

## ABSTRAK

### **PENGARUH PERLINDUNGAN INTEGRAL DAN EKSTERNAL *WATERPROOFING* TERHADAP KUAT TEKAN, PENETRASI AIR, DAN MIKROSTRUKTUR BETON *READY MIX***

OLEH

**ILHAM FAJAR KHAIRI**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perlindungan integral dan eksternal *waterproofing* terhadap kuat tekan, penetrasi air, dan mikrostruktur beton *ready mix*. Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium dengan variasi jenis beton, yaitu beton normal, beton dengan integral *waterproofing*, dan beton dengan kombinasi integral *waterproofing* dan *coating* eksternal. Pengujian dilakukan terhadap kuat tekan, kedalaman penetrasi air, serta analisis mikrostruktur menggunakan SEM–EDX pada berbagai umur dan kondisi perendaman.

Hasil analisis statistik ANOVA dua arah menunjukkan bahwa variasi sistem perlindungan beton, umur, dan media perendaman tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kuat tekan beton pada taraf signifikansi 5%. Namun, secara deskriptif seluruh beton telah melampaui kuat tekan rencana pada umur 28 hari, dan pada umur 365 hari terjadi penurunan kuat tekan yang disebabkan oleh pengaruh lingkungan perendaman jangka panjang, seperti proses *leaching* dan degradasi mikrostruktur. Beton dengan kombinasi perlindungan integral dan *coating* menunjukkan penurunan yang lebih terkendali dibandingkan variasi lainnya.

Sebaliknya, hasil uji penetrasi menunjukkan bahwa sistem perlindungan *waterproofing* memberikan pengaruh signifikan terhadap ketahanan beton terhadap penetrasi air. Beton dengan kombinasi perlindungan integral dan *coating* eksternal secara konsisten menunjukkan nilai penetrasi terendah dan memenuhi kriteria beton kedap air untuk kondisi agresif kuat. Hasil SEM–EDX memperlihatkan bahwa beton dengan perlindungan *waterproofing* memiliki

mikrostruktur yang lebih rapat, pori yang lebih tertutup, serta distribusi C–S–H yang lebih merata.

Secara mekanisme, peningkatan kinerja beton lebih dipengaruhi oleh proses *pore blocking* dan *pore refinement* yang mengarah pada kondisi *pore discontinuity*, sehingga jalur aliran air dalam beton menjadi terputus. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perlindungan integral dan eksternal *waterproofing* tidak berfungsi utama dalam meningkatkan kuat tekan beton *ready mix*, tetapi berperan signifikan dalam meningkatkan durabilitas beton, khususnya dalam mengurangi penetrasi air dan memperlambat degradasi jangka panjang.

Kata Kunci : beton *ready mix*, *waterproofing*, kuat tekan, penetrasi air, mikrostruktur beton, *pore discontinuity*, durabilitas

## **ABSTRACT**

### **EFFECT OF INTEGRAL AND EXTERNAL WATERPROOFING PROTECTION ON THE COMPRESSIVE STRENGTH, WATER PENETRATION, AND MICROSTRUCTURE OF READY-MIX CONCRETE**

**By**

**ILHAM FAJAR KHAIRI**

This study aims to analyze the effect of integral and external waterproofing protection on compressive strength, water penetration, and microstructure of ready-mix concrete. An experimental method was employed using three types of concrete: normal concrete, concrete with integral waterproofing, and concrete with a combination of integral waterproofing and external coating. The tests included compressive strength, water penetration depth, and microstructural analysis using SEM–EDX at various ages and immersion conditions.

The results of two-way ANOVA indicate that the variation in protection systems, curing age, and immersion media does not have a statistically significant effect on the compressive strength at a 5% significance level. However, descriptively, all concrete specimens exceeded the design strength at 28 days. At 365 days, a reduction in compressive strength was observed across all variations, which can be attributed to long-term environmental effects such as calcium leaching and microstructural degradation. The concrete with combined integral waterproofing and external coating exhibited a more controlled reduction compared to other variations.

In contrast, the water penetration test results show that waterproofing protection has a significant effect on improving resistance to water ingress. Concrete with combined internal and external protection consistently exhibited the lowest penetration depth and met the criteria for severe exposure conditions.

SEM–EDX analysis revealed a denser microstructure, reduced pore connectivity, and more uniform C–S–H distribution in waterproofed concrete.

Mechanistically, the improvement in performance is primarily governed by pore blocking and pore refinement processes, which lead to pore discontinuity, thereby interrupting the flow paths of water within the concrete matrix. Therefore, it can be concluded that integral and external waterproofing do not primarily enhance the compressive strength of ready-mix concrete but significantly improve its durability, particularly by reducing water penetration and slowing long-term degradation.

Keywords: ready-mix concrete, waterproofing, compressive strength, water penetration, microstructure of concrete, pore discontinuity, durability