Penelitian

Bahan dan Alat

Persiapan Bahan

1. Batubara dari PT. Kayan Putra Utama Coal

Batubara dihaluskan dengan penggilingan. Kemudian batubara diayak hingga diperoleh ukuran batubara dengan ukuran 100 mesh, lalu sampel dianalisis kandungan sulfur.

2. Gel Lidah Buaya

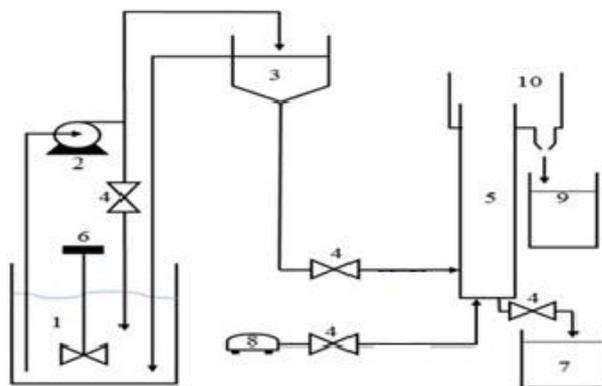
Pada gel lidah buaya, mula-mula kulit lidah buaya disayat, kemudian diambil daging dan gelnya untuk dihancurkan dengan menggunakan blender sampai halus. Setelah itu di panaskan sampai mencapai suhu 60°C, kemudian di biarkan dingin.

3. Air

Alat

1. Gelas beker
2. Gelas ukur
3. Pipet tetes
4. Pengaduk kaca
5. Piknometer
6. Timbangan digital
7. Ayakan
8. Corong
9. Kertas Saring
10. Cawan petri

Rangkaian Alat



Gambar 3. Rangkaian Alat Proses Desulfurisasi Batubara

Keterangan:

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| 1. Tangki Pengkondisian | 6. Tangki Pengkondisian |
| 2. Pompa | 7. Pompa |

- | | |
|------------------|-------------------|
| 3. Tangki Umpan | 8. Tangki Umpan |
| 4. Kran | 9. Kran |
| 5. Kolom Flotasi | 10. Kolom Flotasi |

Cara Kerja

Proses Desulfurisasi

Alat flotasi yang akan digunakan dirangkai. Sampel batubara dan gel lidah buaya ditimbang dengan berat tertentu. Batubara sampel dan gel lidah buaya dimasukan ke dalam tangki pengkondisian (tangki 1). Kemudian air dimasukan ke dalam tangki pengkondisian (tangki 1). Campuran batubara, larutan lidah buaya, dan air diaduk. Kemudian campuran dialirkan menuju kolom flotasi. Udara dialirkan dari kompresor dengan laju alir udara sebesar dari 0,25 s/d 0,74 liter/menit, dengan berat batubara 200 gram, dengan jumlah gel lidah buaya 100 ml, kemudian diulangi dengan variable jumlah gel lidah buaya yang berbeda, yaitu 150 ml; 200 ml; 250 ml; dan 300 ml. Flotasi diulangi dengan variabel laju alir udara 0,25 liter/menit; 0,376 liter/menit; 0,438 liter/menit; 0,51 liter/menit; dan 0,74 liter/menit dengan berat batubara 200 gram dan jumlah gel lidah buaya 200 ml. Masing-masing sampel dianalisa kadar sulfurnya.

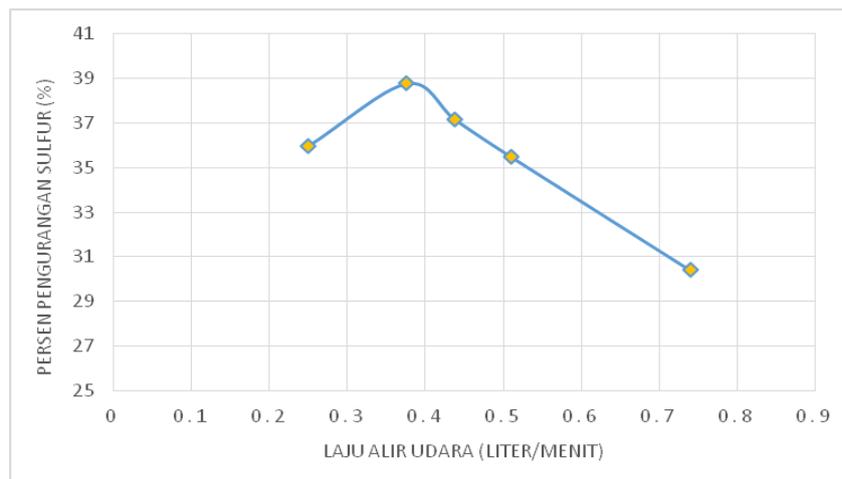
Hasil dan Pembahasan

Flotasi dengan Variasi Laju Alir Udara

- Berat batubara : 200 gr
- Volume air : 20 liter
- Jumlah surfaktan : 200 ml
- Ukuran batubara : 100 mesh
- pH : 6
- Diameter kolom : 6,35 cm (2,5 inch)
- Tinggi kolom : 134 cm
- Waktu flotasi : 60 menit

Tabel 1. Hubungan Antara Laju Alir Udara dengan Persen Kadar Sulfur (%)

No	Laju alir udara (liter/menit)	Kadar sulfur mula-mula (%)	Kadar sulfur setelah desulfurisasi (%)	Persen pengurangan sulfur (%)
1	0,25	1,1691	0,7484	35,984
2	0,376		0,71575	38,7776
3	0,438		0,73435	37,1696
4	0,51		0,75415	35,4931
5	0,74		0,81365	30,4037



Gambar 4. Hubungan Antara Laju Alir Udara dengan Kadar Sulfur (%)

Dari gambar 4, dan tabel kolom 2-5 diatas terlihat bahwa semakin cepat laju alir, maka persen sulfur yang terambil pada batubara semakin kecil. Hal ini dikarenakan waktu tinggal batubara pada kolom flotasi semakin cepat sehingga waktu kontak antara campura *slurry* pada batubara dengan udara akan semakin cepat yang menyebabkan persen sulfur yang terambil akan semakin sedikit. Namun pada laju alir 0,25 liter/menit persen sulfur yang terambil

lebih sedikit dibandingkan pada laju alir 0,376 liter/menit hal ini disebabkan bahwa laju alir udara yang terlalu kecil menyebabkan batubara yang terangkat juga semakin kecil sehingga mempengaruhi kadar sulfur yang terambil. Hasil optimal terjadi pada laju alir 0,376 dengan kadar sulfur yang terambil sekitar 38,7776%.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan :

1. Lidah buaya dapat dijadikan sebagai surfaktan dalam proses desulfurisasi batubara
2. Semakin tinggi jumlah gel lidah buaya maka kemampuan surfaktan untuk memisahkan sulfur pada batubara juga semakin besar.
3. Semakin kecil laju alir udara maka kadar sulfur yang terambil pada batubara semakin tinggi, hal ini dikarenakan waktu tinggal batubara pada kolom flotasi semakin lama.
4. Kondisi optimum untuk mengurangi kandungan sulfur dalam batubara adalah laju alir udara alir 0,376 liter/menit dengan kadar sulfur yang terambil sekitar 38,7776%, dan jumlah surfaktan 300 ml dengan persen sulfur terambil sebesar 45,4024%.

Saran

Pada penelitian ini masih terdapat kekurangan yang perlu diperbaiki pada penelitian selanjutnya, oleh sebab itu yang perlu dilakukan pada penelitian selanjutnya adalah :

1. Mengganti variabel-variabel yang telah digunakan pada penelitian ini dengan variabel yang lain seperti perbandingan antara tinggi dan diameter kolom, laju alir umpan larutan, ukuran gelembung udara.
2. Mengganti cara pengontakkan udara dengan larutan.
3. Melakukan recycle pada hasil bawah kolom menara flotasi sebagai usaha untuk meningkatkan hasil atas

Daftar Pustaka

- Aladdin, Andi, 2009, Penentuan Rasio Optimum Campuran CPO: Batubara Dalam Desulfurisasi dan Deashing Secara Flotasi Sistem Kontinyu, Universitas Muslim Indonesia
- Aladin dan Mandasini, 2002. Desulfurisasi Batubara Secara Flotasi, Prosiding Seminar Nasional Teknologi Proses Kimia V, UI Jakarta, (ISBN: 1410-9891)
- American Society for Testing and Materials (ASTM), 1994, *Standard test method for microscopical determination of the reflectance of vitrinite in a polished specimen of coal: Annual book of ASTM standards: gaseous fuels; coal and coke, sec. 5, V. 5.05, D 2798-91*, p. 280-283.
- Arwinda,dkk, 2012. Pembuatan Sabun dengan Lidah Buaya (Aloe Vera) sebagai Antiseptik Alami, Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
- Bayrak N., O'Donnell, J., A., and Toroglu, I., 2000, Removal of Fine Coals by Column Flotation, paper #918. Connie Daniela, Herla Rusmalin, 2018. Potensi Sari Lidah Buaya dan Sari Lemon dalam Mereduksi Formalin pada Tahu, Jurnal SainHealth Vol. 2 No. 1, pp 13-20
- Departemen Energi & Sumber Daya Mineral, 1999, Buku Tahunan Pertambangan dan Energi 1999; Paradigma Baru Menyongsong Milenium III, hal. 19-20, 65-72, 105-110, 255-260.
- Ehsani, Mohammad Reza., 2006. "Desulfurization of Tabas Coal Using Chemicalreagents". Journal of Chemical Engineering Department, Isfahan Universityof Technology, Isfahan, I.R. Iran.
- Fatimah, Herudiyanto, 2017, Kandungan Sulfur dalam Batubara Indonesia, Kelompok Program Penelitian Energi Fosil, Pusat Sumber Daya Geologi Guntoro, dkk, 2013. Pengaruh Kualitas Batubara Sebagai Bahan Bakar Utama, Prosiding Teknik Pertambangan, Universitas Islam Bandung (ISSN: 2460-6499).
- Kawatra, S.,K. and Eisele, T.,C., 1997, Pyrit Removal Mechanisms in Coal Flotation, Journal of Mineral Processing, Vol. 50, pp. 187-201.
- Kirk, R. E. dan D. F. Othmer, 1980, *Encyclopedia of Chemical Technology* 3rd ed, Vol. 10, John Wiley & Sons, Inc. New York, pp. 523-545.
- Prijono, Achmad, dkk., 1992, "Pengertian Batubara",ptba.co.id/en/knowledge/index /6/pengertian-batubara. Reningtyas Renung, Mahreni,2015 "Biosurfaktan" Eksergi vol XII, no 2, ISSN:1410-394X. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
- Sukandarrumidi, 2006, Batubara dan Pemanfaatannya, Yogyakarta : Gadjah Mada University Press : Yogyakarta.
- Sukandarrumidi. 1995. Batubara dan Gambut. Fakultas teknik Universitas Gadjah Mada, Gajah Mada University Press : Yogyakarta