

PENGARUH PENAMBAHAN SERABUT (FIBER) KELAPA SAWIT TERHADAP POROSITAS BETON

Yeni Trianah^{1*}, Santi Sani²

¹²Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik

Universitas Musi Rawas

* E-mail: trianah.yeni@yahoo.com

Abstrak

Porositas dapat didefinisikan sebagai perbandingan volume pori-pori (volume yang ditempati oleh fluida) terhadap volume total beton. Beton sebagai salah satu bahan yang sangat penting digunakan pada struktur bangunan memiliki beberapa kelebihan yaitu mudah di kerjakan, mudah di bentuk sesuai kebutuhan, perawatan mudah dan murah, ekonomis dalam pembuatannya karena menggunakan bahan-bahan lokal yang mudah diperoleh. Secara struktural beton memiliki kekuatan yang cukup besar dalam menahan gaya tekan. Beton serat adalah beton yang dicampur dengan material serat, bisa berupa serat alami dan serat sintetis yang digunakan untuk memperbaiki sifat mekanis beton. Pemakaian serat sabut kelapa dalam campuran beton serat memberi kontribusi positif dalam pemanfaatan serabut kelapa sawit. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan sampel silinder ukuran 50x50x50 mm untuk benda uji porositas. Pengaruh penambahan serabut kelapa sawit pada campuran beton terhadap porositas beton berdasarkan analisis regresi didapatkan rumus $P = 0,00477 (FA)^2 - 0,16598 (FA) + 22,46869$

Kata kunci: Serabut Kelapa Sawit, Porositas

PENDAHULUAN

Teknologi beton selalu dibutuhkan dalam pembangunan infrastruktur. Beton sering digunakan sebagai bahan bangunan struktur karena beton dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan, perawatannya tidak memerlukan biaya tinggi, dan memiliki kuat tekan tinggi (Paul, 2007:93). Hal ini dikarenakan proses pembuatannya yang mudah dan bahan baku pembuatan beton yang mudah didapat, maka harga beton relatif murah. Selain itu, beton juga memiliki ketahanan yang baik terhadap kondisi lingkungan. Beton merupakan campuran antara bahan agregat halus dan kasar dengan pasta semen (terkadang juga ditambahkan *admixtures*), campuran tersebut apabila dituangkan ke dalam cetakan kemudian didiamkan akan menjadi keras seperti batuan. Proses pengerasan terjadi karena adanya reaksi kimiawi antara air dengan semen yang terus berlangsung dari waktu ke waktu, hal ini menyebabkan kekerasan beton terus bertambah sejalan dengan waktu. Beton dapat juga dipandang sebagai batuan buatan di mana adanya rongga pada partikel yang besar (agregat kasar) diisi oleh agregat halus dan rongga yang ada di antara agregat halus akan diisi oleh pasta (campuran air dengan semen) yang juga berfungsi sebagai bahan perekat sehingga semua bahan penyusun dapat

menyatu menjadi massa yang padat (Melati, 2019).

Pembangunan di Indonesia dalam arti fisik seperti perumahan dan sarana yang lain, semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk. Disisi lain, pembangunan rumah tinggal dengan biaya yang murah merupakan program yang senantiasa diupayakan pemerintah dan didambakan oleh masyarakat pada saat ini. Dalam upaya untuk menekan biaya bangunan, salah satu caranya adalah dengan pemanfaatan bahan limbah, karena mudah diperoleh, biaya transportasi murah serta dapat menjadi sumber mata pencaharian masyarakat setempat diantaranya pemanfaatan serabut kelapa sawit yang diambil seratnya (Renreng, 2015). Ide dasar pada penggunaan bahan seperti limbah serabut kelapa sawit adalah untuk memanfaatkan bahan yang tidak terpakai yang juga tidak dapat didaur ulang dan memiliki nilai ekonomis bagi masyarakat sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini mencoba untuk memanfaatkan serabut kelapa sawit sebagai bahan tambahan dalam pembuatan beton.

Serabut kelapa sawit memiliki daya serap air yang cukup tinggi yaitu sekitar 8-9 kali dari massanya, dan mampu menyerap air di sekitarnya. Selain itu, serabut kelapa sawit mengandung kadar garam yang rendah

sehingga bebas dari bakteri dan jamur (Arifin, 2018). Serabut kelapa sawit memiliki sifat fisik yaitu memiliki porositas 95% dan densitas kamba atau bulk density $\pm 0,25$ gram/ml (Wirman dan Apriza, 2016).

Penelitian ini dilakukan dengan menambah serat serabut kelapa sawit ke dalam adukan beton. Serabut kelapa sawit diaplikasikan pada beton sebagai bahan tambah untuk mengetahui daya serap air yang dihasilkan. Kemampuan daya serap air pada beton perlu dilakukan untuk mengetahui apakah daya serap yang dihasilkan dapat mempengaruhi kuat tekannya, sehingga perlu dilakukan pengujian daya serap pada beton (Tumangan, 2016). Kemudian dengan penambahan serabut kelapa sawit yang berdimensi kecil dan dengan persentase yang sedikit, diharapkan bahan tambah tersebut mampu untuk mengisi rongga dengan baik sehingga akan menghasilkan massa yang lebih padat dan dapat menghasilkan nilai kuat tekan yang tinggi.

Beton pada dasarnya memiliki karakteristik kuat terhadap gaya tekan, akan tetapi memiliki nilai kuat tarik dan kuat lentur yang rendah. Kemudian kapasitas regangan beton yang umumnya rendah juga menyebabkan penurunan kekuatan tekan yang cepat setelah beton mencapai beban maksimum, sehingga dapat terjadi keruntuhan secara tiba-tiba. Oleh karena itu diperlukan suatu inovasi pencampuran beton dengan bahan tambah serat yang elastis, salah satunya menggunakan sabut kelapa di dalam beton yang diharapkan dapat menunda terjadinya keruntuhan yang terjadi secara tiba-tiba tersebut.

DASAR TEORI

Pengertian Beton

Beton adalah suatu campuran yang terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah atau agregat lain yang dicampur menjadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air membentuk suatu massa mirip batuan. Kadang, satu atau lebih bahan aditif ditambahkan untuk menghasilkan beton dengan karakteristik tertentu, seperti kemudahan pengerjaan (*workability*), durabilitas, dan waktu pengerasan. (Dipohusodo, 1990:76). Beton diperoleh dengan cara mencampurkan semen, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*) tertentu. Material pembentuk beton tersebut dicampur dengan merata dengan komposisi tertentu menghasilkan suatu campuran yang plastis sehingga dapat dituang dalam cetakan untuk dibentuk sesuai keinginan. Campuran tersebut bila dibiarkan akan mengalami pengerasan sebagai akibat

reaksi kimia antara semen dan air yang berlangsung selama jangka waktuyang panjang atau dengan kata lain campuran beton akan bertambah keras sejalan dengan umurnya. (Mulyono, 2005:65).

Pada beton yang baik, setiap butir agregat seluruhnya terbungkus dengan mortar. Demikian halnya dengan ruang antar agregat, harus terisi oleh mortar. Jadi kualitas pasta atau mortar menentukan kualitas beton. Semen adalah unsur kunci dalam beton, meskipun jumlahnya hanya 7-15% dari campuran. (Akbar, 2018) Sifat masing-masing bahan juga berbeda dalam hal perilaku beton segar maupun pada saat sudah mengeras, selain faktor biaya yang perlu diperhatikan. Di lain pihak, secara volumetris beton diisi oleh agregat sebanyak 70-75%, jadi agregat juga mempunyai peran yang sama pentingnya sebagai material pengisi beton.

Kualitas beton dapat ditentukan antara lain dengan pemilihan bahan-bahan pembentuk beton yang baik, perhitungan proporsi yang tepat, cara pengerjaan dan perawatan beton yang baik, serta pemilihan bahan tambah yang sesuai dengan dosis optimum yang diperlukan (Tjokrodimulyo, 1996:29). Bahan pembentuk beton terdiri atas semen, agregat halus, agregat kasar, air dan bahan tambah (*admixture*) jika diperlukan. Untuk pembuatan beton yang baik, material-material tersebut harus melalui tahap penelitian yang sesuai standar penelitian yang baku sehingga didapat material yang berkualitas baik.

Serabut Buah Kelapa Sawit

Kelapa Sawit merupakan salah satu tanaman budidaya penghasil minyak nabati berupa Crude Plam Oil (CPO), sangat banyak ditanam dalam perkebunan di Indonesia terutama di pulau Sumatera, Kalimantan, Sulawesi dan Papua. Selain menghasilkan CPO, dalam proses pengolahan kelapa sawit juga menghasilkan berbagai jenis limbah, yang salah satunya adalah serat. Serat merupakan limbah sisa perasan buah sawit berupa serabut (Zulkifly, 2013). Bahan ini mengandung protein kasar sekitar 4% dan serat kasar 36% (lignin 26%). Serat atau serabut didapat dari bagain dalam buah sawit yang diproses dalam mesin (alat pengempa). Pengempaan (proses pemerasan) merupakan salah satu proses pengolahan kelapa sawit di PKS. Serat biasanya berukuran pendek sesuai buah sawit. Kandungan kimia serabut didominasi oleh glucan sebanyak 219kg/ton berat kering, xylan 153 kg/ton berat kering, lignin 234 kg/ton berat kering, SiO₂ 632 kg/ton berat kering, K₂O 90 kg/ ton berat kering, dan CaO 72 kg/ton berat kering.

Serat merupakan limbah sisa perasan

buah sawit berupa serabut seperti benang. Bahan ini mengandung protein kasar sekitar 4% dan serat kasar 36% (lignin 26%) serta mempunyai kalor 2637 kkal/kg – 3998 kkal/kg. Serabut (fiber) kelapa sawit sebagai alternatif bahan bakar merupakan salah satu limbah padat yang dihasilkan dari pabrik kelapa sawit yakni ampas serabut (fiber) yang di produksi dari stasiun fiber cyclone setelah melewati proses ekstraksi melalui unit screw press.

Porositas

Porositas adalah besarnya persentase ruang-ruang kosong atau besarnya kadar pori yang terdapat pada beton dan merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi kekuatan beton. Pori-pori beton biasanya berisi udara atau berisi air yang saling berhubungan dan dinamakan dengan kapiler beton. Kapiler beton akan tetap ada walaupun air yang digunakan telah menguap, sehingga kapiler ini akan mengurangi kepadatan beton yang dihasilkan. Dengan bertambahnya volume pori maka nilai porositas juga akan semakin meningkat dan hal ini memberikan pengaruh buruk terhadap kekuatan beton.

Beton mempunyai kecenderungan berisi rongga akibat adanya gelembung-gelembung udara yang terbentuk selama atau sesudah pencetakan. Hal ini penting terutama untuk memperoleh campuran yang mudah untuk dikerjakan dengan menggunakan air yang berlebihan daripada yang dibutuhkan guna persenyawaan kimia dengan semen (Fansuri, 2020). Air ini menggunakan ruangan dan bila kemudian kering akan menimbulkan ronggarongga udara. Dapat ditambahkan bahwa selain air yang mengawali pemakaian ruangan dan kelak menjadi rongga, terjadi juga rongga-rongga udara langsung pada jumlah persentase yang kecil. Hal lain adalah terdapatnya pengurangan volume absolut dari semen dan air setelah reaksi kimia dan terjadi pengeringan sedemikian rupa sehingga pasta semen sudah kering akan menempati volume yang lebih kecil dibandingkan dengan pasta yang masih basah, berapapun perbandingan air yang digunakan (Sultan, 2019).

Selain itu porositas beton timbul karena pori atau rongga yang ada di dalam butiran agregat yang terbentuk oleh adanya udara yang terjebak dalam butiran ketika pembentukan atau dekomposisi mineral. Agregat yang menempati kurang lebih 70-75% dari volume beton akan sangat berpengaruh terhadap porositas beton akibat porositas yang dimiliki oleh agregat sendiri. Gradasi atau ukuran butiran yang dimiliki oleh agregat juga berpengaruh terhadap nilai porositas beton karena dengan ukuran yang seragam maka

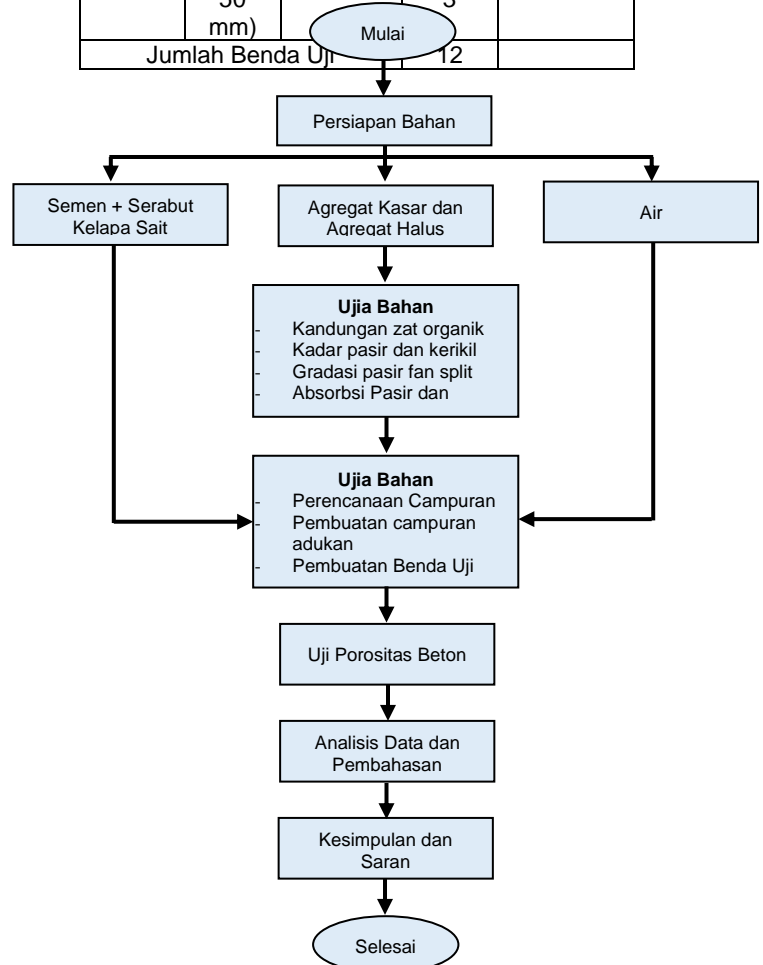
porositas akan semakin besar sedangkan dengan ukuran yang tidak seragam porositas beton justru berkurang. Hal ini dikarenakan butiran yang kecil dapat menempati ruangan/pori diantara butiran yang lebih besar sehingga porositas beton menjadi kecil.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Penelitian dirancang dengan 4 perlakuan untuk uji porositas, masing-masing diulang 3 kali. Perlakuan yang diujicobakan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Sampel Benda Uji Beton dengan Bahan Tambah Serabut Kelapa Sawit

Bahan Tambah Serabut Kelapa Sawit	Ukuran Benda Uji	Jenis Pengujian	Jumlah Benda Uji	Keterangan
0%	Kubus (50 x 50 x 50 mm)	Porositas	3	Pengujian umur 28 Hari
10%			3	
20%			3	
30%			3	
Jumlah Benda Uji			12	



Gambar 1. Diagram Alir penelitian

Pengujian Porositas

Pengujian porositas dilakukan pada sampel berbentuk kubus dengan ukuran 50 x 50 x 50 mm. tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui besarnya prosentase pori-pori beton terhadap volume beton padat. Adapun langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Melepas benda uji dari cetakan setelah berumur 1 hari kemudian dirawat di bak curing.
2. Sampel masing-masing umur benda uji diangkat dari bak curing dan diangin-anginkan.
3. Menyiapkan benda uji lalu dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 100°C selama 24 jam.
4. Benda uji dikeluarkan dari oven dan diangin-anginkan pada suhu kamar (25°C) kemudian ditimbang dan didapatkan berat beton kondisi kering oven (C).
5. Benda uji dimasukkan ke dalam desicator guna proses pemvacuuman benda uji dengan vacuum pump. Proses pemvacuuman benda uji dilakukan selama 24 jam. Setelah divacuumkan, benda uji dialiri air sampai semua benda uji benar-benar terendam air. Perendaman benda uji juga dalam kondisi vacuum dan dilakukan selama 24 jam. Setelah perendaman selama 24 jam kemudian ditimbang dalam air dan didapatkan berat beton dalam air (A).
6. Benda uji dikeluarkan dari dalam air dan dilap permukaannya untuk mendapatkan kondisi SSD kemudian sampel ditimbang dan didapatkan berat beton kondisi SSD setelah perendaman (B).

Dari hasil pengujian diatas kemudian dihitung besarnya porositas benda uji dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Porositas} = \frac{B-C}{B-A} \times 100\%$$

Dengan ,

- A : berat sampel dalam air, *W water* (gram)
- B : berat sampel kondisi SSD, *W saturation* (gram)
- C : berat sampel kering oven, *W dry* (gram)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian porositas ini dilakukan terhadap beton setelah benda uji berumur 28 hari. pengujian benda uji berupa kubus berdimensi 50x50x50 mm untuk setiap variasi penambahan serabut kepala sawit. Pengujian ini untuk mengetahui besarnya porositas beton. Ketiga benda uji ditimbang beratnya kondisi kering oven (C), dalam air (A), dan kondisi SSD (B) kemudian dicatat hasilnya sesuai dengan hasil penimbangan. Besarnya porositas dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

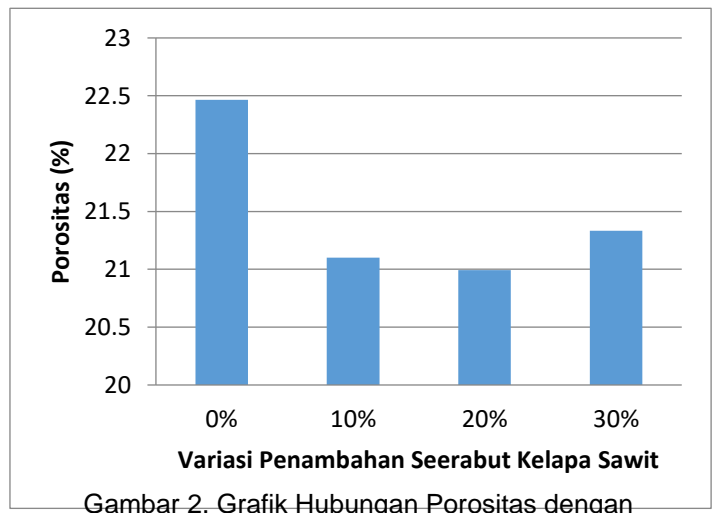
$$\text{Porositas} = \frac{B-C}{B-A} \times 100\%$$

Berdasarkan pengujian pada tiap variasi beton diperoleh nilai porositas yang disajikan dalam Tabel 2. di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian Porositas

No	Serabut Kelapa Sawit	Berat Kering Oven (gr)	Berat Beton dalam Air (gr)	Berat Beton Kondisi SSD (gr)	Nilai Porositas
1	0%	301	192,5	331	21,66064
2		311	197	345	22,97297
3		305	193	338	22,75862
Rata-rata					22,46408
1	10%	301	192,5	337	22,14532
2		330	209	361	20,39473
3		311	196,5	341	20,76124
Rata-rata					21,10043
1	20%	308	195	338	20,97902
2		300	190	330	21,42857
3		306	194	335	20,56737
Rata-rata					20,99165
1	30%	303	192	334	21,83098
2		323	204	355	21,19205
3		310	197	340	20,97902
Rata-rata					21,33401

Dari data pada Tabel 2. diperoleh grafik hubungan porositas dengan variasi penambahan serabut kelapa sawit yang digambarkan pada Gambar 2.



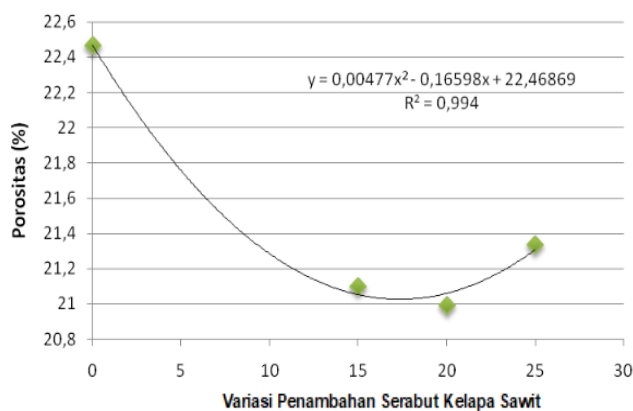
Gambar 2. Grafik Hubungan Porositas dengan

Variasi Penambahan Serabut Kelapa Sawit

Dari Tabel 2. dan Gambar 2. diketahui bahwa nilai porositas beton berturut-turut untuk beton dengan variasi penambahan serabut kelapa sawit untuk perkerasan kaku sebesar 0%, 15%, 20%, 25% adalah 22,46408%, 21,10043%, 20,99165%, 21,3401%. Dari Gambar 4.6. analisis terhadap hasil pengujian dengan menggunakan fasilitas trendline pada Microsoft Excel diketahui bahwa nilai porositas beton yang minimum adalah 21,02761% pada variasi penambahan serabut kelapa sawit sebesar 17,36357% berdasarkan persamaan regresi polynomial orde 2 yang terbentuk.

Berdasarkan penelitian tentang beton, menunjukkan bahwa serabut kelapa sawit berperan sebagai pengisi ruang kosong (rongga) diantara butiran-butiran semen sehingga serabut kelapa sawit akan menambah kedekatan. Berdasarkan penelitian tersebut dapat diketahui bahwa abu sekam padi selain sebagai bahan pengikat alternatif juga dapat menjadi bahan pengisi (*filler*). Setelah terjadinya proses hidrasi dimana air semen telah kering maka akan menimbulkan pori-pori pada beton, maka dengan penambahan serabut kelapa sawit akan menjadi bahan pengisi (*Filler*) yang mengakibatkan serapan air menjadi berkurang dan porositasnya menjadi kecil sehingga serabut kelapa sawit sangat tepat digunakan sebagai bahan campuran beton untuk perkerasan kaku.

Dengan memanfaatkan fasilitas *trendline* pada *Microsoft Excel* maka dapat diperoleh regresi dari data variasi kadar penambahan serabut kelapa sawit dengan data pengujian porositas beton. Hubungan antara nilai porositas dengan variasi penambahan serabut kelapa sawit disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Regresi Nilai Porositas dengan Penambahan Serabut Kelapa Sawit

Dari Gambar 3. diperoleh nilai $R^2 = 0,994$

yang mana nilainya mendekati 1 sehingga ada hubungan antara kedua variabel yang dianalisa. Sedangkan persamaan yang dihasilkan digunakan untuk mencari besarnya kadar penambahan serabut kelapa sawit dan besarnya nilai porositas beton.

Perhitungan kadar penambahan serabut kelapa sawit yang optimum untuk menghasilkan nilai porositas beton yang minimum adalah sebagai berikut:

$$P = 0,00477 (FA)^2 - 0,16598 (FA) + 22,46869$$

dengan,

$$P = \text{porositas beton (\%)}$$

FA = kadar penambahan serabut kelapa sawit (%)

P minimum terjadi pada $dP/d(FA) = 0$

$$\text{maka } dP/d(FA) = 0,00956 (FA) - 0,16599$$

Dari persamaan di atas diperoleh nilai FA dan P sebagai berikut:

$$FA = \frac{0,16599}{0,00956}$$

$$FA = 17,36357$$

Dengan memasukkan nilai FA ke persamaan awal maka diperoleh:

$$P = 0,00477 (17,36357)^2 - 0,16598 (17,36357) + 22,46869$$

$$P = 21,02761$$

Dari hasil perhitungan di atas diambil nilai FA = 17,36357 yang berarti kadar penambahan serabut kelapa sawit yang optimum adalah sebesar 17,36357% yang akan menghasilkan nilai porositas beton minimum (P) sebesar 21,02761%.

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut: Pengaruh penambahan serabut kelapa sawit berpengaruh terhadap porositas beton berdasarkan analisis regresi didapatkan rumus $P = 0,00477 (FA)^2 - 0,16598 (FA) + 22,46869$, dengan P = porositas beton (%), FA = kadar penambahan serabut kelapa sawit (%), dengan harga $R^2 = 0,994$.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. I. (2018). Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Sebagai Material Pengganti Semen Pada Campuran Beton Self Compacting Concrete (SCC) Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas Beton. *Rekayasa Teknik Sipil*, 1(1/REKAT/18).
- Arifin, M., Nisa, C., & Mariana, Z. T. (2018). Respon Pertumbuhan dan Hasil Kedelai Varietas Anjasmoro Terhadap Pemberian Bokashi Serabut Buah

- Kelapa Sawit. *Agroekotek View*, 1(1), 13-20.
- Dipohusodo, Istimawan. 1990. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: PT Gramedia.
- Fansuri, S., Diana, A. I., & Deshariyanto, D. (2020). Penggunaan Campuran Serbuk Kerang Lokal Sebagai Pengganti Sebagian Semen Pada Pembuatan Beton. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*.
- Paul Nugraha, Antoni. 2007. *Teknologi Beton, dari material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Melati, S. (2019). Studi Karakteristik Relasi Parameter Sifat Fisik Dan Kuat Tekan Uniaksial Pada Contoh Batulempung, Andesit, Dan Beton. *Jurnal Geosapta*, 5(2), 133.
- Mulyono, T, 2005. *Teknologi Beton*, Andi, Yogyakarta.
- Renreng, Ilyas,dkk. 2015. Kekuatan Tarik Komposit Serat Kelapa (Cocos Nucifera) dengan Perlakuan Curcuma Domestica. *Jurnal Mekanikal*. Makassar.
- Sultan, M. A. (2019). Korelasi Porositas Beton Terhadap Kuat Tekan Rata-Rata. *Teknologi Sipil*, 2(2).
- Tjokrodimulyo, K. 1996. *Teknologi Beton*. Nafiri: Yogyakarta.
- Tumingan, T., Tjaronge, M. W., Sampebulu, V., & Djamaluddin, R. (2016). Penyerapan dan Porositas pada Beton Menggunakan Bahan Pond Ash Sebagai Pengganti Pasir. *Jurnal Poli-Teknologi*, 15(1).
- Wirman, S. P., Fitri, Y., & Apriza, W. (2016). Karakterisasi komposit serat sabut kelapa sawit dengan perekat PVAc sebagai absorber. *Journal Online of Physics*, 1(2), 10-15.
- Zulkifly dkk. 2013. Pengaruh Penambahan Serat Serabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Jurnal Stabilita*. Kendari.