

**REKAYASA**

**LAPORAN PENELITIAN HIBAH BERSAING  
TAHUN KEDUA**



**MODEL DAN FORMULASI PENCEGAHAN, PEMERIKSAAN  
DAN PENANGANAN KERUSAKAN BANGUNAN BETON  
BERTULANG DAN BAJA AKIBAT KOROSI AIR LAUT  
DAN BIOTA LAUT**

Oleh :

**Ir. Henry Hartono, M.T.  
Ir. Endang Mastuti W.  
Dra. Tuti Rahayu, M.Pd.**

**DIAJUKAN KEPADA  
DIREKTORAT PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL RI**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
OKTOBER 2010**

**HALAMAN PENGESAHAN  
LAPORAN PENELITIAN HIBAH BERSAING TAHUN KE DUA**


1. Judul Penelitian : MODEL DAN FORMULASI PENCEGAHAN, PEMERIKSAAN DAN PENANGANAN KERUSAKAN BANGUNAN BETON BERTULANG DAN BAJA AKIBAT KOROSI AIR LAUT DAN BIOTA LAUT.
2. Ketua Peneliti :
- a. Nama Lengkap : Ir. H. Henry Hartono, M.T.
  - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
  - c. NIP : 1956.05.27.1986.03.1.002
  - d. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
  - e. Jabatan Struktural :
  - f. Bidang Keahlian : Teknik Sipil
  - g. Fakultas/Jurusan : Fakultas Teknik / Teknik Sipil
  - h. Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Surakarta
  - i. Tim Peneliti :

No.	Nama	Bidang Keahlian	Fakultas/ Jurusan	Perguruan Tinggi
1.	Ir. Endang Mastuti W.	Teknik Kimia	F. Teknik / Teknik Kimia.	UNS
2.	Dra. Tuti Rahayu, M.Pd.	Biologi & Biokimia	FKIP / Pend. Biologi	UMS

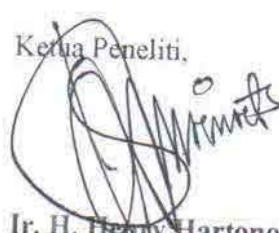
3. Pendanaan dan jangka waktu penelitian
- a. Jangka waktu penelitian yang diusulkan : 2 Tahun
  - b. Biaya total yang diusulkan : Rp 98.228.000,-
  - c. Biaya yang disetujui tahun 2010 : Rp 32.200.000,-

Surakarta, 29 Oktober 2010


Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik

  
Ir. Agus Riyanto S.R., M.T.  
NIK. 483.

Ketua Peneliti,

  
Ir. H. Henry Hartono, M.T.  
NIP. 1956.05.27.1986.03.1.002

Menyetujui,  
Ketua LPPM UMS

  
Dr. Drs. Harun Joko Prayitno, M.Hum.  
NIP. 132.049998



## RINGKASAN PENELITIAN

Negara Indonesia yang merupakan suatu negara kepulauan terbesar di dunia yang terdiri dari 17.508 pulau, banyak dibangun prasarana transportasi berupa jembatan beton atau jembatan komposit antara bahan beton dan baja, serta banyak pula dibangun pelabuhan laut maupun dermaga yang saat ini banyak mengalami kerusakan, sehingga memerlukan suatu perbaikan dan perawatan yang rutin. Untuk menunjang kegiatan perbaikan dan perawatan bangunan prasarana transportasi yang berupa jembatan maupun suatu pelabuhan laut atau dermaga diperlukan suatu penelitian yang akurat, agar dapat ditentukan langkah-langkah pencegahan supaya tidak terjadi kerusakan dan sekaligus juga dapat ditentukan tindakan perbaikan yang harus dilaksanakan untuk mengatasi kerusakan yang terjadi. Tujuan dari penelitian ini adalah : 1. Mengetahui dengan tepat penyebab terjadinya kerusakan suatu bangunan prasarana, 2. Mengetahui mekanisme proses terjadinya kerusakan bangunan beton bertulang dan baja oleh air laut dan biota laut, 3. Mendapatkan jenis bahan tertentu untuk pencegahan kerusakan, 4. Mendapatkan metode yang efektif untuk penanganan kerusakan bangunan beton bertulang dan baja. Mendapatkan model dan formulasi yang terkait dengan pencegahan, pemeriksaan dan penanganan kerusakan dan biota laut. Penelitian sejenis pernah dilakukan oleh Budiono et al (2000) tentang pengaruh korosi terhadap tulangan baja pada kekuatan balok beton bertulang, hasil penelitiannya menunjukkan penurunan kekuatan mencapai 54,28% pada balok beton bertulang dengan mutu beton  $f_c^1 = 30$  MPa, cara pelaksanaan penelitian ini terendam dalam air laut dan air biasa/normal. Hasil penelitian yang diperoleh adalah:

1. Benda uji nampak tertempel oleh biota laut jenis plankton yang merupakan makanan bagi biota laut yang dapat merusak bahan bangunan beton.

2. Mengingat waktu pelaksanaan penelitian hanya 5 (lima) bulan, kerusakan bahan beton belum nampak, tetapi, jika jenis biota laut yang menempel pada beton terkupas, maka permukaan bahan beton tersebut menjadi rusak, sehingga jika nantinya tertempeli oleh biota laut yang dapat merusak bangunan beton, pada bagian-bagian tersebut pasti mengalami keropos beton seperti halnya yang terjadi pada tiang pancang di Jembatan Suramadu. (Bahan beton tertempeli plankton, tertempeli pula biota laut yang dapat merusak bahan beton, dan dengan mengeluarkan enzim tertentu beton dapat diperlunak sehingga mengalami keropos beton)
3. Metode yang efektif untuk pencegahan terjadinya kerusakan pada bahan beton bertulang, yaitu dengan mengadakan pelapisan (*coating* dengan bahan kimia jenis tertentu) sehingga benar-benar bahan beton dapat terlindungi dalam waktu tertentu pula.
4. Kualitas beton terutama kuat tekan beton yang terendam air laut, ternyata lebih rendah dari kualitas beton yang tidak terendam air laut, karena air laut lebih jelek dari air biasa dalam mempersatukan bahan-bahan yang terkandung dalam Portland Cement/beton.
5. Kualitas beton maupun bahan yang berlapis bahan *coating* tertentu, ternyata lebih baik dari pada kualitas beton maupun bahan yang tidak berlapis *coating*, hal ini dikarenakan bahan *coating* mengandung bahan kimia tertentu yang dapat memperkeras bahan beton maupun baja.
6. Dengan menggunakan metode SEM, bahan beton yang permukaannya ber*coating*, nampak suatu lapisan yang melindungi permukaan bahan beton tersebut, sehingga lebih tahan terhadap serangan air laut maupun biota laut.

7. Formulasi / model pencegahan, pemeriksaan dan penanganan kerusakan bangunan beton bertulang.

a. Formulasi pencegahan :

Semua bangunan di lingkungan laut, sebaiknya menggunakan bahan coating jenis Epoxy.

b. Formulasi pemeriksaan :

Menentukan kualitas beton yang baik, cukup memeriksa kuat tekan beton tersebut, karena jika kuat tekan betonnya tinggi, maka sifat – sifat beton lainnya baik. Walaupun demikian, persyaratan kandungan lumpur dan gradasi harus memenuhi syarat teknik.

c. Formulasi penanganan perbaikan pekerjaan :

Dalam penanganan perbaikan pekerjaan, dimulai dengan pemilihan penggunaan kualitas bahan penyusun beton yang baik, kualitas tenaga operasional yang berkualitas baik, dan sistim operasional sesuai persyaratan teknik.

## SUMMARY

Indonesia is the biggest archipelago country in the world, consisting 17,508 islands, have built transportation tools such as concrete bridge or composite bridge of concrete and steel. It is also built harbor and quay which have been damaged recently, so it needs routine repair and treatment. To support repair and maintenance of transportation building like bridge or harbor, it needs an accurate research. It aims to determine the steps of prevention to avoid damage and to determine repair activity which must be performed to address the occurring damage. The objectives of the study are: 1. to know the cause of damage of building properly, 2. to know mechanism process of building damage of concrete steel by water and biota of sea, 3. to get certain agent to prevent damage, 4. to get effective method of handling damage of concrete steel building, getting model and formulation related to the prevention, examination, and handle of damage and sea biota. The previous study conducted by Budiono et al (2000) of the effect of corrosion toward steel building of concrete pressure power shows that there is decrease of power by 54.28% on concrete pressure with concrete quality  $f'_c = 30$  MPa. The study is conducted by submerging the concrete into the sea water and normal water. The result of the study shows that:

1. Test-item seems to be adhered by sea biota like plankton, food of sea biota, which can damage the concrete building.
2. The duration of study is five months, so the damage of concrete building has not seen yet, however, the type of sea biota adhering the concrete, is analyzed. Therefore, the concrete surface is being damaged, so when it is adhered by sea biota which can damage the concrete building. On that counterpart, it may cause

corrosion like the case of stake in Suramadu Bridge. (The concrete is adhered by planktons and sea biota, which may damage the concrete. Besides, by secreting certain enzyme, the concrete can be benign and corrosion).

3. The effective method to prevent damage on concrete building is performed by having coating (with certain chemicals) in order that the concrete can be protected in certain periods.
4. The concrete quality of concrete pressure submerging in the water, obviously lower than the quality of concrete which is not submerged, because sea water is worse than the other water in unifying agents contained in concrete/Portland Cement.
5. Either concrete quality or agents layering certain coating, obviously better than the quality of concrete or agent which has no coating layer. It is caused by the coating has certain chemicals which can tighten concrete or steel agents.
6. By using SEM method, concrete which has coating seems to have surface protection, so that it can endure the sea water and biota.
7. The research result a preventing model / formula, maintenance dan handling the damage of concrete steel building.

## **PRAKATA**

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Puja dan puji syukur penulis panjatkan pada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmatnya sehingga laporan penelitian dapat terselesaikan dengan baik.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui dengan tepat penyebab terjadinya kerusakan secara rinci
2. Mengetahui mekanisme proses terjadinya kerusakan bangunan beton bertulang dan baja oleh air laut dan biota laut.
3. Mendapatkan jenis bahan tertentu untuk pencegahan kerusakan dan metode yang efektif untuk penanganan terjadinya kerusakan bangunan beton bertulang dan baja.
4. Mendapatkan model dan formulasi yang terkait dengan pencegahan, pemeriksaan dan penanganan kerusakan bangunan beton bertulang dan baja akibat korosi air laut dan biota laut.
5. Mendapatkan hasil perbaikan kerusakan bangunan beton bertulang dan baja akibat korosi air laut dan biota laut.

Cara pelaksanaan penelitian ini adalah dengan membuat benda uji berupa beton silinder, balok beton bertulang dan plat baja. Benda uji tersebut dibiarkan terendam dalam air laut, kemudian dilakukan pengujian di laboratorium.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Pimpinan Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional beserta semua staf.



2. Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat UMS beserta semua staf.
3. Semua pihak yang membantu pelaksanaan penelitian dan pembuatan laporan ini  
Kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan, agar diperoleh hasil yang maksimal.

*Wassalamu'alaikumWr. Wb.*

Surakarta, Oktober 2010

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
RINGKASAN .....	iii
SUMMARY .....	vi
PRAKATA .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
BAB I    PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Perumusan Masalah .....	3
C. Keaslian Penelitian .....	4
D. Batasan Masalah .....	4
BAB II    TINJAUAN PUSTAKA .....	6
A. Studi Pustaka .....	6
B. Landasan Teori .....	10
BAB III    TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN .....	18
A. Tujuan Penelitian .....	18
B. Manfaat Penelitian .....	19
BAB IV    METODE PENELITIAN .....	20
A. Bahan Penelitian .....	20
B. Perancangan Penelitian .....	21

	C. Jumlah Benda Uji .....	23
	D. Cara Kerja .....	23
	E. Tempat Uji Penelitian .....	26
BAB V	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	41
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN .....	54
	A. Kesimpulan .....	54
	B. Saran-Saran .....	56

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel II. 1.	Daftar bahan <i>Coating</i> untuk perbaikan beton dan baja .....	14
Tabel IV.1	Jenis dan jumlah benda uji penelitian .....	23
Tabel V.1	Hasil uji tekan silinder beton h= 30 cm, $\phi$ 15 cm, umur 28 hari ...	41
Tabel V.2	Hasil uji tekan silinder beton h= 30 cm, $\phi$ 15 cm, umur 2 bulan ...	41
Tabel V.3	Hasil uji tekan silinder beton h= 30 cm, $\phi$ 15 cm, umur 3 bulan ...	41
Tabel V.4	Hasil uji tekan silinder beton h= 30 cm, $\phi$ 15 cm, umur 4 bulan ...	42
Tabel V.5	Hasil uji tekan silinder beton h= 30 cm, $\phi$ 15 cm, umur 4 bulan ...	42
Tabel V.6.	Hasil uji tarik belah silinder beton h = 30 cm, $\phi$ 15 cm, umur 28 hari .....	42
Tabel V.7.	Hasil uji tarik belah silinder beton h = 30 cm, $\phi$ 15 cm, umur 2 bulan .....	43
Tabel V.8.	Hasil uji tarik belah silinder beton h = 30 cm, $\phi$ 15 cm, umur 3 bulan .....	43
Tabel V.9.	Hasil uji tarik belah silinder beton h = 30 cm, $\phi$ 15 cm, umur 4 bulan .....	43
Tabel V.10.	Hasil uji tarik belah silinder beton h = 30 cm, $\phi$ 15 cm, umur 4 bulan .....	43
Tabel V.11.	Hasil uji lentur balon beton bertulang ukuran 10cm x 15cm x 100cm umur 28 hari .....	44
Tabel V.12.	Hasil uji lentur balon beton bertulang ukuran 10cm x 15cm x 100cm umur 2 bulan .....	44
Tabel V.13.	Hasil uji lentur balon beton bertulang ukuran 10cm x 15cm x 100cm umur 3 bulan .....	44
Tabel V.14.	Hasil uji lentur balon beton bertulang ukuran 10cm x 15cm x 100cm umur 4 bulan .....	45
Tabel V.15.	Hasil uji lentur balon beton bertulang ukuran 10cm x 15cm x 100cm umur 4 bulan .....	45
Tabel V.16.	Hasil uji tarik plat baja ukuran 3cm x 30cm x 5mm umur 28 hari .	45
Tabel V.17.	Hasil uji tarik plat baja ukuran 3cm x 30cm x 5mm umur 2 bulan.	46
Tabel V.18.	Hasil uji tarik plat baja ukuran 3cm x 30cm x 5mm umur 3 bulan.	46
Tabel V.19.	Hasil uji tarik plat baja ukuran 3cm x 30cm x 5mm umur 4 bulan.	46
Tabel V.20.	Hasil uji tarik plat baja ukuran 3cm x 30cm x 5mm umur 4 bulan.	46
Tabel V.21.	Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus .....	48

Tabel V.22. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar .....	49
Tabel V.23. Pemeriksaan Gradasi Butiran Agregat Halus.....	50
Tabel V.24. Pemeriksaan Gradasi Butiran Agregat Kasar.....	51
Tabel V.25. Pemeriksaan Kandungan Lumpur Agregat Halus.....	52
Tabel V.26. Pemeriksaan Kandungan Lumpur Agregat Kasar.....	52
Tabel V.27. Uji desak beton (diameter 15 cm dan tinggi 30 cm) .....	53
Tabel V.28. Uji tarik belah beton (diameter 15 cm dan tinggi 30 cm) .....	53
Tabel V.29. Uji desak beton (hasil core dril beton berupa corecase $\theta = 5$ cm dan h = 10cm) .....	53

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Biota laut menyerang konstruksi pondasi tiang pancang jembatan (mengakibatkan kerusakan pada struktur beton bertulang) .....	2
Gambar 2. Teredo sedang mengebor kayu (mengakibatkan kerusakan yang parah pada dermaga dan hewan ini sanggup menancapkan tubuhnya di batu karang atau bangunan dari beton hingga dalam) .....	12
Gambar 3. Bagian- bagian <i>Goose Barnacle</i> dan <i>Acorn Bernacle</i> .....	13
Gambar 4. Anatomi <i>Barnacle</i> dan kemampuannya masuk ke dalam batu karang (mengakibatkan batu menjadi retak) .....	13
Gambar 5. Bagan Alir Penanganan Kerusakan Bangunan Beton dan Baja Penelitian Tahun Kedua.....	22
Gambar 6. Benda uji silinder normal .....	24
Gambar 7. Benda uji tarik .....	24
Gambar 8. Benda uji balok beton ukuran.....	24

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Pengujian Benda Uji

Lampiran 2. Benda uji penelitian

Lampiran 3. Peralatan Pengujian Benda Uji Penelitian

Lampiran 4. Kondisi jembatan sebelum dan sesudah perbaikan

Lampiran 5. Sampel benda uji bulan ke – 6 dan ke – 20