

## SIFAT-SIFAT BATU-BATA KLINKER KELAPA SAWIT

Mat Lazim Zakaria

dan

Abdul Aziz Saim

Fakulti Kejuruteraan Awam  
Universiti Teknologi Malaysia

### Sinopsis

Klinker kelapa sawit ialah suatu bahan sisa di dalam industri pengeluaran minyak kelapa sawit. Boleh dikatakan setiap kilang minyak kelapa sawit akan menghasilkan bahan sisa ini. Kajian dibuat untuk menggunakan bahan ini sebagai batu baur halus dalam pembuatan batu bata. Kajian ini meliputi ujikaji ke atas sifat-sifat kekuatan mampatan, penyerapan air, pengecutan kering dan pengembangan basah. Keputusan ujikaji diringkaskan di sini. Berdasarkan keputusan ujikaji didapati klinker kelapa sawit sesuai digunakan untuk membuat batu-bata dan blok mortar (pasir-simen).

### Pengenalan

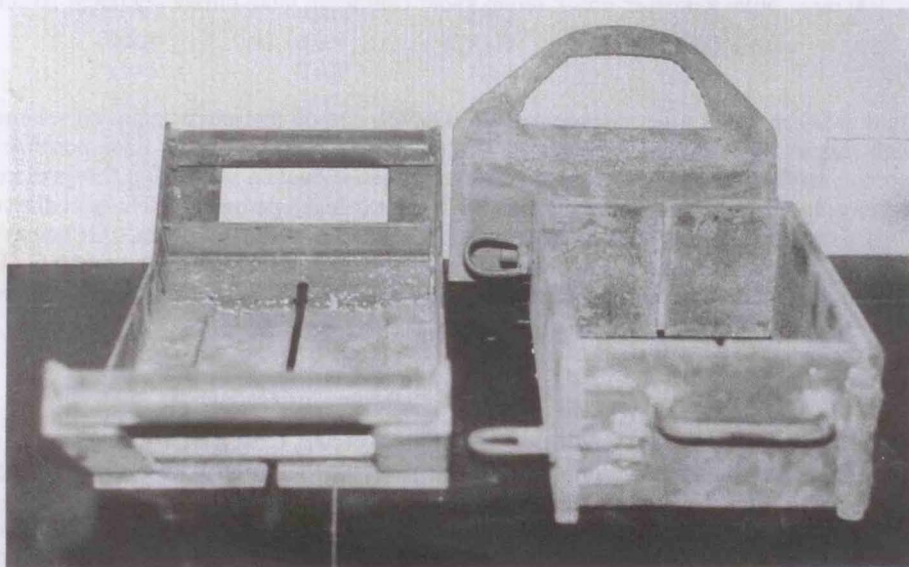
Kajian ini adalah merupakan sambungan kepada projek penyelidikan menggunakan klinker sebagai bahan binaan. Kajian ke atas penggunaannya sebagai batu baur ringan dalam konkrit telah dilaporkan oleh Mat Lazim<sup>1</sup>.

Semasa proses pemerahan minyak di kilang kelapa sawit, sabut dan tempurungnya digunakan sebagai bahan bakar untuk membakar relau dan seterusnya memanaskan dandang. Selepas lebih kurang empat jam pembakaran pada suhu lebih kurang 400°C, tempurung dan sabut bersebuti bersama-sama dengan bendasing lain dan seterusnya membentuk suatu bahan sisa yang dikenali di kilang sebagai *batu boiler*. Tetapi ia akan disebut di dalam kertas ini sebagai klinker kelapa sawit. Klinker yang dikeluarkan daripada relau adalah berbentuk tak sekata dan saiznya ialah antara 150 - 225 mm. Warnanya kelabu putih dan mempunyai struktur selular berongga.

Klinker yang digunakan di dalam kajian ini diambil daripada kilang memproses kelapa sawit FELDA Trolak. Klinker dalam keadaan semulajadinya terdiri daripada ketulan-ketulan besar perlu diketuk secara manual supaya hancur. Klinker hancur diayak dan zarah-zarah yang telus ayak piawai British (BS) 5 mm digunakan sebagai batu baur halus dalam kajian ini. Analisis ayakan yang dilakukan memberikan lengkung agihan zarah di dalam zon L1 menurut BS 3797:1964<sup>2</sup>, lihat rujukan (1).

### Penyediaan Contoh Batu-Bata

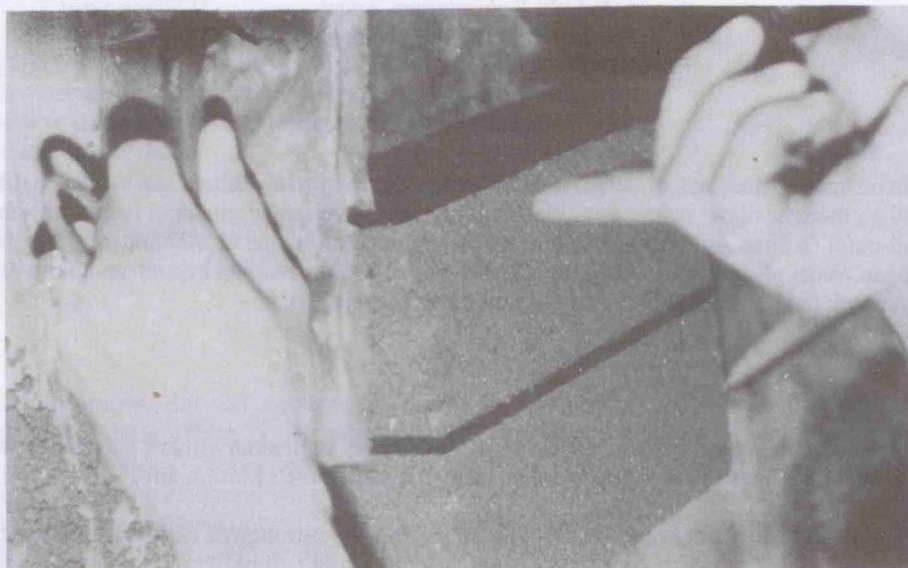
Contoh-contoh bata disediakan mengguna acuan khas seperti pada gambarajah 1. Acuan ini boleh menghasilkan dua biji bata untuk setiap kali pemadatan. Dimensi bata ialah 230 mm panjang x 100 mm lebar x 80 mm tebal. Acuan yang telah dibasahkan diletak atas alas papan lapis dan kepingan keluli pemisah dipasang di tengah acuan. Campuran mortar yang telah digaul mengikut kadar tertentu diisi ke dalam acuan sehingga melimpah keluar. Pemadatan dilakukan dengan cara menghentak keluli pematat ke atas campuran sehingga ia mengisi ruang yang dikehendaki kalau perlu campuran mortar ditambahkan lagi ke dalam acuan dan dikenakan hentakan tambahan.



Gambarajah 1 Alat pencetak blok



Acuan ditanggal dengan berhati-hati untuk mengelakkan kerosakan kepada bata yang baru dicetak, gambarajah 2. Bata-bata ini dibiarkan mengeras di atas alasnya selama 24 jam dan kemudiannya diawet iaitu cara ditutup dengan guni dan dibasahkan 2 kali setiap hari, selama 3 hari. Seterusnya bata-bata ini disusun elok dan dibiarkan pada suhu dan kelembapan makmal sehinggalah sampai masa diuji.



**Gambarajah 2 Bata yang baru siap dicetak**

Campuran mortar terdiri daripada batu baur halus klinker, simen dan air. Kadar klinker: simen yang dikaji ialah 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, dan 1:6 mengguna nisbah air-simen 0.4 dan juga 1:7, 1:8 dan 1:9 mengguna nisbah air-simen 0.5. Nisbah air-simen ini dipilih kerana memberikan kekentalan yang sesuai kepada campuran, iaitu bata yang baru dicetak tidak akan runtuh apabila acuan ditanggalkan. Bata akan runtuh jika campuran terlalu kering atau terlalu basah.

#### **Ujian-Ujian ke atas Contoh Batu-Bata**

Ujian-ujian yang dilakukan ialah kekuatan mampatan, penyerapan air, pengecutan kering dan pengembangan basah. Ujian dilakukan pada umur 28 hari. Cara kerja yang diikuti ialah menurut BS 6073:1981<sup>3</sup>.

##### **(a) Kekuatan Mampatan**

Bagi setiap kadar campuran sebanyak 10 biji contoh digunakan untuk ujian kekuatan mampatan. Sebelum diuji contoh-contoh bata direndam dalam air selama 18 jam. Apabila dikeluarkan daripada air contoh dilap kering dan diletak di antara dua kepingan pengalas papan lapis tebal 3 mm. Susunan ini dimasukkan ke dalam mesin mampatan dan dikenakan beban pada kadar  $400 \pm 40$  kN/menit sehinggalah contoh gagal. Mesin mampatan Amsler dengan keupayaan 300 ton digunakan untuk ujian ini. Kekuatan mampatan ialah beban maksimum yang menyebabkan contoh gagal dibahagikan dengan luas yang dikenakan mampatan, iaitu 230 x 100 mm. Nilai kekuatan untuk setiap kadar campuran ialah purata kekuatan 10 contoh.

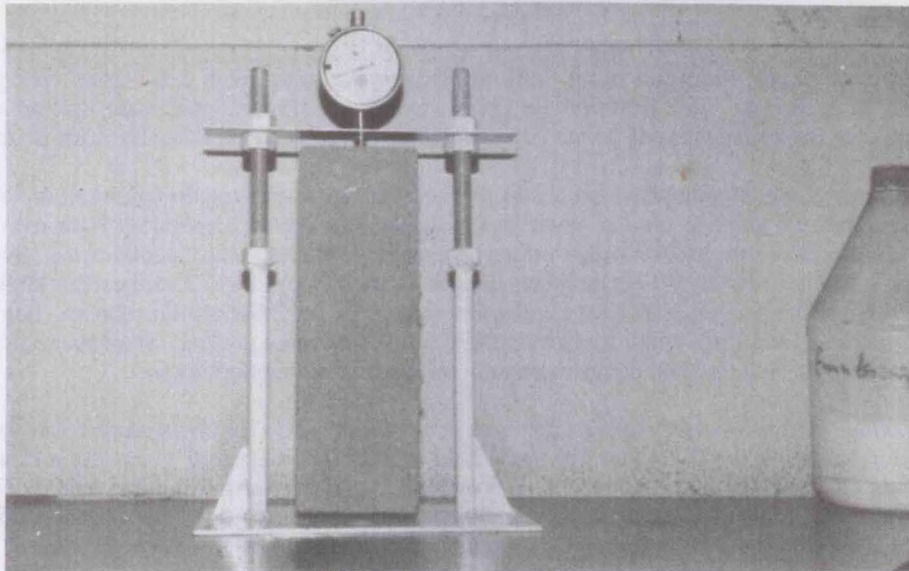
##### **(b) Penyerapan Air**

Sebanyak 4 biji contoh digunakan untuk ujian penyerapan air. Contoh-contoh direndam dalam air selama 18 jam. Seterusnya dikeringkan dalam oven selama tidak kurang daripada 24 jam pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  sehingga tiada perubahan berat, iaitu semua lembapan di dalam contoh telah dihilangkan. Sebelum penimbangan dibuat ia hendaklah disejukkan pada suhu makmal. Sesudah ditimbang dan dicatat beratnya contoh dimasukkan ke dalam takungan pemanas. Batu-bata disusun di dalam takungan dengan rapi bagi memastikan air dapat bergerak dengan bebas di sekeliling setiap unit bata. Air dalam takungan dipanaskan sehingga mendidih dan dipertahankan selama 5 jam. Kemudiannya dibiarkan sejuk pada suhu makmal. Bata-bata dikeluarkan dan air dilap kering air di permukaannya. Contoh ditimbang dan penyerapan air dikira, iaitu peratus pertambahan berat contoh. Nilai penyerapan air untuk setiap kadar campuran ialah purata untuk 4 contoh yang diuji.

##### **(c) Pengecutan Kering**

Untuk ujian ini sebanyak 4 contoh digunakan. Oleh kerana alat yang piawai tidak terdapat di makmal, maka suatu alat yang menyerupai alat piawai dicipta dan digunakan, gambarajah 3. Bagi setiap contoh ujian dilekatkan bebutang keluli pada kedua hujung, sebagai ganti kepada bebola keluli yang sepatutnya digunakan bersama dengan alat piawai. Bata-bata direndam dalam air selama 4 hari. Seterusnya contoh-contoh dikeluarkan dan dilap kering. Contoh diletakkan di dalam alat pengukur dan diputar-putar untuk mendapatkan bacaan minimum. Contoh diterbalikkan dan diukur dengan cara yang sama. Purata kedua-dua bacaan diambil sebagai ukuran basah asal.





Gambarajah 3 Alat pengukuran pengecutan kering dan pengembang basah

Contoh-contoh yang telah diukur dimasukkan ke dalam oven pada suhu  $55^{\circ}\text{C}$  selama 7 hari. Ukuran selepas 7 hari ini diambil dengan cara seperti di atas dan dicatatkan sebagai ukuran kering. Pengecutan kering bagi tiap-tiap contoh dikira sebagai perbezaan antara ukuran basah dengan ukuran kering dan dinyatakan sebagai peratus panjang.

(d) *Pengembangan Basah*

Bagi ujian pengembangan basah, contoh-contoh yang telah diguna dalam ujian pengecutan kering dipakai semula. Tentukan ukuran kering mengguna alat dan cara yang sama. Kemudian contoh-contoh direndam selama 4 hari. Contoh dikeluarkan, dilap dan diukur ukuran basahnya seperti di atas. Pengembangan basah untuk tiap-tiap contoh dikira sebagai beza antara ukuran kering dan ukuran basah akhir dan dinyatakan sebagai peratus panjang.

Keputusan-keputusan ujian diringkaskan dalam Jadual 1. Keputusan yang lengkap diberikan di dalam kajian lanjutan Terhadap konkrit dan blok batu hangus kelapa sawit<sup>4</sup>.

Jadual 1 Rumusan keputusan ujian

| Kadar campuran                                                         | Nisbah air-simen | Ketumpatan kering ( $\text{kg/m}^3$ ) | Kekuatan mampatan ( $\text{N/mm}^2$ ) | Penyerapan air (%) | Pengecutan kering (%) | Pengembangan basah (%) |
|------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|
| 1:2                                                                    | 0.4              | 1485                                  | 5.61                                  | 14.8               | 0.104                 | 0.02                   |
| 1:3                                                                    | 0.4              | 1430                                  | 4.46                                  | 18.0               | 0.102                 | 0.05                   |
| 1:4                                                                    | 0.4              | 1442                                  | 4.05                                  | 14.1               | 0.088                 | 0.05                   |
| 1:5                                                                    | 0.4              | 1396                                  | 2.43                                  | 18.4               | 0.055                 | 0.06                   |
| 1:6                                                                    | 0.4              | 1069                                  | 1.41                                  | 22.1               | 0.04                  | 0.04                   |
| 1:7                                                                    | 0.5              | 1404                                  | 2.71                                  | 18.1               | 0.098                 | -                      |
| 1:8                                                                    | 0.5              | 1376                                  | 2.30                                  | 19.1               | -                     | -                      |
| 1:9                                                                    | 0.5              | 1459                                  | 2.24                                  | 19.7               | -                     | -                      |
| Batu bata tanah liat biasa <sup>5</sup> (*)                            |                  | -                                     | 10.5                                  | 19.0               | -                     | -                      |
| Blok pasir (sungai)-simen, kadar 1:9 dibuat di makmal <sup>6</sup> (*) |                  | -                                     | 1.54                                  | 18.0               | -                     | -                      |
| Blok mortar dagangan <sup>7</sup> (*)                                  | pembekal 1       | -                                     | 0.94                                  | 17.3               | -                     | -                      |
|                                                                        | pembekal 2       | -                                     | 0.56                                  | 12.5               | -                     | -                      |
|                                                                        | pembekal 3       | -                                     | 0.59                                  | 13.6               | -                     | -                      |

(\*) diberikan untuk tujuan perbandingan



## Perbincangan dan Rumusan

Menurut BS 6073:1981<sup>8</sup>, kekuatan minimum untuk blok kerja batu pratuang ialah  $2.8 \text{ N/mm}^2$  dan pengecutan kering maksimum ialah 0.06%. MS 7.6:1972<sup>9</sup> pula memberikan syarat kekuatan minimum untuk batu-bata tanah liat dibakar bagi pembinaan dinding sekat yang tidak menanggung beban ialah  $1.4 \text{ N/mm}^2$ . Syarat untuk sifat-sifat fizik tidak dinyatakan.

Berdasarkan kepada penentuan di dalam dua piawai di atas dan keputusan ujikaji yang diringkaskan di dalam Jadual 1, maka boleh dibuat kesimpulan bahawa klinker kelapa sawit boleh digunakan untuk pembuatan batu-bata dan blok mortar. Pembuatan blok ini boleh dijadikan satu industri ringan sama ada secara sambilan atau sepenuh masa oleh peneroka FELDA yang berminat atau sesiapa sahaja yang tinggal berhampiran dengan kilang kelapa sawit. Dianggarkan klinker yang dihasilkan oleh setiap kilang mencukupi untuk pengeluaran tidak kurang daripada 5,000 unit blok mortar sebulan. Bagi memudahkan lagi industri ringan yang disyorkan mesin khas untuk menghancurkan klinker perlulah dicipta. Sementara untuk pembuatan blok pula, mesin-mesin mencetak blok yang terdapat di dalam pasaran sekarang ini boleh digunakan.

Kadar campuran yang kurang simen akan memberikan keluaran yang murah. Oleh itu untuk memenuhi syarat BS 6073, kadar campuran yang sesuai digunakan ialah 1:5. Kadar 1:9 memenuhi syarat MS 7.6, bererti sesuai digunakan untuk pembuatan blok mortar untuk dinding sekat bukan tanggung beban. Kekuatan kadar-kadar yang disyorkan adalah lebih tinggi daripada kekuatan blok mortar dagangan yang digunakan dalam pembinaan rumah sekarang ini, lihat Jadual 1. Sifat-sifat fizik dan kekuatan yang diperolehi di dalam Jadual 1 boleh diperbaiki lagi jika pepadatan yang lebih berat dikenakan.

## Penghargaan

Pengarang ingin merakamkan setinggi-tinggi ucapan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dengan projek ujikaji ini.

## Rujukan

1. Mat Lazim Zakaria, *Strength Properties of Oil Palm Clinker Concrete*, Jurnal Teknologi bil. 8, ms 28-37, Jun 1986.
2. BS 3797:1964, Specification for Lightweight Aggregates for Concrete.
3. BS 6073:1981, Specification for Precast Concrete Masonary Units.
4. A. Aziz Saim, *Kajian Lanjutan Terhadap Konkrit dan Blok Batu Hangus Kelapa Sawit*, Tesis Sm.K (Awam), U.T.M. 1984/85.
5. Mohd. Raihan Taha, *Sifat-Sifat Kejuruteraan Batubata dan Unsur-unsurnya*, Tesis Sm.K. (Awam), U.T.M., 1983/84.
6. Ismail Sakrani, *Perbandingan Kerja Batu Bata dan Batu Blok*, Tesis Sm.K (Awam), U.T.M., 1986/87.
7. Ibid.
8. BS 6073:1981, Specifation for Precast Concrete Masonary Units.
9. MS 7.6:1972, Specification for Bricks and Blocks of Fired Brickearth Clay or Shale.