

BANTUAN TEKNIS DESAIN DAN PEMBUATAN KUBAH MASJID MENGUNAKAN TEKNOLOGI FEROSEMEN

M. Helmi^{1*}, V.A. Noorhidana¹, F. Alami¹, M. Isneini¹, Bayzoni¹

¹Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung, Bandar Lampung
Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145

*Penulis Korespondensi : masdar.helmi@eng.unila.ac.id

Abstrak

Kubah Masjid Al-Abbas dibangun tahun 2010 menggunakan bahan *glass reinforced concrete (GRC)* pracetak dengan rangka pipa baja. Namun kubah masjid tersebut mengalami kebocoran sehingga mengakibatkan korosi pada rangka pipa baja dan air hujan merembes ke dalam masjid. Berbagai upaya memperbaiki permukaan kubah dengan lapisan bahan kedap air tidak berhasil mengatasi masalah tersebut. Bantuan teknis dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut: peninjauan lapangan dan rekomendasi, pengenalan teknologi ferosemen, perencanaan bentuk dan struktur kubah, pelatihan pembuatan ferosemen, pembimbingan persiapan konstruksi dan pengawasan pelaksanaan pembuatan kubah. Berdasarkan pengamatan di lapangan, tim FT Unila merekomendasikan agar kubah GRC diganti kubah baru untuk menghindari jatuhnya korban jamaah akibat kerusakan struktur rangka pipa baja penyangganya. Kubah dibuat dari bahan ferosemen agar beban yang ditanggung struktur bangunan masjid lebih ringan dibandingkan dengan kubah beton bertulang. Pelaksanaan pembuatan kubah ferosemen dilakukan tanpa membongkar dulu kubah GRC sehingga aktifitas ibadah di dalam masjid tidak terganggu. Kubah ferosemen berbentuk bulat telur dengan 8 jendela penerangan cahaya matahari di bagian bawahnya. Struktur pengaku kubah ferosemen menggunakan 8 rib ferosemen menerus ke balok beton. Kubah ferosemen berupa kerangka baja tulangan berdiamater 8 mm yang dibungkus kawat ayam 2 lapis dan diisi mortar dengan komposisi adukan 1 semen : 3 pasir halus.

Kata kunci: Kubah Masjid, Ferosemen, Mortar, Kawat Ayam

1. Pendahuluan

Salah satu ciri khas dari sebuah bangunan masjid adalah kubah yang dipasang di bagian atapnya (Fithri dkk, 2016). Bentuk masjid dan kubah seringkali dipengaruhi oleh faham keagamaan yang berlaku di masyarakat sekitar masjid (Iskandar, 2004). Ada sebagian desain kubah justru ditujukan untuk mendukung kesan kemegahan atau modern dari bangunan masjid. Kubah dapat dibuat dari berbagai macam jenis bahan seperti beton, almunium, ferosemen dan *glass reinforced concrete (GRC)*. Pada masa sekarang ini struktur kubah berbahan GRC menjadi lebih populer di masyarakat, karena strukturnya ringan, tahan terhadap kelembaban dan tidak mudah lapuk (Nugraha & Antoni, 2007). Kubah GRC ini bisa dicetak berupa panel-panel tipis (tebal 2cm) mengikuti bentuk desain yang diinginkan dan pemasangannya bisa lebih cepat dan efisien.

Kubah Masjid Al-Abbas yang berlokasi di Jl. Purnawirawan No. 37 A Lk. II Kelurahan Gedong Meneng Bandar Lampung juga menggunakan bahan GRC yang dibangun tahun 2010. Kubah masjid ini berdiamater 6m dan tinggi 5m yang dibentuk dari panel-panel GRC dan dikaitkan pada kerangka pipa baja di tengah-tengahnya. Bangunan masjid satu lantai menggunakan struktur utama berupa kolom-balok-pelat beton bertulang dengan arsitektur semi-Timur Tengah. Tinggi dinding masjid 7m dan tinggi puncak kubah 12m dari muka lantai.

Masalah yang dihadapi pada masjid Al Abbas adalah kubah mengalami kebocoran yang serius pada saat hujan. Kebocoran kubah ini terutama berasal dari sela-sela sambungan panel GRC pracetak dan merembes ke dalam kubah sehingga mengakibatkan struktur pipa baja penopang panel-panel kubah mengalami korosi. Korosi yang terjadi pada permukaan pipa baja

disebabkan pH air yang rendah dan udara yang lembab sehingga dapat mengakibatkan ketebalan pipa semakin tipis (Utomo, 2009)

Jika kebocoran ini tidak diatasi akan menyebabkan korosi pipa baja semakin meluas dan menurunkan kekuatan struktur rangka pipa baja dalam menopang panel-panel kubah GRC serta membahayakan jamaah di dalamnya.

2. Peninjauan Lapangan dan Rekomendasi

Peninjauan lapangan dilakukan untuk melihat tingkat kerusakan kubah GRC dan dampaknya pada kerangka pipa baja. Hasil peninjauan menunjukkan bahwa sebagian besar kebocoran terjadi pada bagian sambungan antar panel GRC. Banyak terdapat bahan pengikat sambungan panel tersebut yang getas dan tidak lagi mengikat antar panelnya. Kebocoran tersebut menyebabkan air hujan merambat hingga ke bagian dalam kubah dan menetes hingga dalam masjid seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tampak rembesan air dalam kubah

Pengamatan keadaan kerangka pipa baja dilakukan dengan membongkar sebagian sambungan panel GRC. Pada kerangka pipa baja dan besi pengaitnya ke panel GRC sebagian terlihat berkarat, terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Korosi pada kerangka pipa baja penopang kubah GRC

Keadaan sambungan panel kubah GRC yang tidak melekat dengan baik sulit diperbaiki dengan bahan lainnya. Korosi pada kerangka pipa baja bisa menipiskan ketebalan pipa dan mengakibatkan kekuatan struktur menurun. Korosi pada tulangan pengait panel pada kerangka pipa baja juga bias mengakibatkan panel GRC terlepas dan jatuh ke dalam masjid. Keadaan ini tentu sangat membahayakan jamaah di dalamnya.

Dengan pertimbangan bahwa kubah GRC tidak dapat diperbaiki dan kerangka pipa baja yang semakin menurun kekuatannya sehingga dapat membahayakan jamaah di dalam masjid, maka tim merekomendasikan untuk mengganti kubah GRC dan kerangka pipa bajanya. Penggantian dilakukan dengan cara membangun kubah baru di atas kubah GRC sehingga tidak mengganggu aktivitas dalam masjid. Kubah baru menggunakan teknologi ferosemen dengan struktur pengaku tanpa kerangka pipa baja.

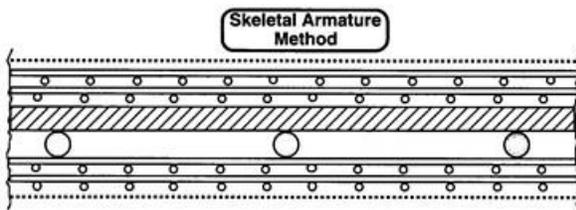
3. Pengenalan Teknologi Ferosemen

Ferosemen merupakan satu jenis konstruksi beton bertulang tipis, dibuat dari campuran pasir dan semen hidrolis dengan penulangan kawat jala berdiameter kecil berlapis-lapis dan menerus diseluruh bagian strukturnya.

Struktur ferosemen dapat diaplikasikan dalam berbagai bangunan sipil, seperti kubah/atap masjid, gapura, bahkan perahu (Djausal dkk, 2010). Struktur ferosemen yang menyerupai pelat tipis membuatnya dapat mudah dibentuk sesuai dengan keperluan perencananya (Syarief, 2011). Struktur ferosemen memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan struktur beton bertulang. Keunggulan dalam segi fisik, struktur ferosemen memiliki ketebalan yang rendah (tipis), dengan adanya mesh tulangan terdistribusi, penulangan

utama dalam 2 arah, dan matriksnya hanya merupakan campuran agregat halus, semen, dan air (Helmi & Alami, 2010). Sifat dan kekuatan ferosemen dipengaruhi oleh ukuran tulangan, kekuatan mortar, kekakuan bentuk struktur, cara pembuatan dan pengolahannya.

Bahan mortar ferosemen berupa semen, pasir, air, dan bahan tambahan (jika perlu) mudah diperoleh di pasaran. Kawat jala yang berfungsi sebagai penulangan tersebar ke seluruh bagian struktur, sedangkan tulangan baja selain berfungsi menahan gaya tarik, juga berfungsi sebagai kerangka pembentuk struktur ferosemennya. Penampang struktur ferosemen terlihat pada Gambar .

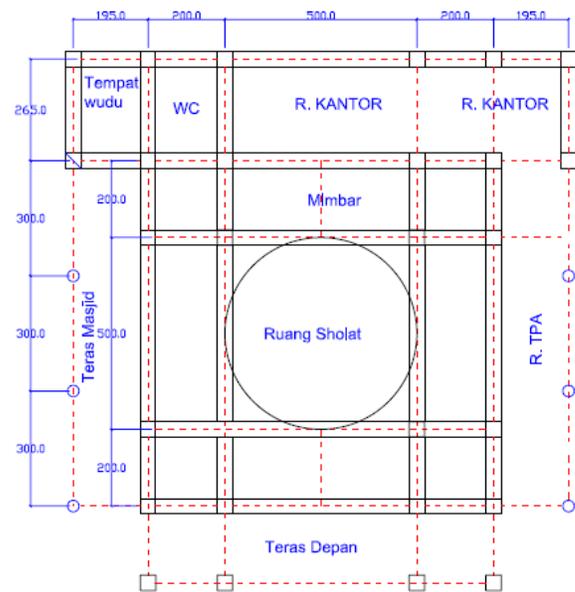


Gambar 3. Penampang struktur ferosemen.

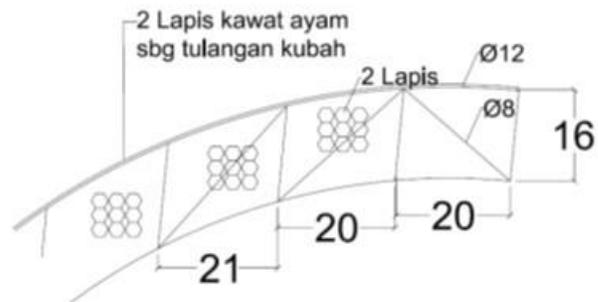
4. Perencanaan Bentuk dan Struktur Kubah

Berdasarkan pengamatan lapangan, tim merekomendasikan untuk membangun kubah baru berbahan ferosemen yang dibangun di atas kubah lama. Selanjutnya Tim Teknis Unila membuat desain kubah baru menggunakan struktur ferosemen dengan dimensi menyesuaikan pada kondisi masjid Al-Abbas.

Denah Masjid Al-Abbas eksisting di ukur kembali untuk merencanakan diameter kubah dan hasilnya terlihat pada Gambar 4. Denah ini diperlukan untuk mendapatkan gambaran ukuran kubah eksisting yang cocok dengan posisi kolom dan baloknya. Berdasarkan keadaan tersebut, selanjutnya kubah ferosemen direncanakan berdiameter 6 m dengan struktur pengaku berupa 8 rip ferosemen yang tertanam pada balok beton. Desain struktur rib terlihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Denah Masjid Al-Abbas



Gambar 5. Penulangan rib kubah ferosemen

6. Pembimbingan Persiapan Konstruksi

Setelah desain kubah ferosemen dan struktur pendukungnya direncanakan, selanjutnya disialisasikan kepada pengurus masjid, tokoh-tokoh masyarakat, dan tukang/mandor yang akan terlibat dalam pembuatan kubah baru. Dalam tahap kegiatan ini, Tim Teknis Unila menjelaskan tentang teknologi ferosemen, desain kubah dan teknis pelaksanaannya (Gambar 6).

Ferosemen sebagai satu jenis konstruksi yang berbeda dengan teknologi beton bertulang pada umumnya. Ferosemen terdiri dari mortar dan kerangka struktur yang dilapisi kawat jala. Mortar dibuat dari campuran semen, pasir, dan air sehingga struktur ferosemen tidak menggunakan

agregat kasar. Mortar ferosemen mengandung semen yang lebih banyak dibandingkan mortar pada umumnya dengan perbandingan semen dan pasir maksimal 1 : 3.

Kubah yang akan dibuat berbentuk bulat telur dengan pengaku rib ferosemen di delapan sisi dan diberi penerangan jendela di antara kedelapan rib tersebut. Penulangan utama menggunakan baja polos berdiameter 12mm dan tulangan pembagi berdiameter 8mm. Kawat jala berbentuk kawat ayam berdiameter 1mm yang akan dipasang dua lapis pada kerangka kubah.

Tahapan konstruksi merupakan bagian penting yang harus diketahui oleh pelaksana pembangunannya. Konstruksi dimulai dengan membangun balok melingkar di luar kubah GRC di atas balok beton yang sudah ada. Tulangan kerangka rib terlebih dahulu dibuat di bawah dengan pengelasan, kemudian dipasang di atas kubah GRC dan disambungkan dengan tulangan pada balok melingkar di kedelapan sisinya. Setelah delapan rib disatukan, kemudian dipasang tulang pembagi berjarak 200 mm. Kerangka jendela yang sudah dibuat di bawah juga dipasang di atas balok melingkar. Setelah semua kerangka dilapisi kawat jala, kemudian dilakukan pelepasan mortar diseluruh permukaannya. Pembongkaran kubah GRC dilakukan setelah kubah ferosemen selesai. Selain penjelasan tahapan konstruksi, para pelaksana juga diberi pelatihan teknik pembuatan kerangka ferosemen dan pelepasan mortarnya (Gambar 7).



Gambar 1. Penjelasan desain dan tahapan konstruksi kepada pengurus masjid dan pelaksananya (tukang/mandor).



Gambar 7. Pelatihan pembuatan struktur ferosemen

7. Pelaksanaan Pembuatan Kubah

Pelaksanaan pembangunan kubah ferosemen Masjid Al-Abbas dilaksanakan secara bertahap. Para tukang yang akan mengerjakan pembangunan ini dibimbing oleh Tim Teknis Unila untuk mengikuti tahapan pembangunannya.

Langkah pertama pembangunan diawali dengan pembuatan balok beton bertulang di luar kubah GRC dan menumpang di atas balok yang sudah ada. Balok beton bertulang berukuran tinggi 40cm dan lebar 25cm dengan baja tulangan 4@12mm. Balok ini mengelilingi kubah GRC bagian bawahnya dan membentuk lingkaran berdiameter 6,8m. Pada bagian atas balok dipasang stek/besi penyambung untuk menyatukan dengan pembesian rib dan kubah ferosemen.

Pembuatan rib pengaku kubah dilakukan di lantai, berbentuk melengkung dengan tulangan pengaku diantara dua tulangannya seperti terlihat pada Gambar 8. Lengkung rib kubah mengikuti bentuk lengkung kubah, terdiri dari 2 tulangan utama baja polos berdiameter 10mm kemudian dilas/dirangka dengan tulangan baja diameter 8mm. Setelah 8 kerangka rib tersebut selesai dibentuk, kemudian diinstal di atas kubah lama dan ujung bawah rib disatukan dengan besi penyambung pada balok melingkar. Setelah kerangka rib dilapisi kawat jala pada kedua sisinya, selanjutnya dipelster dengan adukan mortar hingga seluruhnya terlapisi seperti terlihat pada Gambar 9.



Gambar 8. Pembuatan kerangka rib kubah



Gambar 9. Pemplesteran rib kubah dengan mortar

Tahap selanjutnya adalah pemasangan tulangan utama ferosemen pada arah vertikal dan horisontal (lihat **Gambar 2**). Jarak antar tulangan 100mm pada arah horisontal, sedangkan jarak pada arah vertikal 150mm. Pada bagian bawah kubah tulangan ini dipasang lebih rapat sampai setinggi 1,3m dihitung dari sisi bawah kubah. Tulangan utama ini menggunakan tulangan baja polos berdiameter 8mm.

Setelah itu dilakukan pemasangan kawat jala 2 lapis di seluruh permukaan kubah. Sebelumnya di sisi bawah pelat ferosemen dipasang tripleks sebagai bekisting untuk menahan plesteran mortar (lihat Gambar 3).

Setelah kawat jala lapis pertama terpasang, dilakukan pelepasan/peplesteran tahap pertama seperti terlihat pada Gambar 4. Pelepasan menggunakan mortar yang terdiri dari campuran semen, pasir dan air. Setelah pelepasan tahap pertama, dilakukan kembali pemasangan kawat jalan lapis kedua dan kemudian ditutup dengan pelepasan tahap kedua sampai semua permukaan kubah tertutup dengan adukan mortar (Gambar 13).



Gambar 20. Pemasangan tulangan utama kubah



Gambar 31. Pemasangan kawat jala



Gambar 4. Pemplesteran kubah dengan mortar

Tahap akhir pembangunan kubah ini adalah pengecatan lapisan luar kubah dengan bahan yang kedap air dan pemasangan jendela bermotif dengan kerangka aluminium seperti terlihat pada Gambar 14.



Gambar 53. Pemlesteran permukaan kubah



Gambar 14. Kubah ferosemen terpasang

8. Kesimpulan

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini telah berjalan dengan baik dengan kesimpulan sebagai berikut:

1. Kubah GRC memiliki kelemahan pada bagian sambungan dan dapat mengakibatkan kebocoran yang menimbulkan korosi pada kerangka penyangganya.
2. Teknologi ferosemen dapat digunakan sebagai struktur kubah pengganti GRC dengan berbagai keunggulan kekuatan dan kemudahan pelaksanaannya.
3. Pelaksanaan bantuan teknis ini selain dapat membantu menyelesaikan permasalahan yang dihadapi masyarakat, juga bermanfaat untuk menyebarkan teknologi ferosemen kepada masyarakat dan para pelaksana konstruksi/tukang bangunan.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada FT UNILA yang telah mendanai kegiatan pengabdian ini dan dapat dipublikasikan.

Daftar Pustaka

- Djausal, A., Alami, F., Helmi, M., & Sukardi, B. (2010). Ferrocement in Indonesia: It's Application and Potentials. *Proceeding 9th Internasional Symposium on Ferrocement and Thin Reinforced Cement Composites*. Bali, University of Lampung (pp. 163–168).
- Fithri, C. A., Atthailah, & Karsono, B. (2016). Alternatif Kubah sebagai Simbol Masjid dan Pengaruhnya pada Desain Masjid-Mesjid di Indonesia. *Proceeding Temu Ilmiah IPLBI* (pp. 163–168).
- Helmi, M. & Alami, F. (2010). Prefabricated Ferrocement House in University of Lampung. *Proceeding 9th Internasional Symposium on Ferrocement and Thin Reinforced Cement Composites*. Bali, University of Lampung (pp. 59–68).
- Indarto, H., Hermawan, F., & Cahyo, H. T. (2010). Upaya Perkuatan Struktur Bangunan Non-Engineered Masjid Darussalam Kalimantan Jepara. *Proceeding Konferensi Nasional Teknik Sipil ke-4, Bali* (pp. 295–302).
- Iskandar, M. S. B (2004). Tradisionalitas dan Modernitas Tipologi Arsitektur Masjid. *Jurnal Dimensi Teknik Arsitektur*, Vol. 32, No 2, 110–118. Universitas Kristen Petra.
- Nugraha, P. dan Antoni (2007). *Teknologi Beton* (p. 351). Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Rismawan, Arswendo, A. B., & Sisworo, S. J. (2014). Analisa Kekuatan Lentur Bahan Ferrocement Berpenguat Kawat Anyam sebagai Bahan Dasar Modular Floating Pontoon. *Jurnal Teknik Perkapalan*, Vol. 02, No 04, 58–65.
- Syarief, R. (2011). Sistem Pabrikasi pada Pelaksanaan Struktur Ferosemen. *Jurnal Arsitektur*, Vol. 02, No 01, 1–7. Universitas Bandar Lampung.
- Utomo, B. (2006). Jenis Korosi dan Penanggulangannya. *Jurnal Kapal*, Vol. 6, No 2, 138–141. Universitas Diponegoro.