

ABSTRAK

KEANDALAN SISTEM STRUKTUR DAN KUALITAS TERMAL BANGUNAN MASJID BERKUBAH BETON YANG DIBANGUN MASYARAKAT DI KABUPATEN DEMAK

Oleh
Mohhamad Kusyanto
NIM: 35215001
(Program Studi Doktor Arsitektur)

Pembangunan masjid secara swadaya masyarakat sangat banyak dilakukan di Indonesia, sehingga keandalan teknis bangunan-bangunan tersebut harus dikaji karena berisiko pada keselamatan, kenyamanan, kesehatan dan kemudahan yang melibatkan banyak orang. Kekhawatiran tentang risiko tersebut sangat relevan di Indonesia yang banyak mengalami gempa bumi dan berada di daerah tropis / panas pada siang hari. Banyaknya laporan kerusakan bangunan akibat kegagalan sistem struktur setelah terjadinya gempa bumi serta penggunaan kipas angin dan AC pada bangunan masjid menempatkan keandalan bangunan aspek keselamatan dan kenyamanan sangat relevan untuk dikaji lebih jauh pada masjid berkubah beton yang dibangun secara swadaya ini. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan karakteristik sistem struktur dan kualitas termal bangunan masjid berkubah beton yang dibangun masyarakat, merumuskan risiko-risiko keandalan aspek keselamatan sistem struktur dan kualitas termal masjid serta merumuskan strategi pembangunan berbasis swadaya pada masjid berkubah tersebut.

Masjid berkubah beton disukai masyarakat karena menyimbolkan arsitektur Islam. Rancangan masjid yang mayoritas menggunakan bahan bangunan berat seperti beton sebagai penutup atap dan batu bata pada selubung bangunannya menjadikan faktor material ini untuk diuji pada kinerja sistem struktur dan kualitas termal masjid. Selain itu keterbatasan kemampuan masyarakat pada aspek finansial dan pengetahuan dalam membangun merupakan aspek penelitian yang penting pada kajian kinerja teknis masjid berkubah beton di Kabupaten Demak.

Pengumpulan data melalui survei untuk menentukan masjid yang dapat diambil datanya. Pengumpulan data fisik bangunan melalui pengukuran dimensi dan bentuk serta identifikasi material yang diikuti dengan penggambaran bangunan masjid. Data-data kinerja termal dikumpulkan menggunakan *thermometer wet and dry*, *globe thermometer*, *thermometer infrared* dan *anemometer* untuk mendapatkan indeks kenyamanan temperatur efektif (TE), sedangkan data proses membangun dikumpulkan menggunakan kuesioner dengan responden panitia pembangunan termasuk tokoh masyarakat, kyai, dan sesepuh. Analisis distribusi,

korespondensi, komparasi dan klaster pada data disain masjid berkubah untuk kondisi termal dan sistem strukturnya. Untuk konfirmasi keandalan sistem struktur ditambahkan simulasi digital deformasi struktur rangka dengan ETABS versi 9.6.

Masjid berkubah beton yang dibangun masyarakat memiliki risiko-risiko antara lain : 1) bentang kubah beton yang besar menggunakan struktur penahan kubah dengan perpanjangan balok (kantilever) yang ditopang kolom sekunder sangat berisiko balok kantilever menjadi retak atau patah yang menyebabkan kubah beton roboh, 2) kurangnya luas bukaan, *Window to Wall Ratio* (WWR) yang belum dapat memenuhi kenyamanan termal penggunaanya; 3) jarak antar bangunan, menghalangi aliran udara masuk ke dalam ruang; dan 4) penggunaan atap beton dan dinding batu bata yang berperan sebagai massa termal yang dapat menyimpan dan melepas kalor ke lingkungan, menyebabkan masjid berkubah beton belum memiliki keandalan bangunan dari aspek keselamatan dan kualitas termalnya.

Risiko keandalan bangunan dapat diturunkan dengan strategi antara lain: 1) merancang struktur bangunan yang menempatkan struktur kubah ditopang langsung dengan kolom sesuai kaidah struktur bangunan, 2) mendesain struktur kantilever dengan pemberian elemen diagonal (*bracing*), 3) menggunakan struktur ringan untuk kubah dan atap datarnya, 4) mendesain bukaan ventilasi menggunakan simulasi digital dan 5) mengurangi efek massa termal dengan menambahkan pembayangan sinar matahari menggunakan vegetasi dan insulasi termal.

Penelitian ini menghasilkan simpulan bahwa : 1) masyarakat belum memiliki kemampuan menerapkan kaidah sistem struktur tahan gempa pada masjid berkubah beton, 2) masyarakat juga belum memahami kondisi lingkungan tropis wilayahnya serta pengaruhnya terhadap rancangan masjid sehingga berdampak pada kualitas termal ruang masjid, 3) masyarakat belum mampu mengadaptasi bentuk dan gaya arsitektur masjid yang ditirunya sesuai dengan kondisi kegempaan dan lingkungan tropis, 4) masyarakat dalam proses pembangunan swadaya perlu pendampingan dari aspek teknis struktur bangunan dan pengetahuan disain lingkungan termal dan 5) pembangunan berbasis swadaya masyarakat dipengaruhi karakter masyarakatnya sehingga pendampingan teknis disesuaikan karakter masyarakatnya.

Kata Kunci : keandalan sistem struktur, kualitas termal bangunan, masjid berkubah beton, swadaya masyarakat.

ABSTRACT

STRUCTURAL SYSTEM RELIABILITY AND THERMAL CONDITIONS OF COMMUNITY-BUILT CONCRETE DOME MOSQUE BUILDINGS IN DEMAK REGENCY

By
Mohhamad Kusyanto
NIM: 35215001
(Doctoral Program in Architecture)

Community-based mosque construction is common in Indonesia, so the technical reliability of such buildings must be assessed because of risks to safety, comfort, health, and convenience affecting many people. These concerns about risk are particularly relevant in Indonesia, where many experience earthquakes and must cope with the tropical heat during the day. The number of reports of building damage due to structural system failures after earthquakes and the use of fans and air conditioners in self-supporting concrete dome mosques affects building reliability in terms of safety and comfort, which is very relevant for further studies. This study aims to describe structural system characteristics and thermal conditions of community-built concrete domed mosques; estimate safety risks in terms of structural system reliability and thermal conditions of mosques; and formulate community self-help development strategies based on mosque domes.

The concrete domed mosque is designed for the community because it symbolizes Islamic architecture. The mosque is designed using building materials such as stone for the roof and bricks for the building envelope, with the aim of improving building system quality and the condition of the mosque. In addition, the limited ability of the community with respect to financial and knowledge aspects of development is an important research aspect in the study of the technical performance of concrete domed mosques in Demak Regency.

Data collection was conducted through surveys to determine mosques from which data could be retrieved. Physical data of buildings were collected by measuring dimensions and shapes and identifying materials, followed by creating depictions of the mosque buildings. Thermal performance data were collected using wet and dry thermometers, a globe thermometer, an infrared thermometer, and an anemometer to obtain an effective temperature comfort index (ET), while building process data were collected using a questionnaire with development committee respondents, including community leaders, clerics, and elders. Analysis of the distribution, correspondence, comparison, and clusters of the mosque design data were vaulted for thermal conditions and structural systems. To confirm the

reliability of the structural system, a digital simulation of frame structure deformation was added with ETABS version 9.6.

The risks associated with community-built concrete domed mosques are: 1) large concrete dome spans with dome-retaining structures supported by cantilevered beams and secondary columns very much at risk of cracking or breaking, causing the concrete dome to collapse; 2) a lack of open area, or Window to Wall Ratio (WWR), which impedes the thermal comfort of its users; 3) the distance between buildings, which blocks the flow of air into the space; and 4) concrete roofs and brick walls act as thermal masses, which store and release heat into the environment, affect the reliability of concrete domed mosque buildings in terms of safety and thermal conditions.

Building reliability risks can be reduced through strategies that include: 1) designing building structures that support dome structures directly with columns, based on building structure rules; 2) designing cantilever structures with diagonal elements (bracing); 3) using lightweight structures for domes and roofs; 4) designing ventilation openings using digital simulations; and 5) reducing the effect of thermal masses by adding sunlight exposure based on vegetation and thermal insulation.

This research concludes that: 1) the community does not yet have the ability to apply the rules of earthquake-resistant structural systems to concrete domed mosques; 2) the community does not understand the environmental conditions of the tropical region and their influence on mosque design, impacting the thermal quality of the mosque space; 3) the community has not been able to adapt mosque architectural form and style to the seismic conditions and tropical environment, 4) the community, which is in the process of self-help development, needs assistance with technical aspects of the building structure and knowledge of thermal environment design; and 5) community-based development is influenced by the characteristics of the community; therefore, technical assistance must be adjusted to such characteristics.

Keywords: structural system reliability, thermal conditions of buildings, concrete domed mosques, community self-help.