

Analisa Alat Penghancur Aspal Untuk Meningkatkan Kadar Aspal
LM Sjamsul Qamar dan La Ode Al Muslim

ANALISA ALAT PENGHANCUR ASPAL UNTUK MENINGKATKAN KADAR ASPAL

LM Sjamsul Qamar¹

Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Dayanu Ikhsanuddin BauBau

La Ode Al Muslim²

Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Dayanu Ikhsanuddin BauBau

e-mail : laodealm@gmail.com

ABSTRAK-Di Indonesia terdapat cadangan Aspal alam tepatnya di Buton. Kadar Aspal yang terkandung dalam Aspal Buton bervariasi dan rendah, masih banyak kapur yang tidak diresapi Aspal, maka harus dihancurkan agar kapur dan Aspal dapat dipisahkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan alat berdasarkan tegangan dan regangan pada poros serta mengetahui kemampuan alat berdasarkan sudut puntir pada poros. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode perhitungan tegangan geser akibat puntir, regangan geser akibat puntir dan perhitungan sudut puntir. Hasil dari penelitian ini adalah tegangan dan regangan geser akan bervariasi berdasarkan jarak dari pusat penampang dan terdapat peningkatan sudut puntir dengan bertambahnya jarak terhadap baling-baling yang terkekang. Disimpulkan bahwa Tegangan dan regangan terbesar terjadi pada putaran 1740 rpm pada elemen 45 dengan $r_i = 1,3096$ Mpa $r_o = 1,6895$ Mpa. Perlu penambahan larutan asam dan menggunakan pemanas yang lebih efektif.

Kata kunci. *Alat Penghancur Aspal, Kadar Aspal, Poros, Tegangan Geser, Regangan Geser, Sudut Puntir.*

I. PENDAHULUAN

Aspal Buton adalah Aspal alam yang terkandung dalam deposit batuan yang terdapat di pulau Buton dan sekitarnya. Dengan jumlah deposit (Asbuton) yang mencapai 650 juta ton, menjadikan Indonesia sebagai negara penghasil Aspal terbesar di Dunia. Kadar Aspal yang terkandung dalam Asbuton bervariasi, antara 10 – 40%. Aspal Buton merupakan campuran antara bitumen yang lebih bervariasi dan rendah (18 – 35%), dan mineral yang tinggi (65 – 82%) yang diserap oleh endapan batu kapur yang kemungkinan ada beberapa titik yang tidak mampu di serap sehingga kadar Aspal Buton tidak merata atau bervariasi. Banyak peneliti di Indonesia yang spesifik membahas mengenai *ekstraksi* Aspal Buton (Asbuton) berbagai pelarut telah di uji pada *ekstraksi* Aspal Buton (Asbuton) antara lain, *kerosin*, *n-heksana*, TCE (trichloroethilen) dan *n-propil bromide*, dan *karbon tetraclorida* (CCL4). Selain cara yang telah dilakukan beberapa peneliti di atas untuk memisahkan bagian titik kapur yang tidak diresapi Aspal untuk meningkatkan kadar Aspal dan untuk memkonsistenkan karakteristik Aspal dapat dilakukan dengan cara menghaluskan melalui penghancuran pada air panas menggunakan alat penghancur. Melihat beberapa kondisi di atas penulis tertantang untuk membuat alat penghancur aspal yang

menggunakan rotor dan stator seperti yang di produksi oleh *comax high mixer* untuk peningkatan kadar Aspal Buton (Asbuton). Dengan harapan dapat memberikan hasil kadar Aspal Buton yang merata dan kualitas yang baik dan dapat memberikan solusi terkait dengan pemanfaatan masalah Aspal Buton (Asbuton).

II. LANDASAN TEORI

A. Penelitian Terdahulu

Hendra Fauzi (2012) dalam penelitiannya *Ekstrasi* Bitumen dari Batuan Aspal Buton Menggunakan Gelombang Mikro dengan pelarut n-Heptana, toluena, dan etanol. Pada penelitian ini Aspal Buton akan di ekstrasi menggunakan metode ekstraksi dengan metode ekstraksi dengan bantuan gelombang mikro. Ekstrasi dilakukan dengan tiga variasi, yaitu rasio volume pelarut (n-Heptana : toluena : etanol), variasi volume pelarut dan waktu ekstrasi. Pada volume pelarut 50 mL dengan rasio volume pelarut n-Heptana, toluena, etanol 5:3:2, dan waktu ekstrasi 5 menit, diperoleh yield bitumen sebesar 32,38%. Ekstraksi yang di dapat kemudian diuji menggunakan FTIR. Hasil spektrum FTIR ekstrasi dari ekstrasi Aspal Buton menandakan adanya kesamaan dengan spektrum FTIR bitumen.

B. Aspal

Aspal merupakan senyawa *hidro karbon* struktur *molekul* Aspal sangatlah kompleks yang merupakan koordinasi dari 3 (tiga) jenis struktur dasar *molekul hidro karbon*, yaitu *alifatik siklis dan aromatis*. Struktur *alifatik* berbentuk *linear*, ataupun tiga dimensi.

1. Jenis-jenis aspal

- Aspal Alam adalah Aspal yang didapat disuatu tempat di alam, dan dapat digunakan sebagaimana diperolehnya atau dengan sedikit pengolahan.
- Aspal minyak adalah aspal yang merupakan *residu destilasi* minyak bumi.

2. Genesa Asphalt (Terbentuknya Aspal)

Aspal yang terdapat di pulau Buton dapat diklasifikasikan sebagai suatu lapisan homoklin yang tersingkap ke luar dan tererosikan. Minyak yang mengalir perlahan-lahan membentuk suatu telaga pada tempat perembesan keluar dan *fraksi* ringan yang telah keluar. Lapisan yang telah mengandung Aspal tersebut adalah *gamping globigerima* yang berpori-pori dan *gamping*

Analisa Alat Penghancur Aspal Untuk Meningkatkan Kadar Aspal

LM Samsul Qamar dan La Ode Al Muslim

terumbu yang dinamakan *formasi sampolaksa*. Formasi ini mengandung batu pasir yang dijenuhi 10 sampai 20% bitumina, bahkan sampai 30%.

3. Sifat-sifat Aspal

Sifat fisik Aspal adalah sebagai berikut :

- a. Kekerasan: kekerasan Aspal dapat di gores dengan kuku berarti tingkat kekerasannya kurang dari 2,5 skala mohs
- b. Lengket: jika kadar bitumennya tinggi maka daya lengketnya makin kuat begitu juga sebaliknya.
- c. Berat jenis: Aspal rata-rata sekitar 1,5 gr/cm³.
- d. Warna: semakin tinggi kadar bitumen Aspal yang dikandung maka semakin hitam warnanya, begitu pula sebaliknya.
- e. Struktur: amorf kompak.

4. Komposisi Kimia dan Mineral Asbuton

Komposisi kimia dan mineral Aspal Buton yang ada di lokasi Lawele dan Kabungka dapat dilihat dari tabel berikut :

Tabel 1. sifat kimia Aspal Buton dari Kabungka dan Lawele

Jenis pengujian	Hasil pengujian	
	Asbuton padat Dari Kabungka	Asbuton padat Dari Lawele
Parafin (p) %	8,86	11,23
Parameter Maltene	2,06	1,50
Nitrogen/ Parafin, N/P	3,28	2,41
Kandungan asphaltene, %	46,92	39,45
Nitrogen (N), %	29,04	27,01
Acidafins (A1),%	6,60	9,33
Acidafins (A2),%	8,43	12,98

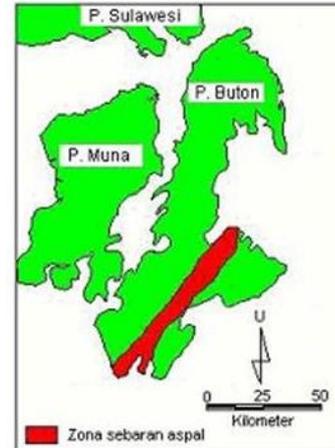
Tabel 2 Komposisi mineral Asbuton Lawele dan Kabungka

Senyawa	Hasil pengujian	
	AsButon dari Kabungka (%)	AsButon dari Lawele (%)
C _a CO ₃	86,66	72,90
MgCO ₃	1,43	1,28
CaSO ₄	1,11	1,94
CaS	0,36	0,52
H ₂ O	0,99	2,94
SiO ₂	5,64	17,06
Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	1,53	2,31
Residu	0,96	1,05

5. Deposit Aspal Buton

Aspal alam yang tersedia di pulau Buton mempunyai cadangan yang sangat besar, merupakan deposit Aspal alam terbesar di dunia. Deposit Aspal Buton terbesar dari teluk Sampolawa sampai dengan teluk Lawele sepanjang 75 km dengan lebar 12 km, ditambah wilayah Ereke. Ilustrasi lokasi

deposit Aspal alam dari eksplorasi yang di lakukan *Alberta Research Council* di daerah Lawele pada 132 titik pengeboran diperoleh hasil bahwa ketebalan Aspal Buton berkisar antara 9 m sampai 45 m atau ketebalan rata-rata 29,88 m dengan tebal tanah penutup 0-17 meter atau rata-rata tebal tanah penutup 3,47 m pada luas daerah pengaruh Aspal Buton 1.527.343 m².



Gambar 1: zona sebaran endapan Aspal pulau Buton (Sikumbang dkk, 1995).

6. Karakteristik Aspal Buton

Aspal Buton terdiri dari kandungan Aspal dan mineral. Pada prinsipnya, bitumen mengandung tiga komponen penting yang mempengaruhi karakteristik bitumen tersebut, yaitu *asphaltene*, resin dan minyak. Kandungan Aspal di dalam Aspal Buton mampu menggantikan Aspal minyak karena kualitasnya lebih baik dari pada Aspal minyak. Kandungan Aspal dari Aspal Buton tersebut mencapai 40,9%.



Gambar 2. Aspal bentuk bongkahan

Partikel Aspal yang terdapat di Kabungka umumnya keras dengan kandungan *Asphaltene* tinggi dan kandungan *maltene* lebih rendah di bandingkan dengan Aspal minyak. Semakin tinggi kandungan *asphaltene*, maka bitumen semakin keras, makin kental, makin tinggi titik lembeknya dan makin rendah harga penetrasinya. Tingginya kandungan *Asphaltene* ini yang membuat kualitas Asbuton lebih baik di bandingkan Aspal minyak karena sifatnya yang kuat dan panas (Kurniadji,2007).

Tabel 3. tipikal karakteristik fisik raw material Asbuton Kabungka dan Asbuton Lawele.

Karakteristik	Aspal Buton	
	kabungka	lawele

Analisa Alat Penghancur Aspal Untuk Meningkatkan Kadar Aspal

LM Samsul Qamar dan La Ode Al Muslim

A. Sifat Aspal buton		
Kadar bitumen (%)	19,8	34,5
Kadar minyak ringan yang menguap pada 163 °C, (%)	0,024	4,7
Warna	Abu-abu	Hitam
Berat jenis	2,297	1,825
B. Sifat bitumen hasil ekstraksi dan pemulihan:		
Penetrasi bitumen pada 25 °C, 100 g,5 sec (dmm)	4	158
Daktilitas pada 25°C, 5 cm/min (cm)	4,3	>140
Titik lembek (°C)	81,7	37,6
Penetrasi setelah penurunan berat pada 163 °C selama 5 jam (dmm)	3	47
Berat jenis	1,047	1,035

7. Aspal Buton Butir

Aspal Buton butir adalah hasil pengolahan dari Aspal Buton berbentuk padat yang di pecah dengan alat pemecah batu (crusher) atau alat pemecah lainnya yang sesuai, sehingga memiliki ukuran butir tertentu. Adapun bahan baku untuk membuat Aspal Buton butir ini adalah Aspal Buton padat dengan nilai penetrasi bitumen rendah (<0,1 mm), seperti Aspal Buton di Kabungka atau yang memiliki nilai penetrasi bitumen di atas 0,1 mm (misal, Aspal Buton di Lawele), namun dapat juga penggabungan dari kedua jenis Aspal Buton padat tersebut.



Gambar.3 Aspal butir.

8. Aspal Buton Hasil Ekstraksi

Ekstrasi Aspal Buton dapat dilakukan secara total sehingga mendapatkan bitumen Aspal murni atau memanfaatkan keunggulan mineral Aspal Buton sebagai filler, ekstrasi di lakukan hingga mencapai kadar bitumen tertentu. Produk ekstrasi Aspal Buton dalam campuran berAspal dapat digunakan sebagai bahan tambah (additive) Aspal sebagai bahan pengikat sebagaimana halnya Aspal standar siap pakai atau setara Aspal keras (Prativi S. 1998).

9. Fungsi Aspal

Menurut Bina Marga (2007) fungsi Aspal antarlain sebagai berikut:

- a. Untuk mengikat batuan agar tidak lepas dari permukaan jalan akibat lalu lintas (water proofing, protect terhadap erosi)

- b. Sebagai bahan pelapis dan perekat agregat.
- c. Lapis resap pengikat (prime coat) adalah lapisan tipis Aspal cair yang diletakan di atas lapis pondasi atas sebelum lapis permukaan.
- d. Lapis pengikat (tack coal) adalah lapis Aspal cair yang diletakan di atas jalan yang telah ber Aspal sebelum lapis berikutnya di hampar, berfungsi pengikat diantara keduanya.
- e. Sebagai pengisi ruang yang kosong antara agregat kasar halus dan filler.

10. Produksi Asbuton Campuran Panas

Aspal harus dipanaskan pada temperatur antara 140°C-160°C di dalam suatu tangki yang dirancang sedemikian rupa sehingga dapat mencegah terjadinya pemanasan setempat dan mampu mengalirkan Aspal ke alat pencampur secara terus menerus temperatur yang merata setiap saat. (Petunjuk Teknis. Pemanfaatan Asbuton butir dalam campuran beraspal panas. Depertemen pekerjaan umum direktorat jendral bina marga).

11. Mesin pemecah

Dalam dunia industri mesin pemecah merupakan salah satu mesin yang mempunyai fungsi vital karena menyuplai material yang digunakan untuk berbagai proyek konstruksi, mesin pemecah adalah mesin yang di gunakan untuk memecahkan material keras yang berukuran besar menjadi ukuran yang lebih kecil.

C. Teori Pengujian

1. Motor Listrik

Motor listrik merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya, memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dan lain sebagainya. Motor listrik digunakan juga di rumah (mixer, bor listrik, fan atau kipas angin) dan di industri. Motor listrik dalam dunia industri seringkali disebut dengan istilah “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri. (https://zona elektro.net > motor – listrik. Prinsip kerja motor listrik dan jenis....- zona elektro).

2. Prinsip Kerja Motor Listrik

Prinsip kerja motor listrik pada dasarnya sama untuk semua jenis motor secara umum:

- a. Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya
- b. Ikatan kawat yang memberikan arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran/ loop maka kedua sisi loop, yaitu pada sudut kanan medan magnet, akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.
- c. Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar/torque untuk memutar kumparan

Analisa Alat Penghancur Aspal Untuk Meningkatkan Kadar Aspal

LM Sjamsul Qamar dan La Ode Al Muslim

d. Motor-motor memiliki beberapa loop pada dinamanya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan *elektromagnetik* yang disebut kumparan medan.

3. Gaya Gesek

Gaya gesek adalah gaya yang berlawanan arah dengan gaya benda. gaya ini terjadi karena sentuhan benda dengan bidang lintasan akan membuat gesekan antara keduanya disaat benda mulai bergerak hingga benda bergerak. Besarnya gaya ini ditentukan berdasarkan kekasaran permukaan kedua bidang yang bersentuhan, jadi semakin kasar permukaan suatu bidang maka nilai gaya geseknya akan semakin besar.

4. Torsi

Torsi adalah ukuran kekuatan/ gaya yang dapat menyebabkan objek berputar sekitar sumbu. Sama seperti gaya yang menyebabkan suatu objek berakselerasi dalam kinematika linear (gerak lurus), torsi inilah yang menyebabkan suatu objek memperoleh percepatan sudut.

5. Suhu

Suhu adalah suatu besaran yang menunjukkan derajat panas benda. Suhu juga di sebut temperatur yang diukur dengan alat termometer. Mudahnya semakin tinggi suhu suatu benda. Semakin panas benda tersebut.

6. Mata penghancur

Aplikasi dan pengantar mixer geser tinggi di rancang dengan rotor empat atau tiga bilah dengan kecepatan putar tinggi dengan stator stasioner, sangat cocok untuk geser dan pengemulsi dalam cairan-cairan padatan.



Gambar 4. bentuk mata penghancur sumber

7. Prinsip Kerja alat

Alat ini di rancang terdiri dari rotor dan stator berputar dengan kecepatan tinggi. Rotor melaju dengan kecepatan tinggi dan berputar melalui setiap pembukaan atau fase stator, dan bahan-bahan yang berada di bawah akan diisap dan bergeser ke atas dengan kuat. Ekstrusi sentrifugal, dan hasilnya, bahan-bahan dengan padat atau cair semua emulsi dalam ukuran properti dengan permintaan yang berbeda. Itu

dengan efisiensi tinggi dan menjamin kualitas tinggi dalam waktu kerja yang singkat.

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu Dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan dan pengambilan data dilaksanakan pada bulan Juli sampai oktober 2019 Penelitian ini dilakukan diberbagai tempat sebagai berikut:

1. Pembuatan alat dibuat di bengkel Baaria yang bertempat Kelurahan Melai.
2. Pengujian dan pengambilan data dilakukan di bengkel Baaria yang bertempat Kelurahan Melai.
3. Pengujian kadar bitumen dilakukan di laboratorium teknik sipil Universitas Dayanu Ikhsanuddin Baubau

B. Peralatan Dan Bahan Penelitian

1. Alat :

- 1) Mesin las listrik
- 2) Mesin bor
- 3) Mesin gurinda
- 4) Meter
- 5) Siku meter
- 6) Seperangkat kunci-kunci
- 7) Tachomete
- 8) Stopwact
- 9) Termometer
- 10) Jangka sorong

2. Bahan Penelitian

- 1) Eletroda
- 2) Batu gurinda
- 3) Motor listrik
- 4) Besi Plat
- 5) Pipa besi
- 6) Drum
- 7) Aspal
- 8) Alat Pemanas
- 9) Baut dan Mur
- 10) Besi Siku

C. Prosedur Penelitian

Prosedur pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara:

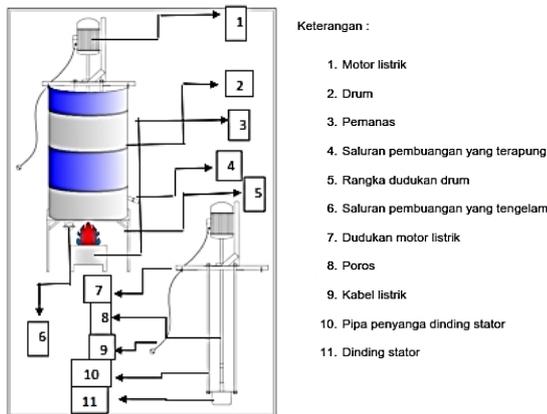
- 1) Persiapan alat dan bahan
- 2) Pembuatan alat penghancur Aspal
- 3) Pengujian alat penghancur Aspal
- 4) Pengambilan data
- 5) Analisa data
- 6) Hasil
- 7) Kesimpulan dan saran

Analisa Alat Penghancur Aspal Untuk Meningkatkan Kadar Aspal

LM Samsul Qamar dan La Ode Al Muslim

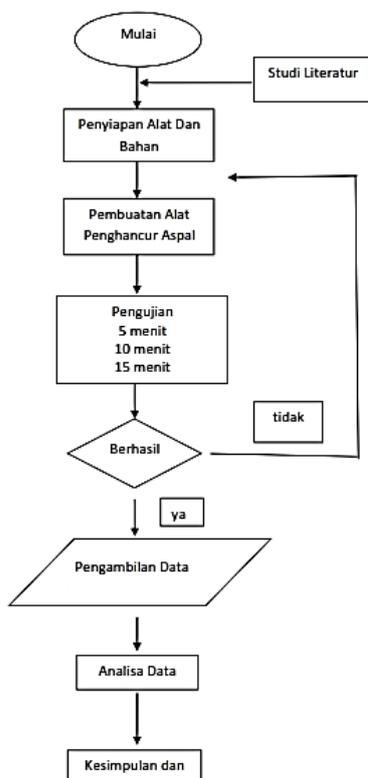
D. Prosedur pengambilan Data

- 1) Menimbang Aspal sebanyak 10 kg sebagai sampel
- 2) Mengisi air sebanyak 25 liter kedalam drum (sampai rotor tengelam oleh air)
- 3) Memanaskan air sampai 86° c (di atas titik lembek Aspal)
- 4) Memasukan aspal ke dalam drum
- 5) Mengukur suhu sampai mengukur suhu dengan cara meletakkan thermometer batang kedalam air sampai 80°C (pada titik lembek Aspal)
- 6) Mulai menghidupkan motor penggerak selama waktu yang di tentukan
- 7) Mengukur kecepatan putaran poros
- 8) Selesai dengan waktu yang ditentukan
- 9) Mengukur suhu Aspal yang di dalam drum yang telah dihancurkan setelah mesin penggerak di hentikan
- 10) Memisahkan sampel terapung dan yang tengelam



Gambar 5. Sketsa alat penghancur Aspal

E. Diagram Alir Penelitian



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

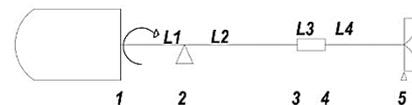
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan

Untuk mengetahui tegangan dan regangan yang terjadi pada titik-titik tertentu maka diambil lima titik pada poros yaitu :

1. Titik 1 : ujung poros yang menempel pada motor
2. Titik 2 : titik yang berada pada bantalan 2
3. Titik 3 : titik yang berada pada ujung kiri sambungan poros
4. Titik 4 : titik yang berada pada pada ujung kanan sambungan poros
5. Titik 5 : ujung poros yang menempel pada baling-baling

Karena itu poros dibagi menjadi empat elemen yaitu elemen 12 (antara motor dan bantalan 2), elemen 23 (antara bantalan 2 dan sambungan poros), elemen 34 (sambungan poros) dan elemen 45 (antara sambungan poros dan baling-baling).



Gambar 7. diagram benda bebas poros yang terpuntir

1. Perhitungan tegangan geser akibat puntir

Perhitungan dibawah ini dilakukan untuk kondisi mesin tanpa beban yaitu pada putaran motor 2140 rpm. Momen inersia polar penampang elemen poros 12, 23 dan 45 :

$$I_p = \frac{\pi}{32} (d_o^4 - d_i^4)$$

$$= \frac{\pi}{32} ((3,38 \cdot 10^{-2})^4 - (2,62 \cdot 10^{-2})^4) = 0,0819 \cdot 10^{-6} m^4$$

dimana : d_o = diameter luar penampang poros, m

Analisa Alat Penghancur Aspal Untuk Meningkatkan Kadar Aspal

LM Sjamsul Qamar dan La Ode Al Muslim

d_i = diameter dalam penampang poros, m

Momen inersia polar penampang elemen poros 34 :

$$I_p = \frac{\pi}{32} (d_{o2}^4 - d_{i2}^4) = \frac{\pi}{32} ((4,07 \cdot 10^{-2})^4 - (3,38 \cdot 10^{-2})^4) = 0,1413 \cdot 10^{-6} m^4$$

Momen puntir atau torsi yang bekerja pada poros :

$$T = \frac{P \cdot 60}{2 \pi N_p} = \frac{1491,4 \times 60}{2 \pi 2140} = 6,6551 N \cdot m$$

dimana : P = daya motor, W

N_p = putaran pada poros, rpm

Elemen poros 12, 23 dan 45 mempunyai penampang yang sama dengan tegangan geser pada lingkaran luar :

$$\tau_{o.1} = \frac{T (d_o/2)}{I_p} = \frac{6,6551 (3,38 \cdot 10^{-2}/2)}{0,0819 \cdot 10^{-6}} = 1,3737 \text{ MPa}$$

Tegangan geser pada lingkaran dalamnya:

$$\tau_{i.1} = \frac{T (d_i/2)}{I_p} = \frac{6,6551 (2,62 \cdot 10^{-2}/2)}{0,0819 \cdot 10^{-6}} = 1,0648 \text{ MPa}$$

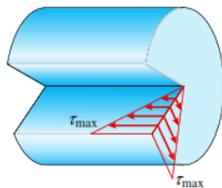
Tegangan geser lingkaran luar pada elemen poros 34 :

$$\tau_{o.2} = \frac{T (d_o/2)}{I_p} = \frac{6,6551 (3,38 \cdot 10^{-2}/2)}{0,1413 \cdot 10^{-6}} = 0,9588 \text{ MPa}$$

Tegangan geser lingkaran dalamnya :

$$\tau_{i.2} = \frac{T (d_i/2)}{I_p} = \frac{6,6551 (2,62 \cdot 10^{-2}/2)}{0,1413 \cdot 10^{-6}} = 0,7962 \text{ MPa}$$

Tegangan geser ini akan bekerja pada arah longitudinal dan transversal.



Gambar 8. Tegangan geser longitudinal dan transversal pada batang lingkaran

2. Perhitungan regangan geser akibat puntir

Regangan geser pada lingkaran luar untuk elemen poros 12, 23 dan 45

$$\gamma_{o.1} = \frac{\tau_{o.1}}{G} = \frac{1,3737}{80.000} = 17,1711 \cdot 10^{-3}$$

dimana : G = modulus elastisitas geser, MPa

Regangan geser pada lingkaran dalamnya,

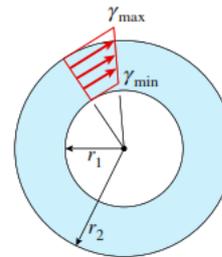
$$\gamma_{i.1} = \frac{\tau_{i.1}}{G} = \frac{1,0648}{80.000} = 13,3102 \cdot 10^{-3}$$

Regangan geser pada lingkaran luar untuk elemen poros 34,

$$\gamma_{o.2} = \frac{\tau_{o.2}}{G} = \frac{0,9588}{80.000} = 11,9847 \cdot 10^{-3}$$

Regangan geser pada lingkaran dalamnya,

$$\gamma_{i.2} = \frac{\tau_{i.2}}{G} = \frac{0,7962}{80.000} = 9,9529 \cdot 10^{-3}$$



Gambar 9. Variasi regangan geser pada tabung lingkaran

3. Perhitungan sudut puntir

Laju puntiran untuk elemen poros 12, 23 dan 45,

$$\theta_1 = \frac{\gamma_{o.1}}{d_{o1}/2} = \frac{17,1711 \cdot 10^{-3}}{3,38 \cdot 10^{-2}/2} = 1,0160 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

Laju puntiran untuk elemen poros 34,

$$\theta_{2v} = \frac{\gamma_{o.2}}{d_{o2}/2} = \frac{11,9847 \cdot 10^{-3}}{4,07 \cdot 10^{-2}} = 0,5889 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

Sudut puntir di tiap elemen poros,

$$\phi_{12} = \theta_1 \times L_{12} = 1,0160 \cdot 10^{-3} \times 1,30 = 1,3209 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

$$\phi_{23} = \theta_1 \times L_{23} = 1,0160 \cdot 10^{-3} \times 4,05 = 4,1150 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

$$\phi_{34} = \theta_2 \times L_{34} = 0,5889 \cdot 10^{-3} \times 0,4271 = 0,2515 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

$$\phi_{45} = \theta_1 \times L_{45} = 1,0160 \cdot 10^{-3} \times 2,75 = 2,7941 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

Sudut puntir di tiap titik,

$$\phi_5 = 0 \text{ rad}$$

$$\phi_4 = \phi_{45} = 2,7941 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

$$\phi_3 = \phi_4 + \phi_{34} = (2,7941 + 0,2515) \cdot 10^{-3} = 3,0456 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

$$\phi_2 = \phi_3 + \phi_{23} = (3,0456 + 4,1150) \cdot 10^{-3} = 7,1606 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

$$\phi_1 = \phi_2 + \phi_{12} = (7,1606 + 1,3209) \cdot 10^{-3} = 8,4815 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

Sudut puntir di tiap titik dalam derajat,

$$\phi_5 = 0^\circ$$

$$\phi_4 = 0,016^\circ$$

$$\phi_3 = 0,1745^\circ$$

$$\phi_2 = 0,4103^\circ$$

$$\phi_1 = 0,4860^\circ$$

3. Perhitungan kadar bitumen

Analisa Alat Penghancur Aspal Untuk Meningkatkan Kadar Aspal

LM Sjamsul Qamar dan La Ode Al Muslim

Analisa kadar bitumen diperoleh melalui uji laboratorium, kadar bitumen untuk waktu pengujian sampel 5 menit yang tengelam adalah

$$\begin{aligned} \text{Kadar bitumen} &= \frac{(\text{Berat contoh kering}-\text{Berat mineral})}{\text{Berat contoh kering}} \times 100 \\ &= \frac{(39,6 - 30,7)}{39,6} \times 100\% = 22,47\% \end{aligned}$$

Kadar bitumen untuk waktu pengujian sampel 10 menit yang tengelam adalah

$$\begin{aligned} \text{Kadar bitumen} &= \frac{(\text{Berat contoh kering}-\text{Berat mineral})}{\text{Berat contoh kering}} \times 100\% \\ &= \frac{(51,2 - 38,6)}{51,2} \times 100\% = 24,61\% \end{aligned}$$

Kadar bitumen untuk waktu pengujian sampel 15 menit yang tengelam adalah :

$$\begin{aligned} \text{Kadar bitumen} &= \frac{(\text{Berat contoh kering}-\text{Berat mineral})}{\text{Berat contoh kering}} \times 100\% \\ &= \frac{(45,2 - 34,1)}{45,2} \times 100\% = 24,56\% \end{aligned}$$

Analisa kadar bitumen diperoleh melalui uji laboratorium, kadar bitumen untuk waktu pengujian sampel 5 menit yang terapung adalah

$$\begin{aligned} \text{Kadar bitumen} &= \frac{(\text{Berat contoh kering}-\text{Berat mineral})}{\text{Berat contoh kering}} \times 100\% \\ &= \frac{(30,2 - 25,3)}{30,2} \times 100\% = 16,23\% \end{aligned}$$

Kadar bitumen untuk waktu pengujian sampel 10 menit yang terapung adalah

$$\begin{aligned} \text{Kadar bitumen} &= \frac{(\text{Berat contoh kering}-\text{Berat mineral})}{\text{Berat contoh kering}} \times 100\% \\ &= \frac{(25,6 - 20,9)}{25,6} \times 100\% = 18,36\% \end{aligned}$$

Kadar bitumen untuk waktu pengujian sampel 15 menit yang terapung adalah

$$\begin{aligned} \text{Kadar bitumen} &= \frac{(\text{Berat contoh kering}-\text{Berat mineral})}{\text{Berat contoh kering}} \times 100\% \\ &= \frac{(30,1 - 24,7)}{30,1} \times 100\% = 17,94\% \end{aligned}$$

B. Pembahasan

1. Pembahasan tegangan geser akibat puntir

Tegangan geser maksimum berada di lingkaran luar penampang sedangkan tegangan geser minimum berada di lingkaran dalam penampang.

Tegangan berbanding lurus dengan torsi yang bekerja pada poros, sedangkan torsi berbanding terbalik dengan putaran yang terjadi pada poros. Sehingga dengan menurunnya putaran

maka akan terjadi peningkatan tegangan geser (akibat puntir) pada poros.

2. Pembahasan regangan

Berdasarkan rumus, regangan geser berbanding lurus dengan tegangan geser sehingga regangan geser akan bervariasi berdasarkan jarak dari pusat penampang. Regangan geser maksimum berada di lingkaran luar penampang sedangkan regangan geser minimum berada di lingkaran dalam penampang.

3. Pembahasan sudut puntir

Perhitungan puntiran pada poros dilakukan berdasarkan kondisi ketika baling-baling terkekang. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa terdapat peningkatan sudut puntir dengan bertambahnya jarak terhadap baling-baling yang terkekang.

4. Pembahasan kadar bitumen

Berdasarkan perhitungan kadar bitumen cenderung meningkat untuk sampel aspal yang tenggelam maupun terapung, dengan kadar maksimal 24,61% dan 18,36% pada pengujian 10 menit.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Tegangan dan regangan geser bervariasi berdasarkan jarak dari pusat penampang. Terdapat peningkatan tegangan geser (akibat puntir) dengan menurunnya putaran pada poros. Tegangan dan regangan terbesar terjadi pada putaran 1740 rpm pada elemen 45 dengan $r_i = 1,3096$ Mpa $r_o = 1,6895$ Mpa dibandingkan dengan tegangan geser yang diizinkan pada bahan poros yang digunakan = 36,5023 Mpa. Dengan demikian alat ini aman digunakan.
2. Terdapat peningkatan sudut puntir dengan bertambahnya jarak terhadap baling-baling yang terkekang. Sudut puntir berbanding lurus dengan regangan sehingga sudut puntir akan bertambah dengan menurunnya putaran pada poros. Sudut puntir terbesar terjadi pada putaran 1740 rpm pada poros dan pada jarak terjauh dari baling-baling, maka berdasarkan perhitungan nilai sudut puntir yang dihasilkan poros sangatlah kecil dengan demikian alat ini aman digunakan.

B. Saran

Beberapa saran penting bagi yang ingin melanjutkan penelitian dalam bidang sejenis atau yang ingin mengembangkan penelitian ini adalah :

1. Untuk meningkatkan kadar aspal perlu penambahan larutan asam baik organik maupun non organik saat penghancuran.

Analisa Alat Penghancur Aspal Untuk Meningkatkan Kadar Aspal

LM Sjamsul Qamar dan La Ode Al Muslim

2. Untuk pemanas sebaiknya digunakan pemanas yang lebih efektif.
3. Untuk penelitian selanjutnya di sarankan memvariasikan air.
4. Diupayakan saluran untuk mengeluarkan Aspal yang telah di hancurkan berdiameter besar.
5. Untuk peneliti berikutnya dapat dianalisa tingkat kehalusan Aspal.
6. Menggunakan motor bensin/disel.
13. Sikubang dkk (1995) Peta Geologi Lembar Buton, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung, skala 1 : 250.000
14. Shell International oil products BV., Bisar 3,0- user's manual 1998 The Hugua.
15. Aspalmixingplant.blogspot.com di akses pada 28 juli 2019
16. [Google.com/search?q= jenis +Aspal+buton+butir dan safe](https://www.google.com/search?q=jenis+Aspal+buton+butir+dan+safe) di akses pada 28 juli 2019
17. [https://www.google.com/search?q=aspal+buton+dalam +bentuk+bongkahan&safe](https://www.google.com/search?q=aspal+buton+dalam+bentuk+bongkahan&safe) di akses pada 28 juli 2019
18. <https://zona.elektro.net> > motor – listrik. Prinsip kerja motor listrik dan jenis...- zona elektro di akses pada 29 juli 2019
19. <https://www.google.com/search?q=comax+high+shear+mixer> dan [save.di](#) akses pada 29 juli 2019

DAFTAR PUSTAKA

1. Astamar popov zainul 1978 tentang mekanika teknik.(Mechanics Of Materials) Erlangga Ciracas Jakarta 13740
2. Fannisa, H, Wahyudi, M, (2010). Perencanaan Campuran Aspal Beton dengan meengunakan Filler Kapur Padam, Semarang : program Studi Diploma III Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
3. Fauzi Hendra 2012 tentang ekstrasi bitumen dari batuan aspal buton menggunakan gelombang mikro dengan pelarut N-Heptana, Toluena, dan Etanol, Universitas Indonesia
4. Hermein, Rahman. (2010). Laporan Desertasi, Evaluasi Model Modulus Bitumen Asbuton dan Model Modulus Campuran yang mengandung Bitumen Asbuton, Institut Teknologi Bandung
5. Hermadi Madi dkk 2017 tentang teknologi perkerasan aspal buton Bandung
6. Kendhal Prativi S, (1998), Hot Mix Asphalt For Intersestion Hot Climates, NCAT Report No.98-6
7. Kurniadji ,(2007) Modul trainir of trainee : bahan aspal dan Asbuton untuk pekerjaan jalan dan jembatan dan di Rektorat Jendral Bina Marga, D.P.U
8. Petunjuk Teknis. Pemanfaatan asbuton butir dalam campuran beraspal panas. Depertemen pekerjaan umum direktorat jendral bina marga
9. Rosyid, A. 1998 pertambangan Aspal pulau buton ,PPTM, Bandung
10. Salomon, Delmar R. (2006) Aspal Emulsion Tecnology. Washintong, DC: Transportration Research Board
11. Subagio,B.S.Karsaman R.H 'Fahmi, I (2003) fatigue characteristics of HRA mix using Indonesia Rock Asphalt (Asbuton) as a filler. Proceeding of ease IX. Bali. Indonesia
12. Siswoebrotho,BI. Dan Kusnianti N (2005) laboratory evaluation of Lawele Buton Batural Aspal In concretre mix ture proseding of Eastern Asia sosiaty for tranportation studies ,5, 857, 867