

RINGKASAN PENELITIAN HIBAH BERSAING TAHUN 2010



Judul Penelitian : Pengembangan concrete patch repair material dengan bahan polymer cement based matrix yang tahan retak dan delaminasi akibat restrained shrinkage

Ketua : S A Kristiawan, ST, MSc (Eng), PhD
Anggota : Ir. Sunarmasto, MT

Dibiayai Oleh Direktorat Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional
Sesuai Dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Pekerjaan Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat
DIPA Universitas Sebelas Maret No. 2881/H27/KU/2010, tanggal 14 April 2010.

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA 2010**

Struktur beton bertulang sering mengalami kerusakan yang disebabkan oleh berbagai macam faktor seperti bencana gempa, beban yang berlebihan serta faktor lingkungan yang mengakibatkan terjadinya korosi pada tulangan. Jenis kerusakan yang nampak dapat berupa retak, pengelupasan selimut beton bahkan sampai pada kondisi patahnya elemen struktur. Kerusakan dalam bentuk pengelupasan dapat direhabilitasi dengan cara penambalan (*patch repair*) yang mana perbaikan dengan cara ini dimaksudkan untuk mengembalikan bentuk dan ukuran penampang, melindungi tulangan dari bahaya korosi berlanjut serta secara parsial dapat mengembalikan kekuatan penampang. Material yang dipakai sebagai *patch repair* harus memiliki kompatibilitas dengan material beton induk yang akan diperbaiki. Kompatibilitas yang dimaksud dapat ditinjau dari sifat mekanik, deformasi dan durabilitas. Ditinjau dari karakteristik mekanik, *repair material* harus memiliki kekuatan yang setara dengan beton induk agar distribusi tegangan dan regangan yang terjadi pada penampang dapat seimbang. Sedangkan salah satu isu kompatibilitas deformasi dapat dilihat dari perbedaan besaran *shrinkage*. Perbedaan *shrinkage* antara beton induk dengan *repair material* merupakan isu *dimensional incompatibility* yang mengakibatkan retak dan delaminasi pada *repair material*. Persoalan retak dan delaminasi akibat *dimensional incompatibility* ini dipengaruhi oleh beberapa parameter antara lain besaran *shrinkage*, *creep*, modulus elastisitas, kuat tarik, kuat lekat serta derajat pengekangan. Pengembangan *repair material* yang diharapkan dapat mengeliminasi retak dan delaminasi akibat *differential shrinkage (restrained shrinkage)* harus mengkuantifikasi faktor-faktor tersebut.

Penelitian ini dimaksudkan untuk menghasilkan repair material dengan bahan dasar mortar yang didalamnya ditambahkan polymer untuk memodifikasi sifat fleksibilitas dari repair material tersebut. Sifat fleksibilitas ini penting peranannya dalam mereduksi besarnya tegangan tarik yang timbul akibat *restrained shrinkage*. Dengan demikian pemakaian polymer ini diharapkan dapat membantu dalam mengeliminasi retak dan delaminasi. Untuk mencapai tujuan akhir ini penelitian dibagi dalam beberapa tahapan. Pada tahun pertama telah diteliti komposisi campuran dan mengevaluasi karakteristik mekanik dan deformasinya yaitu kuat tekan, kuat tarik, kuat lekat, *shrinkage dan creep*. Sedangkan penelitian tahun kedua diarahkan untuk mengeksplorasi sifat-sifat tersebut serta kompatibilitas dimensinya dikaitkan dengan performanya dalam melawan kecenderungan retak dan delaminasi sehingga dapat diperoleh komposisi campuran *patch repair* yang sesuai.

Penentuan komposisi campuran didasarkan pada evaluasi sifat workability dan kuat tekan. Melalui serangkain uji pendahuluan maka diperoleh komposisi sebagai berikut: proporsi semen:pasir sebesar 1:2.5 dengan faktor air semen 0.5 dan berbahan tambah superplasticizer dan accelerator masing-masing sebesar 2% dan 0.4% dari berat semen yang digunakan. Sedangkan kandungan polymer yang ditambahkan bervariasi yaitu sebesar 2%, 4% dan 6% dari berat semen. Selanjutnya dari berbagai komposisi repair material ini ditambah dengan repair material produksi pabrik sebagai pembanding, dilakukan pengujian kompatibilitas modulus elastisitas, kompatibilitas susut dan rangkai, kecenderungan retak akibat susut terkekang serta kecenderungan delaminasi.

Hasil penelitian pada tahun kedua ini dapat disimpulkan sebagai berikut: ditinjau dari kompatibilitas modulus elastisitas, maka apabila antara repair material dengan beton induk memiliki perbedaan regangan tertentu pada beban yang sama, maka ketika keduanya dipadukan akan memiliki perbedaan regangan 20% lebih kecil dari nilai semula. Ditinjau dari kompatibilitas susut, maka nilai penyimpangan susut antara repair material dan beton induk setara dengan 20% dapat digunakan sebagai bahan evaluasi kompatibel tidaknya repair material dengan beton induk. Ditinjau dari kompatibilitas rangkai, maka nilai selisih rangkai dan rasio rangkai dapat menjadi bahan evaluasi. Rasio rangkai dapat ditentukan sebesar 1,2 sebagai batasan penerimaan kompatibilitas. Polymer menyebabkan repair material menjadi fleksibel sehingga mampu menurunkan resiko retak dan delaminasi akibat susut terkekang.

Damaged on reinforced concrete structures can be due to a variety of causes including earthquake, excessive loading or corrosion of reinforcement. The appearances of the damaged may be in the form of cracking, spalling or delamination of concrete cover or particular element of concrete structure is broken. In the case of spalled or delaminated concrete cover, patch repair may be applied to recover size and appearance, to protect reinforcement from further corrosion, and partially to regain its strength capacity. Material used for patching application should have compatibilities with the existing concrete. These include compatible in mechanical, dimensional and durability characteristics. In terms of mechanical compatibility, repair material should have comparable strength to the existing concrete. This will guarantee that stress and strain are distributed evenly across the section. In terms of

dimensional compatibility, repair material could be subjected to tensile stress induced by differential shrinkage between repair material and existing concrete. This dimensional incompatibility can lead to cracking and delamination. Whether particular repair material will crack/delaminate or not depends on a variety of factors: shrinkage, creep, elastic modulus, tensile strength, bond strength and degree of restraint. Any effort to develop repair material should consider all these parameters in order to have repair material that will resist against cracking and delamination due to restrained shrinkage.

The aim of this research is to obtain repair mortar containing polymer for application in patch repair system. The use of polymer is intended to modify mortar so it will become flexible. The flexibility property is important to reduce tensile stress induced by restrained shrinkage as with this property repair material tends to deform more under restrained shrinkage stress. This deformation results in releasing tensile stress developed in repair material which, in turn, reduces the possibility of cracking and delamination. The goal of this research can be achieved into two stages. The first stage, which is carried out in the first year of the research, focuses on obtaining proportions of repair material and quantifying mechanical and deformability characteristics: compressive strength, tensile strength, bond strength by means of slant shear, shrinkage and creep. These parameters are then used to formulate a prediction model to estimate tensile stress developed in repair material. The formulation of the prediction model will be carried out in the second year together with validation of the model from the observation of restrained shrinkage cracking and delamination tendency. The model proposed will be useful for examining cracking and delamination tendency of particular repair material.

Proportions of repair material were determined from the workability and strength properties. After several preliminary investigations, the proportions were found to be as follows: cement: sand ratio equals to 1:2.5, with water/cement ratio 0.5, and superplasticizer and accelerator respectively 2% and 0.4% by weight of cement. Meanwhile, the amount of polymer added to the mixes were 2%, 4% and 6% by weight of cement. In addition to that mix composition, commercial repair mortar produced by manufacture was used for comparison purpose. All these compositions were subjected to testing to determine shrinkage, creep, compressive strength, tensile strength and slant shear.

The results of this research during the first year can be summarised as follows: Based on measurement of 28-day compressive strength, tensile strength and slant shear it is justified to use low proportion (2-4%) of polymer to modify mortar suitable for patch repairing concrete with strength of about 20-30 MPa. However, further effort is needed to improve the strength development of this material so it could gain high strength at early age. On the basis of flexibility property, the inclusion of polymer seems to produce repair material that will potentially reduce the risk of cracking due to dimensional issues. The reduction in flexibility of repair material containing polymer can be seen from lower moment/deflection ratio, higher shrinkage and creep.