

## PENGUNAAN *SPENT BLEACHING EARTH* DARI SISA PEPEJAL KELAPA SAWIT DALAM REKABENTUK BANCuhan KONKRIT

**Zurina Binti Safee**

**Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah, Shah Alam, Selangor**  
zurina@psa.edu.my

**Siti Azliya Binti Ismail**

**Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah, Shah Alam, Selangor**

### ABSTRAK

*Spent Bleaching Earth* (SBE) merupakan sisa industri yang dihasilkan daripada proses pemurnian minyak kelapa sawit. *Environmental Treated Clay* (ETC) diperoleh daripada pengekstrakan *hexane* daripada *Spent Bleaching Earth* (SBE). Masalah pembuangan sisa industri minyak kelapa sawit yang berlebihan dapat dikurangkan dengan menggantikan ETC ke dalam bahan konkrit. Kajian ini bertujuan mengkaji ETC sebagai bahan alternatif dalam konkrit. Kajian dijalankan dengan menggantikan simen dengan 20% ETC dan 30% ETC serta menggantikan pasir dengan 50% ETC dan 60% ETC. Sebanyak 45 kiub sampel bersaiz 150mm x 150mm x 150mm disediakan dengan nisbah bahan bancuhan yang berbeza-beza. Pengawetan air dipraktikkan keatas sampel kiub yang dihasilkan. Ujian kekuatan mampatan telah dijalankan keatas konkrit yang berumur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Perbandingan keputusan ujian kekuatan mampatan kiub menunjukkan bahawa konkrit yang menggantikan simen dengan 20% ETC mempunyai kekuatan lebih tinggi berbanding dengan 30% ETC. Manakala konkrit yang menggantikan pasir dengan 50% ETC mempunyai kekuatan lebih tinggi berbanding dengan 60% ETC. Dapatan menunjukkan pertambahan peratusan ETC dalam bancuhan konkrit menggantikan simen dan pasir akan menyebabkan penurunan nilai kekuatan mampatan konkrit tersebut. Dapatan menunjukkan peratusan ETC sebagai bahan gantian perlu dikurangkan untuk memastikan konkrit mencapai kekuatan mampatan yang tertentu. Kajian ini menunjukkan ETC sebagai pilihan bahan baru dalam pasaran semasa untuk persekitaran yang lebih hijau.

**KATA KUNCI:** *Spent Bleaching Earth* (SBE), *Environmental Treated Clay* (ETC)

### 1.0 PENGENALAN

Konkrit merupakan sejenis bahan komposit yang sering digunakan dalam sektor pembinaan. Konkrit merupakan gabungan simen, batu baur kasar, batu baur halus dan air yang dicampurkan mengikut kadar pencampuran tertentu yang telah ditetapkan. Kekuatan konkrit memainkan peranan utama dalam menghasilkan konkrit yang berkualiti. Penekanan dalam piawaian dan spesifikasi bahan, rekabentuk bancuhan, prosedur ujian serta teknik pembinaan telah dibangunkan dalam meningkatkan kualiti konkrit. Kerajaan dan industri juga telah memberi penekanan yang mendalam mengenai konkrit yang berkekuatan tinggi, konkrit yang berprestasi tinggi dan tempoh pembinaan yang lebih cepat (Armaghani, 2010). Hasil daripada penekanan ini, penyelidikan telah memberi tumpuan dalam menghasilkan perubahan dalam sifat-sifat bahan asas konkrit dan pembangunan bahan-bahan baru untuk mencapai konkrit yang lebih berkualiti, berkekuatan tinggi, dan tahan lama.

Malaysia merupakan pengeluar komoditi kedua terbesar pengeluaran minyak sawit di dunia selepas Indonesia. Perangkaan daripada National Biomass Strategi Blueprint menunjukkan menjelang 2020, industri minyak sawit Malaysia dijangka menjana kira-kira 100 juta tan kering biojisim pepejal (Tarmeze, 2012). Industri minyak sawit negara menghasilkan kira-kira 90 juta ton biomas *nikel lignoselulosik*, termasuk batang kelapa sawit, daun kelapa dan efluen penapisan minyak sawit (POME). *Spent Bleaching Earth* (SBE) adalah sisa pepejal yang dihasilkan daripada proses penapisan minyak sawit. *Bleaching earth* digunakan untuk mengeluarkan warna, fosfolipid, produk teroksidasi, logam dan *residual gums* dari minyak (Ubolrat, 2014). Ia juga menyerap kira-kira 0.5% berat minyak semasa proses penapisan minyak sawit. SBE kini dilupuskan secara langsung di tapak pelupusan tanpa rawatan dan boleh menyebabkan pencemaran air dan udara yang teruk (K. Y. Cheonga et.al, 2013). Malah sisa pelupusan yang banyak akan menyebabkan kos pembuangan bahan sisa yang tinggi kepada pengeluar minyak sawit. Longgokan sisa buangan SBE ini boleh dikitar semula bagi mengurangkan longgokan sisa buangan di tapak pelupusan sampah. Kitar semula merujuk kepada pengembalian sesuatu bahan atau produk kepada bentuk lain atau membawa maksud penukaran sisa buangan melalui

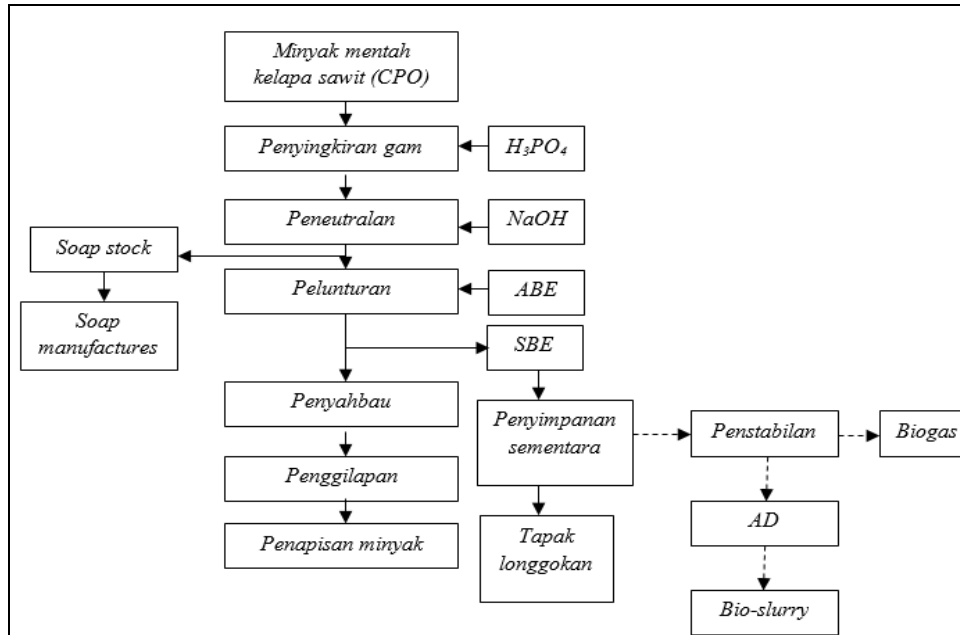
penjanaan aktiviti manusia kepada bahan lain yang boleh dimanfaatkan dalam penggunaan berbeza (Noor. H. Cheku et al., 2014). Masalah pembuangan SBE dapat dikurangkan dengan menggantikan bahan-bahan konkrit dengan *Environmental Treated Clay* (ETC). ETC diperoleh daripada pengekstrakan *hexane* daripada SBE. Penggunaannya ETC tidak diaplikasi secara praktikal tetapi hanya dilupuskan di tapak pelupusan sampah. Kebelakangan ini banyak perubahan ketara yang berlaku dalam bahan dan sifat konkrit. Kebanyakan konkrit yang dihasilkan tidak kuat dan tidak memenuhi spesifikasi kerana penggunaan bahan mentah yang tidak berkualiti. Struktur konkrit yang dihasilkan mempunyai banyak masalah dalam penambahbaikan dan penyelenggaraan serta memerlukan kos penyelenggaraan yang tinggi (Diane Gardner, et. al, 2018). Disamping itu, penyelidikan juga telah memberi tumpuan kepada kajian-kajian penambahbaikan bahan baru untuk mencapai konkrit yang lebih berkualiti dan tahan lama. Bahan kitar semula banyak digunakan sebagai bahan gantian dalam rekabentuk campuran konkrit.

Kajian ini dijalankan dengan inovasi baru bancuhan konkrit dengan menggunakan ETC sebagai bahan gantian kepada simen dan pasir. Objektif kajian ini ialah untuk mengkaji sifat konkrit ETC sebagai bahan pengganti simen dan pasir serta menentukan kekuatan mampatan terhadap konkrit gentian ETC. Kajian ini, dibahagikan kepada 2 kumpulan dengan mengubah peratusan ETC dalam bahan mentah utama iaitu 20% dan 30% ETC sebagai bahan gantian simen. Manakala 60% ETC menggantikan pasir dalam nisbah bancuhan yang ditetapkan. Nisbah bancuhan yang digunakan ialah 1:2:4 dengan Gred Konkrit M15. Sampel kiub diuji dengan ujian kekuatan mampatan konkrit setelah dijalankan ujian pengawetan selama 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Dengan menggantikan ETC dalam campuran konkrit, ia boleh menyelesaikan untuk masalah pembuangan sisa serta menggunakan bahan yang baru dalam industri pembinaan. Ia dapat mengurangkan kos bahan mentah untuk pengeluaran konkrit serta mengurangkan masalah pencemaran alam sekitar.

## 2.0 SOROTAN KAJIAN

### 2.1 *Spent Bleaching Earth* (SBE)

Sisa penapisan minyak kelapa sawit mengandungi minyak dan sisa tersebut dibuang di tapak pelupusan sampah. Kuantiti pelupusan mungkin dihadkan oleh peraturan alam sekitar kerana limpahan minyak bawah tanah yang banyak boleh mengakibatkan tindakbalas pembakaran (Mohd Azri bin Sukiran, 2008). Minyak sayuran juga perlu diproses terlebih dahulu bagi menghilangkan kekotoran supaya selamat digunakan bagi tujuan komersial dan kesihatan. Proses tersebut dikenali sebagai pelunturan yang melibatkan *bleaching earth*. Minyak sayuran mengandungi bahan pencemar yang akan mempengaruhi kegunaan, warna dan rasa minyak. Ia mestilah memenuhi kualiti piawaian yang mana memerlukan penyingkiran pelbagai kekotoran supaya selamat digunakan. Proses pelunturan minyak kelapa sawit adalah untuk melunturkan minyak, mengurangkan jumlah klorofil dan *carotenoids* dalam minyak serta menguraikan bahan pengoksidaan. Minyak diluntur dengan menggunakan serbuk yang dinamakan *bleaching earth*. Serbuk dicampur dengan air dan kemudian dimasukkan ke dalam minyak untuk menyerap kekotoran dalam minyak. *Bleaching earth* terdiri daripada tiga jenis mineral tanah liat, iaitu *bentonite*, *attapulgit* dan *sepiolite*. Galian tersebut bertindak sebagai penyerap dengan jumlahnya bergantung kepada struktur dan ciri-ciri mineral seperti luas permukaan, saiz zarah, keliangan dan lain-lain. *Bentonite* adalah batu yang mempunyai keupayaan untuk menyerap bahan yang boleh dilarutkan dalam air. Rajah 2.1 menunjukkan proses pengekstrakan minyak kelapa sawit dan Jadual 2.1 menunjukkan komposisi kimia yang terdapat dalam SBE.



Rajah 2.1: Proses Pengekstrakan Kelapa Sawit (Loh Soh Kheang, et al., 2013)

Jadual 2.1 : Komposisi Kimia Spent Bleaching Earth (SBE)

Characteristics	Solvent extraction		SC-CO <sub>2</sub> Extraction	
	WAC (acid-activated oil)	NC (neutral) oil	WAC (acid-activated) oil	NC (neutral) oil
FFA (%)	11.5	12.6	11.5	12.6
PV (meq kg <sup>-1</sup> )	3.1	3.4	2.8	2.2
Phosphorus (ppm)	19.3	18.7	18.1	15.8
Fe (ppm)	0.22	1.24	N.D	N.D
Cu (ppm)	0.32	0.38	N.D	N.D
Carotene content(ppm)	3	6	7	7
Total vitamin E (ppm)	0	0	0	38.8
<b>Fatty acid composition, (FAC) (wt % as methyl esters)</b>				
C14:0	1.1	1.0	1.2	1.3
C16:0	45.2	44.4	44.5	43.6
C18:0	4.9	4.7	5.1	4.9
C18:1	37.9	39.4	38.6	39.7
C18:2	10.9	10.5	10.6	10.5
Oil recovery (%)	30	21	27	20

SBE juga boleh menyerap toksin dari minyak dan lemak sayuran serta meyerap bau busuk. SBE juga boleh digunakan untuk menghasilkan blok tanah liat yang baru untuk industri pembinaan. Kajian terdahulu menunjukkan penggunaan sisa SBE sebagai material bata tanpa proses pembakaran (Wangrakdiskul, 2014). Walaupun banyak kajian tentang manfaat SBE daripada sektor pertanian namun kajian penggunaan SBE sebagai bahan binaan masih belum meluas. SBE boleh dijadikan sebagai pengganti pasir pada campuran mortar bagi proses pembuatan bata konkrit. Lebih besar peratusan menggantikan pasir dengan SBE, kualiti bata konkrit akan menurun dan proses pembuatannya semakin susah (Agung Sumarno, et. al, 2017). Daripada ujian yang dilakukan, penggantian pasir dengan 50% SBE menghasilkan kualiti bata konkrit yang rendah. Dalam bidang pertanian, kandungan nutrein dalam baja organik melalui formula SBE sebagai biojisim pertanian mampu meningkatkan potensi pembajaan (K. Y. Cheonga et.al, 2013). Terdapat beberapa pengkaji yang menggunakan sisa pepejal SBE dalam pelbagai produk. Ann, L. Y. (2010) menggantikan SBE kedalam banchuan konkrit. Keputusan ujian menunjukkan menunjukkan peningkatan peratusan SBE akan merendahkan nilai kekuatan

mampatan untuk pengawetan dalam air dan udara. Wagrakdiskul, U., et al (2014) menyimpulkan bahawa formula bancuhan yang terbaik penggunaan SBE dalam produk jubin dinding ialah dengan 60.94% tanah laterit, 13.125% pasir fluvial, 22.5% simen Portland dan 3.435% SBE. Nilai kekuatan lenturan yang diperolehi ialah 0.68 MPa. Tee, C. K. (2013) mengkaji penggunaan SBE sebanyak 50% dan 60% dalam bancuhan konkrit. Kajian ini menunjukkan nisbah SBE: simen dengan 50:50 menunjukkan nilai kekuatan mampatan yang tinggi berbanding dengan nisbah 60:40. Environmental Treated Clay (ETC) diperolehi daripada sisa proses pengekstrakan *hexane* daripada SBE. Penggunaan ETC dalam bancuhan konkrit mungkin boleh menyelesaikan masalah pembuangan sisa dalam industri pembinaan.

## 2.2 Konkrit

Konkrit merupakan kombinasi simen dan batu baur seperti batu baur halus dan batu baur kasar. Bahan-bahan ini dicampurkan berdasarkan nisbah bancuhan yang tertentu. Simen yang terdiri daripada bahan pengikat (kebiasaannya simen Portland) dan air yang mengikat pasir dan batu baur bancuhan seperti batu apabila ia mengeras. Campuran tersebut mengeras disebabkan oleh tindakbalas kimia yang dipanggil penghidratan diantara simen dan air (Raja Mohamad Farhan, 2017). Menurut Woodson (2012), untuk bancuhan konkrit biasa, 1 tan simen (serbuk) akan menghasilkan jumlah isipadu konkrit antara 3.4m<sup>3</sup> hingga 3.8m<sup>3</sup> serta mempunyai berat antara 7 hingga 9 tan untuk setiap bancuhan. Kekuatan dan ketahanan konkrit bergantung kepada beberapa faktor seperti komposisi dan perkadaran bahan-bahan, nisbah air simen, kekuatan dan kadaran saiz batu baur, jenis simen yang digunakan, keseragaman bancuhan dan kaedah penyediaan konkrit. Gred konkrit boleh dibezakan berdasarkan kepada kekuatan konkrit yang boleh digunakan mengikut keperluan penggunaannya. Gred konkrit yang biasa digunakan ialah M15, M20, M25 dan M30. Jadual 2.2 menunjukkan gred normal konkrit dengan nisbah bancuhan konkrit.

**Jadual 2.2 : Nisbah Bancuhan Konkrit Mengikut Gred**

Gred Konkrit	Nisbah Bancuhan Konkrit
M5	1:5:10
M7.5	1:4:8
M10	1:3:6
M15	1:2:4
M20	1:1.5:3
M35	23.5
M40	27

## 3.0 METODOLOGI KAJIAN

### 3.1 Penyediaan sampel bancuhan

Bahan-bahan bancuhan seperti yang ditetapkan disediakan untuk menghasilkan kiub konkrit. 4 nisbah bancuhan yang berbeza disediakan mengikut peratusan nilai ETC yang ditetapkan. Sebanyak 45 kiub yang bersaiz 150mm x 150mm x 150mm) dihasilkan dan diawetkan selama 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

**Jadual 3.1: Jenis-Jenis Sampel Mengikut Peratusan ETC**

Sampel	% ETC	Gred	Nisbah Bancuhan
A	0	M15	Simen : Pasir : Batu baur (1 : 2 : 4).
B	20%	M15	Simen : Pasir : Batu baur : ETC (0.8 : 2 : 4 : 0.2)
C	30%	M15	Simen : Pasir : Batu baur : ETC (0.7 : 2 : 4 : 0.3)
D	50%	M15	men : Pasir : Batu baur: ETC (1 : 1.0 : 4 : 1.0)
E	60%	M15	Simen : Pasir : Batu baur: ETC (1 : 0.8 : 4 : 1.2)

### 3.2 Prosedur bancuhan

Bahan-bahan yang digunakan ditimbang dan pencampuran kering dijalankan untuk simen, agregat dan ETC seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.1. Agregat halus iaitu pasir diayak untuk mendapatkan saiz minimum 1.18 mm hingga saiz maksimum 2.36mm. Simen, agregat, ETC dan air kemudian ditimbang mengikut nisbah konkrit Gred M15 (1: 2: 4). Campuran ini digaulkering hingga rata dan sempuma. Air dituang sedikit demi sedikit dalam campuran tadi hingga rata dan sehati. Campuran yang telah sehati akan dituangkan ke dalam acuan keluli kiub bersaiz 150 mm x 150 mm x 150 mm. Acuan dan plat asas mesti dibersihkan dan disapukan dengan minyak untuk mencegah konkrit dari melekat pada sisi kiub. Plat asas dipasang pada acuan dengan menggunakan skru. Pemadatan dilakukan untuk mengeluarkan udara yang terdapat dalam campuran konkrit. Ini bertujuan untuk merapatkan rongga yang terbentuk akibat udara yang terperangkap. Bancuhan konkrit diletakkan ke dalam acuan dalam 3 lapisan. Setiap lapisan mesti dipadatkan selama 25 kali. Proses ini perlu dijalankan untuk ketiga-tiga lapisan. Setelah semua bancuhan konkrit telah dimasukkan, ianya perlu diratakan dan dibiarkan mengeras selama 24 jam (Md Nasser Samsudin, 2006). Kemudian, ujian kekuatan mampatan dijalankan keatas sampel kiub pada 7, 14 dan 28 hari menggunakan mesin ujian kekuatan mampatan konkrit.



**Rajah 3.1: Percampuran Kering Bahan-Bahan Bancuhan**

### 3.3 Ujian penurunan

Ujian penurunan perlu dilakukan bagi menentukan keboleherjaan bancuhan konkrit. Ini untuk memastikan bancuhan konkrit tersebut memenuhi keperluan dan tidak menimbulkan masalah ketika proses perletakan dilakukan. Nilai penurunan untuk keboleherjaan sederhana antara 30 mm hingga 60 mm. Ianya juga memastikan konsistensi bancuhan konkrit disamping mengawal kekuatannya. Ini merupakan satu ujian kasar yang dilakukan pada sampel bancuhan konkrit yang dibancuhkan pada masa yang berlainan untuk menentukan bahawa bancuhan itu mengandungi jumlah air yang lebih kurang sama tidak terlalu cair atau terlalu kering.

### 3.4 Ujian pengawetan

Ujian pengawetan merupakan satu kaedah melalui proses hirolisis dan penghidratan dengan meletakkan konkrit di bawah satu suhu dan sentiasa lembab pada jangkamasa tertentu untuk memastikan kekuatan sesuatu konkrit mencapai tahap yang maksimum. Konkrit yang telah mengeras diletakkan di dalam air tawar selama beberapa hari bagi mewujudkan tindak balas kimia antara unsur-unsur simen dengan air.

### 3.5 Ujian kekuatan mampatan

Ujian kekuatan mampatan dijalankan untuk menentukan kekuatan mampatan kiub konkrit pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Mesin pemampat ELE autotest dengan piawai BS 1881. Sebanyak 45 sampel kiub konkrit yang telah diuji. Kiub konkrit yang telah diawetkan perlu dikeringkan sekurang-kurangnya 1 jam dan ditimbang untuk berat keringnya. Kemudian dikenakan daya mampatan secara automatik perlahan-lahan sehingga kiub konkrit pecah. Bacaan nilai kekuatan direkodkan.

**Jadual 3.2: Kekuatan Mampatan Konkrit pada 7 Hari dan 28 Hari**

Gred Konkrit	Kekuatan mampatan minimum pada 7 hari (N/mm <sup>2</sup> )	Kekuatan mampatan tertentu pada 28 hari (N/mm <sup>2</sup> )
M15	10	15
M20	13.5	20
M25	17	25
M30	20	30
M35	23.5	35
M40	27	40

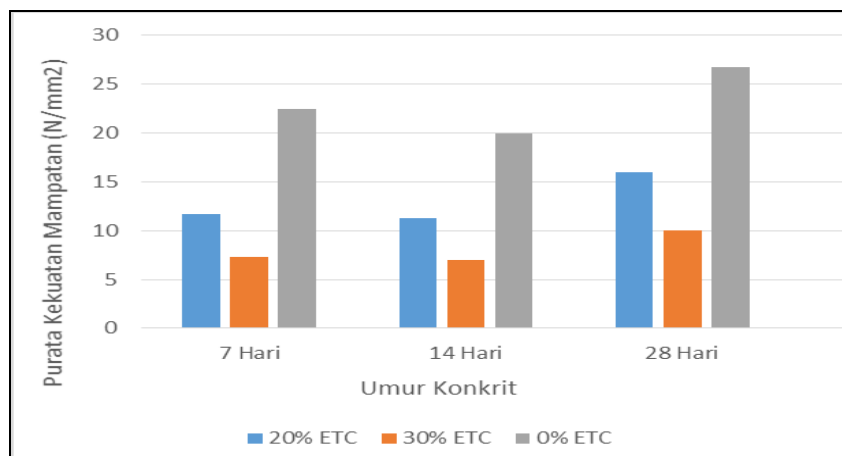
#### 4.0 ANALISIS DAN KEPUTUSAN

Keputusan kekuatan mampatan konkrit ETC sebagai pengganti simen dan pasir dalam bancuhan konkrit dibandingkan dengan konkrit konvensional. Kekuatan mampatan adalah penting untuk mengenal pasti kekuatan yang dibenarkan yang boleh ditanggung oleh konkrit. Kekuatan mampatan konkrit yang menggantikan simen dan pasir dengan ETC ditentukan pada umur konkrit 7, 14 dan 28 hari di bawah pengawetan air. Purata 5 sampel telah diambil untuk setiap umur dengan keadaan pengawetan air. Sebanyak 45 kiub telah diuji.

##### 4.1 Penggantian 20% dan 30% ETC dengan simen

**Table 4.1: Kekuatan Mampatan dengan 0%, 20% dan 30% ETC**

Sampel	%ETC	Umur (Hari)	Purata Kekuatan Mampatan (N/mm <sup>2</sup> )
A	0%	7	22.5
		14	20.0
		28	26.7
B	20%	7	11.7
		14	11.3
		28	16.0
C	30%	7	7.3
		14	7.0
		28	10.0

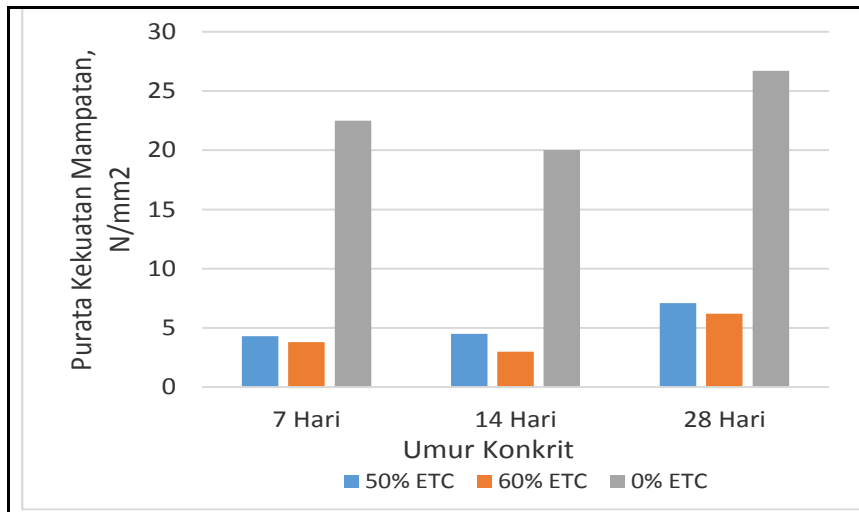
**Rajah 4.1: Kekuatan Mampatan Konkrit dengan 0%, 20% dan 30% ETC**

Rajah 4.1 menunjukkan carta bar purata kekuatan konkrit dengan peratusan penggantian simen dengan 0% ETC, 20% ETC dan 30% ETC. Keputusan ujikaji menunjukkan konkrit pada umur 7 hari, nilai kekuatan mampatan bagi 20% ETC lebih tinggi dari 30% ETC iaitu dengan nilai 11.7 dan 7.3 N/mm<sup>2</sup>. Bagi konkrit yang berumur 14 hari pula, nilai kekuatan mampatan bagi 20% ETC lebih tinggi dari 30% ETC iaitu dengan nilai 11.3 N/mm<sup>2</sup> dan 7 N/mm<sup>2</sup>. Manakala bagi konkrit yang berumur 28 hari, nilai kekuatan mampatan bagi 20% ETC lebih tinggi dari 30% ETC iaitu dengan nilai 16 N/mm<sup>2</sup> dan 10 N/mm<sup>2</sup>. Keputusan menunjukkan pertambahan peratusan ETC dalam bancuhan konkrit akan menyebabkan penurunan nilai kekuatan mampatan. Kekuatan mampatan yang paling tinggi dicatatkan bagi 20% ETC pada umur konkrit 28 hari iaitu 16 N/mm<sup>2</sup>. Jika dibandingkan dengan Jadual 3.2, hanya konkrit 20% ETC pada 7hari, 14 hari dan 28 hari sahaja melepasi nilai kekuatan mampatan minimum yang ditetapkan iaitu 10 N/mm<sup>2</sup>. Ini menunjukkan hanya konkrit 20% sahaja yang melepasi nilai kekuatan mampatan minimum yang ditetapkan. Nilai kekuatan mampatan yang tidak mencapai nilai yang ditetapkan mungkin disebabkan nisbah air simen yang kurang sesuai, sifat batu baur dan kaedah pepadatan yang kurang sempurna. Jika dibandingkan dengan 0% ETC, nilai kekuatan mampatan ialah jauh lebih rendah iaitu 22.5 N/mm<sup>2</sup>.

#### 4.2 Penggantian 50% dan 60% ETC dengan simen

**Table 4.2: Kekuatan Mampatan dengan 0%, 50% dan 60% ETC**

Sampel	%ETC	Umur (Hari)	Purata Kekuatan Mampatan (N/mm <sup>2</sup> )
A	0%	7	22.5
		14	20.0
		28	26.7
D	50%	7	4.3
		14	4.5
		28	7.1
E	60%	7	3.8
		14	3.0
		28	6.2



**Rajah 4.1: Kekuatan Mampatan Konkrit dengan 0%, 50% dan 60% ETC**

**Rajah 4.2** menunjukkan carta bar purata kekuatan konkrit dengan peratusan penggantian pasir dengan 0% ETC, 50% ETC dan 60% ETC. Keputusan ujikaji menunjukkan konkrit pada umur 7 hari, nilai kekuatan mampatan bagi 50% ETC lebih tinggi dari 60% ETC iaitu dengan nilai 4.3 dan 3.8 N/mm<sup>2</sup>. Bagi konkrit yang berumur 14 hari pula, nilai kekuatan mampatan bagi 20% ETC lebih tinggi dari 30% ETC iaitu dengan nilai 4.5 N/mm<sup>2</sup> dan 3.0 N/mm<sup>2</sup>. Manakala bagi konkrit yang berumur 28 hari, nilai kekuatan mampatan bagi 20% ETC lebih tinggi dari 30% ETC iaitu dengan nilai 7.1 N/mm<sup>2</sup> dan 6.2 N/mm<sup>2</sup>. Keputusan menunjukkan pertambahan peratusan

ETC dalam bancuhan konkrit akan menyebabkan penurunan nilai kekuatan mampatan. Kekuatan mampatan yang paling tinggi dicatatkan bagi 50% ETC pada umur konkrit 28 hari iaitu 7.1 N/mm<sup>2</sup>. Jika dibandingkan dengan Jadual 3.2, kesemua konkrit yang menggantikan pasir dengan ETC tidak melepasi nilai kekuatan mampatan minimum yang ditetapkan iaitu 10 N/mm<sup>2</sup>. Ini menunjukkan hanya konkrit 20% sahaja yang melepasi nilai kekuatan mampatan minimum yang ditetapkan. Nilai kekuatan mampatan yang tidak mencapai nilai yang ditetapkan mungkin disebabkan nisbah air simen yang kurang sesuai, sifat batu baur dan kaedah pemadatan yang kurang sempurna. Jika dibandingkan dengan 0% ETC, nilai kekuatan mampatan ialah jauh lebih rendah iaitu 22.5 N/mm<sup>2</sup>.

## 5.0 KESIMPULAN

Daripada keputusan ujian kekuatan mampatan yang dijalankan, dapat disimpulkan bahawa konkrit yang menggantikan simen dengan 20% ETC dan 30% ETC menunjukkan kekuatan mampatan yang rendah berbanding dengan kekuatan minimum Gred M15. Konkrit yang menggantikan pasir dengan 50% ETC dan 60% ETC juga tidak mencapai nilai kekuatan minimum bagi Gred M15. Antara cadangan yang boleh diambil ialah dengan menggunakan bahan tambah kedalam rekabentuk bancuhan konkrit untuk meningkatkan kekuatan mampatan konkrit. Penggunaan ETC mungkin boleh diaplikasikan dalam proses pembuatan bata kerana kekuatan mampatan bata tidak boleh kurang daripada 7 N/mm<sup>2</sup>. Menurut BIS: 1077-1957, kekuatan mampatan minimum bata ialah 3.50 N/mm<sup>2</sup>.

## RUJUKAN

- Agung Sumarno, E. W. (2017). Utilization of Spent Bleaching Earth (SBE) Waste from The Palm Oil processing Industry in Concrete Brick Application. *Prosiding Seminar Lignoselulosa*. Bogor: 40-44.
- Ann, L. Y. (2010, June). *Strength Of Concrete With Spent Bleaching Earth As Cement Replacement*. Faculty of Civil Engineering & Earth Resources, Universiti Malaysia Pahang. Retrieved from Universiti Malaysia Pahang Institutional Repository: <http://umpir.ump.edu.my/id/eprint/1346>
- Armaghani, J. (2010). Basic Research and Emerging Technologies in Concrete. *Florida Department of Transportation*.
- Diane Gardner, R. L. (2018). A Survey on Problem Encountered in Current Concrete Construction and The Potential Benefits of Self-Healing Cementitious Materials. *Case Studies in Construction Materials*, 238-247.
- Ibrahim, R. M. (2017). *Perbandingan Antara Konkrit Siap bancuh Dan Konkrit Bancuh Di Tapak*. Johor Bharu.: Universiti Teknologi Malaysia.
- K.Y.Cheong, S. a. (2013). Effect of Spent Bleaching Earth Based Bio Organic Fertilizer On Growth, Yield and Quality Of Eggplants Under Field Condition. *AIP Conference Proceedings* (pp. 744-748). <https://doi.org/10.1063/1.4858743>.
- Loh Soh Kheang, C. Y. (2007). Residual oil From Spent Bleaching Earth (SBE) For Biodiesel and Biolubricant Applications. *MPOB Information Series*, 381.
- Noor. H. Cheku, I. M. (2014). Hubungan Sikap Alam Sekitar dan Amalan Kitar Semula Di Negeri Terengganu. *Social Sciences Postgraduate International Seminar* , (pp. 137-147).
- Tarmeze, D. M. (2012, April). Usaha Mempelbagaikan Produk Sawit. *Utusan Malaysia*.
- Tee, C. K. (2013). *Performance of Spent Bleaching Earth As Cement Replacement In Concrete*. Faculty of Civil Engineering & earth resources, Universiti Malaysia Pahang. Retrieved from Faculty of Civil Engineering & earth Resources, Universiti Malaysia Pahang.
- Ubolrat Wangrakdiskul, P. K. (n.d.). Use of the Spent Bleaching Earth from Palm Oil Industry in Non Fired Wall Tiles. *international symposium on the Fusion technologies 2014*. South Korea.
- Wai, C. K. (2004, June). Regeneration Of Spent Bleaching Clay. *Malaysian Palm oil Board Information Series*, 237-241.
- Wasiu Ajibola Oladosu, Z. A. (2017). Recovery of Vegetable Oil from Spent Bleaching earth: State-of the Art and Prospect for Process intensification. *the Italian association of Chemical Engineering*, 133-138.
- Woodson, R. D. (n.d.). CONCRETE Portable Handbool. USA: ELSEVIER.