

# **Pengaruh Alat Berat Bucket Wheel Excavator Terhadap Kuat Tekan Maintenance dan Repair Pada Pekerjaan Batu Bara Di PT. Bukit Asam Tbk Tanjung Enim**

**Yuliantini Eka Putri<sup>1)</sup> Enda Kartika Sari<sup>2)</sup>**

**<sup>1)2)</sup>Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Komputer Universitas Baturaja**

**<sup>2)</sup> Corresponding Author : Email: endaunbara@gmail.com**

## **ABSTRACT**

*PT. Bukit Asam (Persero) Tbk. Is a world-class mining company integrated into a sustainable energy company. The company controls several mining rights with a total coal resource of 7.29 billion tons and a total mineable coal reserve of 1.99 billion tons. So that to increase production required a mining excavator such as a Bucket Wheel Excavator (BWE). The purpose of this study was to analyze the compressive strength of the soil for maintenance and repair heavy equipment using the ASTM S 1586-58 T.*

*The bearing capacity of the soil obtained from the soil compressive strength test, both from the results of the Dynamic Penetration Test (DPT) with test results at several points must be compacted, namely at point 3 with  $q_c = 179.34$  kpa at a depth of 0.9 meters, point 4 with  $q_c = 194.29$  kpa at a depth of 1.1 meters, point 5 with  $q_c = 194.29$  kpa at a depth of 0.8 meters, point 7 with  $q_c = 194.29$  at a depth of 1m, point 9 with  $q_c = 224.18$  kpa at a depth of 0.9 meters, and point 10 with  $q_c = 194.29$  kpa at depth 1.1meters after all the points are compacted, then tested again using the Dutch Cone Penetrometer (DCP / sondir) the results of the DCP test at point 4.16-4.44 are  $CBR > 6\%$  meaning it is safe and can be passed by the Bucket Wheel Excavator.*

*Keywords : Soil compressive strength, maintenance and repair*

## **ABSTRAK**

*PT. Bukit Asam (persero) Tbk. merupakan perusahaan tambang kelas dunia yang terintegrasi menjadi perusahaan energi yang berkelanjutan. Perusahaan menguasai beberapa kuasa pertambangan dengan total sumber daya batu bara sebesar 7,29 milyar ton dan total cadangan batu bara yang dapat di tambang sebesar 1,99 milyar ton. Sehingga untuk meningkatkan produksi diperlukan alat penggali tambang seperti Bucket Wheel Excavator (BWE). Tujuan dari Penelitian ini adalah menganalisa kuat tekan tanah terhadap alat berat maintenance dan repair dengan metode ASTM S 1586-58 T. Daya dukung tanah yang diperoleh dari uji kuat tekan tanah, baik dari hasil uji Dynamic Penetration Test (DPT) dengan hasil uji di beberapa titik harus di kompaksi yaitu di titik 3 dengan  $q_c = 179.34$  kpa di kedalaman 0.9 meter, titik 4 dengan  $q_c = 194.29$  kpa di kedalaman 1.1meter, titik 5 dengan  $q_c = 194.29$  kpa di kedalaman 0.8meter, titik 7 dengan  $q_c = 194.29$  di kedalaman 1meter, titik 9 dengan  $q_c = 224.18$  kpa di kedalaman 0.9meter, dan titik 10 dengan  $q_c = 194.29$  kpa di kedalaman 1.1metersetelah semua titik di kompaksi maka di uji lagi menggunakan alat Dutch Cone Penetrometer (DCP/sondir)hasil dari uji DCP di dapat titik 4.16-4.44 adalah  $CBR > 6\%$  artinya aman dan bisa di lalui Bucket Wheel Excavator.*

*Kata Kunci : Kuat tekan tanah, perawatan, perbaikan*

## LATAR BELAKANG

PT. Bukit Asam (Persero) Tbk. merupakan perusahaan tambang kelas dunia yang terintegrasi menjadi perusahaan energi yang berkelanjutan. PT. Bukit Asam (Persero) Tbk telah beroperasi lebih dari 30 tahun secara terus menerus mampu mengoptimalkan tingkat profitabilitas dan menjaga kesinambungan usaha. Perusahaan menguasai beberapa kuasa pertambangan dengan total sumber daya batu bara sebesar 7,29 milyar ton dan total cadangan batu bara yang dapat di tambang sebesar 1,99 milyar ton, sehingga untuk meningkatkan produksi diperlukan alat penggali tambang seperti *Bucket Wheel Excavator* (BWE).

Dalam perencanaan dan pekerjaan di pertambangan tanah mempunyai peranan yang sangat penting. Tanah berfungsi sebagai penahan beban akibat alat berat di atas tanah yang harus bisa memikul seluruh beban alat berat beserta bangunan pendukung yang turut diperhitungkan, kemudian dapat meneruskannya ke dalam tanah sampai ke lapisan atau kedalaman tertentu, sehingga kuat atau tidaknya alat berat serta bangunan pendukung itu juga dipengaruhi oleh kondisi tanah yang ada. Kegiatan *maintenance* (perawatan) dan *repair* (perbaikan) mempunyai peranan yang sangat penting dalam mendukung beroperasinya suatu sistem secara lancar sesuai yang dikehendaki. Sistem tersebut akan mempengaruhi realisasi dari target produksi. Berdasarkan latar belakang di atas rumusan masalah penelitian ini adalah: Bagaimana pengaruh kuat tekan tanah, *maintenance* dan *repair Bucket Wheel Excavator* di PT. Bukit Asam (Persero) Tbk Tanjung Enim. Tujuan penelitian ini adalah menganalisa pengaruh kuat tekan tanah, *maintenance* dan *repair Bucket Wheel Excavator* di PT. Bukit Asam (Persero) Tbk Tanjung Enim.

## TINJAUAN PUSTAKA

### 1. *Bucket Wheel Excavator* (B.W.E.)

BWE alat berat yang memiliki dimensi sangat besar, digunakan pada tambang terbuka seperti penambangan batu bara memiliki roda berputar yang sangat besar dan dipasangkan kepada lengan. Ujung roda ini kemudian dipasangi semacam ember besi (Bucket) dengan gigi-gigi logam (teeth) dipinggiran bucket yang berfungsi untuk mengeruk batu bara di permukaan. Link Track (Gambar 1.) digunakan sebagai bantalan untuk pemegang roda rantai BWE. BWE sendiri memiliki dimensi yang sangat besar tentunya mengakibatkan beban yang diterima oleh bagian rantai roda cukup besar (Bandanadjaja, B dan Achyarsyah, 2015)

B.W.E. adalah alat berat yang digunakan pada *surface mining*, dengan fungsi utama sebagai mesin penggali terus menerus (*continuous digging machine*) dalam skala besar pada penambangan terbuka. Sistem pengoperasiannya paling efektif digunakan di tanah lunak yang tidak banyak mengandung batuan keras seperti halnya di tambang batubara. Komponen utama B.W.E. adalah roda berputar besar (*bucket wheel*) yang seperti piringan besar pada sebuah lengan raksasa secara vertikal dengan beberapa ember besi/baja (*bucket*) bergigi-gigi logam di bagian ujung *bucket*.

Penggalian pada B.W.E. dilakukan oleh sebuah *arm* yang diujungnya terdapat roda besar dimana di sekelilingnya dipasang mangkuk-mangkuk (*bucket*). *Arm*

beserta mangkuk-mangkuknya yang berputar pada rodanya ditekan ke arah material yang akan diangkut. Setelah mangkuk-mangkuk tersebut terisi penuh, selanjutnya ditumpahkan ke *belt conveyor* yang sudah terpasang sebagai alat angkut. Jumlah *bucket* yang banyak maka penggalian dengan B.W.E. dapat dilakukan secara terus menerus (*continuous*).

## **2. Tanah.**

Tanah adalah kumpulan butiran (agregat) mineral alami yang bisa dipisahkan oleh suatu cara mekanik bila agregat termasuk diaduk dalam air (Terzaghi, 1987). Selain itu dalam arti lain tanah merupakan akumulasi partikel mineral yang tidak mempunyai ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan.

### **2.1 Tanah Organik**

Menurut Bohnethal (1979) tanah organik memiliki tekstur terbuka dimana selain pori-pori makro, tekstur tanah organik juga didominasi oleh pori-pori mikro yang berada di dalam serat-serat organik. Dengan sistem pori ganda dan tingkat homogenitas yang tidak merata tersebut, serta berat isi tanah yang mendekati berat isi air, maka masalah pemampatan (*compressibility*) yang besar bisa mengakibatkan penurunan (*settlement*) yang besar juga. Selain itu karena tanah organik ini sangat lembek pada umumnya mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang rendah. Tanah jenis ini umumnya mudah mengalami penurunan yang besar. perilaku tanah organik sangat tergantung pada kadar organik (*organic content*), kadar abu (*ash content*), kadar serat (*fibrous content*). Makin tinggi kandungan organiknya makin rendah daya dukungnya (*bearing capacity*) dan kekuatan gesernya (*shear strength*).

Perilaku dan sifat tanah organik sangat tergantung pada komposisi mineral dan unsur-unsur kimianya, tekstur dan partikel-partikelnya serta pengaruh lingkungan disekitarnya. Sehingga untuk dapat memahami sifat dan perilakunya diperlukan pengetahuan tentang mineral dan komposisi kimia gambut. Hal ini dikarenakan mineralogi adalah faktor utama untuk mengontrol ukuran, bentuk, dan sifat fisik serta kimia dari partikel gambut. Sampai saat ini. Sehingga pengetahuan tentang gambut masih sangat sedikit sekali. Oleh karena itu, pemecahan dengan metode yang benar dan tepat adalah sangat diharapkan agar konstruksi yang dibangun dapat berdiri dengan kuat dan aman. Di dalam rekayasa geoteknik telah lama dikenal beberapa cara bagaimana memanfaatkan tanah asli yang memenuhi syarat sebagai material konstruksi, misalnya pada tanah lunak, gambut dan sebagainya. Hasil dari upaya rekayasa tersebut didapat keadaan tanah dengan daya dukung yang lebih baik serta sifat-sifat lainnya yang positif dilihat dari sudut pandang konstruksi. Sehingga sifat-sifat dan karakteristik tanah tersebut menjadi memadai sebagai material konstruksi.

### **2.3 Sifat – Sifat Fisik Tanah**

Tanah gambut mempunyai sifat beragam karena perbedaan bahan asal, proses pembentukan dan lingkungannya. Pada umumnya tanah gambut berwarna coklat tua meskipun bahan asalnya berwarna hitam, coklat, atau kemerah-merahan. Setelah mengalami dekomposisi terdapat senyawa-senyawa asam humik berwarna

gelap. Tanah gambut mempunyai sifat-sifat yang menonjol antara lain: a.Kerapatan massa yang lebih bila dibandingkan dengan tanah mineral b.Kecilnya berat tanah gambut bila kering c.Kemampuan menahan air tinggi d.Mengenai stukturanya yaitu keadaan fisik yang hampir tidak berubah. Sifat fisik tanah gambut lainnya adalah sifat mengering tidak balik. Gambut yang telah mengering, dengan kadar air <100% (berdasarkan berat), tidak bisa menyerap air lagi kalau dibasahi. Gambut yang mengering ini sifatnya sama dengan kayu kering yang mudah hanyut dibawa aliran air dan mudah terbakar dalam keadaan kering. Gambut yang terbakar menghasilkan energi panas yang lebih besar dari kayu/arang terbakar. Sifat-sifat fisik tanah berhubungan erat dengan kelayakan pada banyak penggunaan tanah. Kekokohan dan kekuatan pendukung, kapasitas penyimpanan air, plastisitas semuanya secara erat berkaitan dengan kondisi fisik tanah. Tidak berbeda dengan tanah lempung, parameter tanah yang penting untuk menentukan sifat fisik tanah gambut di antaranya: berat volume, specific gravity, kadar air, dan angka pori. Sedang parameter tanah gambut yang tidak diperlukan untuk tanah lempung adalah: kadar abu, kadar organik, dan kadar serat. Pada tanah lempung, dimana plastisitasnya sangat diperlukan untuk mengidentifikasi sifat tanah, pada tanah gambut sama sekali tidak diperlukan, mengingat tanah gambut tidak mempunyai sifat plastis. penggaliannya langsung dimuat ke alat angkut yang biasanya berupa rangkaian *belt conveyor* atau *belt wagon*, maka B.W.E. juga berfungsi sebagai alat muat. Kelebihan B.W.E. dapat memberikan tingkat produksi yang tinggi karena kerjanya yang terus menerus dan mesin raksasa ini dioperasikan dengan sistem hidrolik. Kelemahan pada B.W.E. ialah pada harga alat yang sangat tinggi dan karakteristik mesin yang hanya cocok digunakan di tanah yang relatif lunak.

### 3. Daya Dukung Tanah.

Daya dukung tanah adalah besarnya tekanan atau kemampuan tanah untuk menerima beban dari luar sehingga menjadi stabil. Kapasitas daya dukung pondasi dangkal berhubungan dengan perancangan dalam bidang geoteknik (Zakaria, Z, 2006). Kapasitas/daya dukung tanah (bearing capacity) adalah kekuatan tanah untuk menahan suatu beban yang bekerja padanya yang biasanya disalurkan melalui alat berat dan bangunan pendukung lainnya. Kapasitas/dayadukung tanah batas ( $q_u = q_{ult}$  = ultimate bearing capacity) adalah tekanan maksimum yang dapat diterima oleh tanah akibat beban yang bekerja tanpa menimbulkan kelongsoran geser pada tanah pendukung tepat di bawah alat berat dan bangunan pendukung lainnya.

$$m = N \times 14.5 \text{ kpa} \dots \dots \dots \text{persamaan 2.1}$$

### 4. California Bearing Ratio (CBR)

California Bearing Ratio (CBR) laboratorium adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Tekanan yang diperlukan untuk penetrasi piston berbentuk lingkaran dengan luas 3 in<sup>2</sup> (1935 mm<sup>2</sup>) yang ditekan masuk ke dalam tanah yang diletakkan dalam cetakan khusus dengan kecepatan penetrasi 1 mm/menit (Diana, W

dkk, 2011). Uji Californian Bearing Ratio (CBR) adalah uji penetrasi yang digunakan untuk mengevaluasi kekuatan tanah dasar jalan dan perkerasan. Hasil pengujian ini digunakan dengan kurva untuk menentukan ketebalan trotoar dan lapisan komponennya. Ini adalah metode yang paling banyak digunakan untuk desain perkerasan lentur.

Di Indonesia kapasitas dukung tanah dasar untuk kebutuhan perencanaan tebal perkerasan umumnya ditentukan dengan melakukan pengujian CBR. Berdasarkan cara mendapatkannya, uji CBR dapat dilakukan dengan 3 kondisi, salah satunya adalah CBR lapangan (field CBR) dengan menggunakan hasil pemeriksaan DCP. Pemeriksaan dengan alat DCP menghasilkan data kekuatan dukung tanah sampai kedalaman 90 cm di bawah tanah dasar. Hasil pemeriksaan ini dinyatakan dengan Penetrabilitas Skala Penetrometer (SPP) dan Tahanan Penetrasi Skala (SPR). SPP dinyatakan dalam satuan cm/tumbukan sementara SPR dinyatakan dalam tumbukan/cm. Untuk tanah, evaluasi kuat geser yang diperoleh dari uji sondir memberikan indikasi yang cukup baik. Untuk mendapatkan nilai CBR in-situ, uji sondir dapat digunakan berdasarkan korelasi empiris yang juga dapat dilakukan lebih dahulu di laboratorium. Mendapatkan korelasi untuk tanah sebagai berikut :

$$R = \frac{1}{2} \times q \dots \dots \dots \text{persamaan 2.2}$$

### 5. Maintenance dan Repair

*Maintenance* (perawatan) adalah suatu upaya yang dilakukan pada suatu objek untuk menjaga kondisi objek tetap dalam keadaan prima serta memperpanjang umur pakai objek tersebut (Ramandha, A, dkk, 2020). *Repair* (perbaikan) adalah suatu upaya yang dilakukan guna mengembalikan fungsi dan guna suatu alat yang telah mengalami kerusakan. Tujuan dari melakukan *maintenance* dan *repair* adalah:

- a. Agar suatu alat selalu dalam keadaan siap pakai (*high availability*)
- b. Memiliki kemampuan mekanis yang baik (*best performance*)
- c. Agar biaya perbaikan alat menjadi hemat (*reduce repair cost*)

*Maintenance* terbagi menjadi dua bagian yaitu *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*. *Preventive maintenance* dilakukan untuk mencegah kerusakan pada unit atau komponen sedangkan *corrective maintenance* dilakukan setelah komponen mengalami gejala kerusakan. Berikut penjelasan tentang kedua jenis *maintenance* tersebut.

### METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian Lokasi dan waktu penelitian dilaksanakan di PT. Bukit Asam, Tbk Tanjung Enim yang berlokasi di Jl. Parigi No.1 , Tanjung Enim

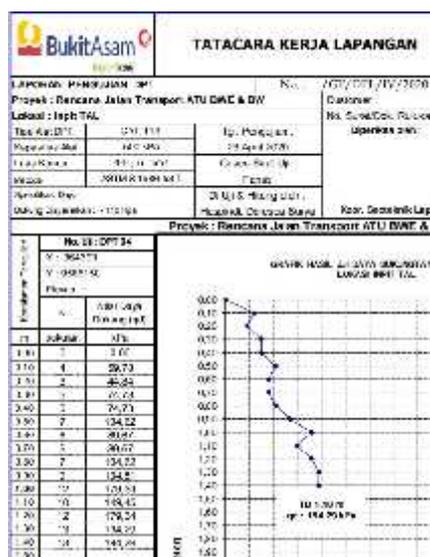
31716, Indonesia. Penelitian ini dilakukan pada Januari - April 2020. Obyek Penelitian Obyek penelitian adalah hal yang menjadi sasaran penelitian. Adapun obyek penelitian dalam penelitian ini meliputi : satuan kerja perawatan mesin dan alat Bucket Wheel Excavator (BWE). Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dengan cara pengamatan langsung dilapangan dan wawancara dengan narasumber yang berkaitan langsung dengan bidang kerja. Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung atau diperoleh dari buku -buku penunjang yang berhubungan dengan masalah yang dibahas berupa buku-buku referensi, penelitian-penelitian terdahulu. Data dianalisa secara deskriptif dengan menggunakan tabulasi dan gambar.

## PEMBAHASAN

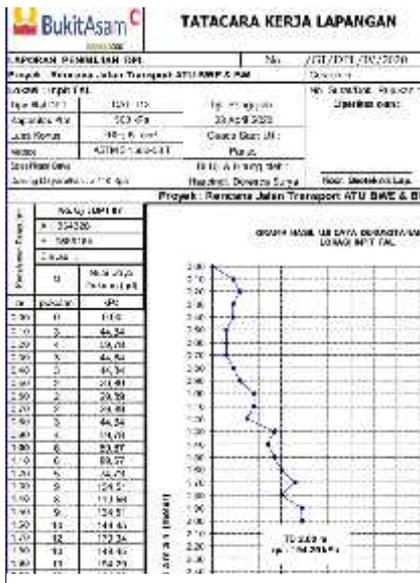
Dari hasil perhitungan dan analisa pengaruh alat berat *Bucket Wheel Excavator* terhadap kuat tekan tanah maintenance dan repair pada pekerjaan batu bara di PT.Bukit Asam Tanjung Enim didapatkan nilai daya dukung tanah yang diperoleh dari uji kuat tekan tanah, baik dari hasil uji *Dynamic Penetration Test* (DPT) dengan hasil uji di beberapa titik yaitu di titik 3 dengan  $q_c=179.34$  kpa di kedalaman 0.9 meter, titik 4 dengan  $q_c= 194.29$  kpa di kedalaman 1 meter, titik 5 dengan  $q_c=194.29$  kpa di kedalaman 0.8 meter, titik 7 dengan  $q_c=194.29$  di kedalaman 1 meter, titik 9 dengan  $q_c=224.18$  kpa di kedalaman 0.9 meter, dan titik 10 dengan  $q_c=194.29$  kpa di kedalaman 1 meter. Grafik hasil uji daya dukung tanah (DPT) titik 3, 4, 5, 7, 9 dan 10 dapat dilihat pada Gambar 1-5. Setelah semua titik di KOMPAKSI maka di uji lgi menggunakan alat Dutch Cone Penetrometer (DCP/SONDIR). Hasil uji tidak ada yang harus di kompaksi/aman dan bisa di lalui Bucket Wheel Excavator untuk perpindahan dari tempat sebelum nya ke tempat yang telah di tentukan. Hasil uji dapat dilihat pada Gambar 6.



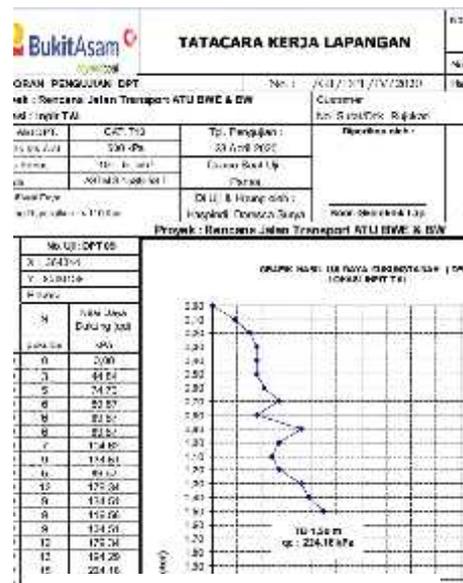
Gambar 1. Hasil Uji DDT Titik 3



Gambar 2. Hasil Uji DDT Titik 4



Gambar 2. Hasil Uji DDT Titik 7



Gambar 2. Hasil Uji DDT Titik 9

**BukitAsam** Rekaptasi Uji California Bearing Ratio (CBR)

NO. SURVEILANS: 49/0007  
 UPTAN: 0001

PROJEK: RENCANA JALAN TRANSPORT BWE 300 & BW 300

NO. UJI: Pengujian Lapangan/09/2020

LOKASI: Inpa TAL

Tipe Alat: 300-450  
 Tanggal Pengujian: 20 April 2020  
 Kondisi Cuaca: Panas  
 Sistem CBR: 5%

Nomor	Koefisien WGE 1084			Total Kelembaban (w <sub>t</sub> )	Rata-rata Nilai CBR (%)	Rekomendasi / Status
	X	Y	Z			
DCL.01	304625	9980311	75	14-50	OK	
DCL.02	304625	9980339	20	50-100	OK	
DCL.03	304688	9980329	17	20-100	OK	
DCL.04	304687	9980327	30	25-100	OK	
DCL.05	304700	9980344	16	30-100	OK	
DCL.06	304728	9980349	40	14-100	OK	
DCL.07	304743	9980357	25	25-100	OK	
DCL.08	304758	9980361	25	15-100	OK	
DCL.09	304774	9980380	25	30-100	OK	
DCL.10	304809	9980383	25	15-100	OK	
DCL.11	304829	9980432	30	20-100	OK	
DCL.12	304953	9980398	60	10-100	OK	
DCL.13	304971	9980421	62	14-100	OK	
DCL.14	304989	9980413	25	25-100	OK	

Gambar 6. Kompaksi DCP

Perawatan yang paling penting pada *Bucket Wheel Excavator* yang dilakukan oleh PT Bukit Asam adalah pemberian pelumasan yang tepat dan teratur pada bagian penting seperti *Bucket* sesuai ketentuan yang berlaku agar keadaan alat tetap terpelihara. Sedangkan jenis kerusakan dan penggantian yang sering dijumpai pada *BWE (Bucket Wheel Excavator)* di PT. Bukit Asam ini adalah baut-baut pada bagian arm depan yang sering longgar, yang apabila dibiarkan bisa menyebabkan *Bucket* jatuh atau lepas. Untuk itu dilakukan perawatan yang lebih terhadap baut pada arm depan tersebut. Perawatan yang tepat akan memperpanjang umur dan kegunaan dari peralatan. Dalam penyusunan perawatan haruslah memilih interval waktu yang telah ada dan terjadwal, seperti perawatan harian, mingguan,

bulanan dan tahunan, agar kondisi mesin dan peralatan tetap dalam keadaan baik. Bagian Bucket dan Arm yang harus dilakukan perawatan dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8



Gambar 7. Perawatan Bucket



Gambar 8. Perawatan Arm Depan

Untuk analisa kerusakan yang dilakukan di PT Bukit Asam adalah dengan melakukan pencarian kerusakan yang terjadi pada bagian-bagian dari mesin. Kemudian dari analisa tersebut dapatlah ditemukan permasalahan yang terjadi dan melakukan tindakan perbaikannya. Begitu halnya dengan *Bucket* pada *Bucket Wheel Excavator* gangguan sering ditemukan saat mesin beroperasi. Gangguan sering terjadi akibat keausan. Mekanisme keausan pada material berhubungan erat dengan gesekan (*friction*) dan pelumasan (*lubrication*). Ketiga subyek ini yang dikenal dengan nama ilmu *Tribologi*. Keausan bukan merupakan sifat dasar material, melainkan respons material terhadap sistem luar (kontak permukaan). Material apapun dapat mengalami keausan disebabkan mekanisme yang beragam. Untuk kerusakan alat sering terjadi akibat pembebanan tarik, dampak, puntir atau fatigue sering terjadi saat menggunakan alat dengan komponen/part alat yang kecil. Perbaikan alat yang rusak untuk komponen kecil lebih memakan waktu sehingga lebih sering untuk mengganti komponen/part suatu sistem dibandingkan melakukan disain komponen, karena komponen baru memiliki ketahanan/umur pakai (*life*) lebih lama.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil uji Dynamic Penetration Test (DPT) dengan hasil uji di beberapa titik harus di KOMPAKSI yaitu di titik 3 dengan  $q_c=179.34$  kpa di kedalaman 0.9 m, titik 4 dengan  $q_c=194.29$  kpa di kedalaman 1.1m, titik 5 dengan  $q_c=194.29$  kpa di kedalaman 0.8m, titik 7 dengan  $q_c=194.29$  di kedalaman 1m, titik 9 dengan  $q_c=224.18$  kpa di kedalaman 0.9m, dan titik 10 dengan  $q_c=194.29$  kpa di kedalaman 1.1m. Saran penelitian ini adalah sebelum melakukan uji coba *Dynamic Penetration Test* dan *Dutch Cone Penetrometer* sebaiknya memakai safety first terlebih dahulu dan saat pengujian seharusnya melakukan Tata Cara Kerja (TCK) yang benar sesuai yang ada dalam prosedur di masing-masing alat tersebut. Lakukanlah pelumasan yang teratur

dan tepat, guna menjaga kondisi dari peralatan dan mesin. Sebaiknya sistem pengaman pada *Bucket Wheel Excavator* dapat bekerja dan berfungsi dengan baik sehingga keamanan sewaktu bekerja dan sewaktu melakukan perbaikan dapat terjamin.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Zakaria, Z. 2006. Daya Dukung Tanah Pondasi Dangkal. Laboratorium Geologi Teknik Jurusan Geologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran.
- Willis Diana, Afriza Marianti, Ika Ernawati. 2011. Optimasi Kadar Aspal pada Stabilisasi Tanah Pasir Menggunakan Aspal dengan Uji CBR. JURNAL ILMIAH SEMESTA TEKNIKA Vol. 14, No. 2, 127-132, November 2011.
- Beny Bandanadjaja dan M. Achyarsyah. 2015. Perancangan Material Coran Baja Link Track untuk Bucket Wheel Excavator Baturaja. CR Journal. Volume 01. No 01. 2015.
- Abdi Ramandha, Ch.Desi Kusmindari, Septa Hardini, 2020.  
<http://conference.binadarma.ac.id/index.php/BDCES> e - ISSN: 2686 - 5777