

## PERBAIKAN DAN PERKUATAN STRUKTUR PADA BANGUNAN CAGAR BUDAYA

Oleh:

Agung Nusantoro

Dosen Tetap Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Purworejo

Email: nusantoroagung@yahoo.co.id

**ABSTRAK:** Indonesia represent one of the region which is gristle to earthquake disaster. Damage earthquake event generate loss through physical and also non physical. This physical damage and losses also affect at cultural pledge building which spread over in Indonesia. Hence require to strive strength and repair at the culture pledge building so that building history value can be defended. Cultural pledge building in this study is limited at the building made from brick wall. Effort strength and report in this study conducted at building element like sloof, wall, column, ring balk and roof. We expected with effort this strength and repair, cultural pledge building structure become strongerly than before.

**Kata Kunci:** Perbaikan, Perkuatan, Bangunan, Cagar Budaya

**ABSTRACT:** Indonesia mewakili salah satu daerah yang rawan bencana gempa bumi. Kerusakan earthquake acara menghasilkan kerugian fisik dan juga non fisik. Kerugian dan kerusakan fisik ini juga mempengaruhi pada budaya janji bangunan yang tersebar di Indonesia. Oleh karena itu memerlukan berjuang kekuatan dan perbaikan pada janji budaya membangun sehingga membangun nilai sejarah dapat dipertahankan. Budaya janji membangun dalam studi ini terbatas pada bangunan yang terbuat dari tembok. Kekuatan usaha dan laporan dalam studi ini dilakukan di bangunan elemen seperti sloof, dinding, kolom, cincin balk dan atap. Kami diharapkan dengan usaha ini kekuatan dan perbaikan, budaya janji membangun struktur menjadi strongerly daripada sebelumnya.

**Keywords:** Maintenance, Strengthening, Building, Cultural Pledge

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Gempa bumi masih merupakan masalah besar bagi banyak negara karena gempabumi dapat mengakibatkan kerusakan pada bangunan, infrastruktur serta korban jiwa yang menimbulkan dampak negatif terhadap perekonomian, sosial dan budaya. Secara geologis, struktur lapisan bumi wilayah Indonesia terletak pada pertemuan 3 lempeng tektonik dunia yaitu lempeng Indo\_australia,

Eurasia dan lempeng Pasifik yang bergerak relatif satu terhadap yang lainnya, sehingga terjadilah tumbukan. Akibatnya wilayah Indonesia mempunyai risiko tinggi terhadap bencana gempa bumi (Waluyo, 2009).

Gempa bumi Yogyakarta pada tahun 2006 merupakan contoh dari gempa merusak yang kerap menjadi latar belakang penelitian oleh beberapa peneliti. Gempa tersebut mengakibatkan kerugian yang besar bagi masyarakat DIY dan sekitarnya. Akibat

gempabumi ini banyak bangunan cagar budaya yang rusak.

Bangunan cagar budaya dengan menggunakan bahan bata banyak tersebar di wilayah Indonesia. Bangunan cagar budaya memiliki nilai penting dari sisi kebudayaan dan sejarah bangsa. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya khusus untuk menjaga eksistensi bangunan cagar budaya tersebut sehingga tetap menjadi bagian dari bukti sejarah. Namun bahan bata yang sebagian besar digunakan pada bangunan cagar budaya tersebut merupakan material yang rentan akan pelapukan dan kerusakan. Terlebih untuk bangunan cagar budaya yang berada di daerah yang rawan terhadap bencana gempabumi. Penanganan konservasi bangunan pasangan bata sangat bervariasi tergantung pada tingkat kerusakan dan pelapukan materialnya. Prinsip konservasi harus menggunakan teknik dan bahan yang efektif dan efisien secara teknis, ekonomis, tahan lama, serta aman bagi lingkungan. Bangunan cagar budaya dengan bahan bata yang biasa dijumpai adalah bangunan museum yang berisi benda-benda bersejarah.

### **Maksud dan Tujuan**

Kajian ini bersifat tinjauan pustaka yang dimaksudkan untuk mengidentifikasi cara perbaikan dan perkuatan struktur bangunan cagar budaya. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kinerja bangunan cagar budaya.

### **Pembatasan Kajian**

Kajian ini bersifat tinjauan pustaka yang masih terbatas pada bangunan cagar budaya yang menggunakan bahan bata sebagai bahan konstruksinya.

## **TINJAUAN PUSTAKA DAN PEMBAHASAN**

### **Perbaikan**

Perbaikan adalah semua langkah yang dimaksudkan untuk mengembalikan kekuatan struktur bangunan yang hilang karena gempa ke keadaan semula. Contoh dari langkah ini diantaranya adalah menambal dinding retak, menambal keretakan dengan “*stitching*” dengan baja (Jawa: sopak), “*grouting*” (suntik) dengan semen atau bahan perekat lain yang lebih kuat.

### **Perkuatan**

Perkuatan adalah semua langkah untuk meningkatkan ketahanan terhadap gempa pada suatu bangunan yang telah jadi. Contoh perkuatan adalah membuat sabuk tahan gempa, mengurangi kelemahan bangunan, menghilangkan massa yang terkonsentrasi (terlalu besar di bagian atas misalnya), menambah dinding geser (*shear walls*), menambah kolom, perkuatan struktur atap dan lantai, memperkuat hubungan antara atap, dinding dan pondasi dll.

### **Proses Perbaikan / Perkuatan**

Proses perbaikan dan perkuatan bangunan cagar budaya bahan bata meliputi: (1) Perbaikan dan perkuatan sloof; (2) Perbaikan dan perkuatan dinding; (3) Perbaikan dan perkuatan kolom; (4) Perbaikan dan perkuatan balok ring; (5) Perbaikan dan perkuatan bukaan pada dinding; (6) Perbaikan dan perkuatan gunungan. Perbaikan dan perkuatan elemen-elemen bangunan ini disesuaikan dengan sebuah panduan perbaikan dan perkuatan rumah tinggal pasangan bata agar aman terhadap gempa yang dikeluarkan oleh SNS (*Sar*

Nevesht Saz) International Yogyakarta dengan modifikasi.

### 1. Perbaikan dan Perkuatan Sloof

Fungsi utama dari sloof adalah sebagai penahan beban dari dinding dan sebagai pengikat antar kolom. Penambahan sloof pada bangunan cagar budaya sama pentingnya dengan rumah tinggal bahan bata lainnya, yaitu untuk memperkuat dinding, sehingga apabila terjadi gempa dinding tidak akan mengalami retak dan runtuh. Perbaikan/perkuatan sloof dapat dilakukan dengan pemasangan besi tulangan serta kawat strimin. Besi tulangan diukur sepanjang ukuran sloof (di dalam dan luar ruangan) dengan tambahan stek sepanjang 40D, kemudian besi tulangan dipotong sesuai ukuran yang dibutuhkan. Dilakukan pengeboran di sepanjang atas pondasi yang akan diberi perkuatan dengan jarak  $\pm 30$  cm untuk memasukkan kawat ikatan besi tulangan, pasang besi tulangan di tempat yang telah ditentukan, kemudian ikat tulangan dengan 3 utas kawat putih D3mm (2 utas dari dalam dan 1 utas dari luar ruangan atau sebaliknya).



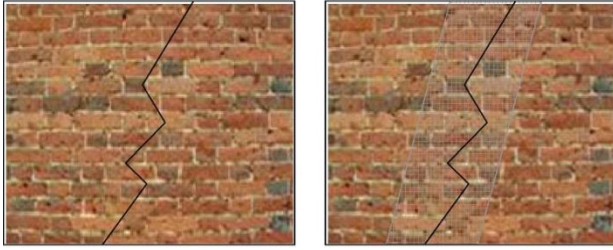
Gambar 1. Proses perkuatan sloof

Untuk pemasangan kawat strimin, dilakukan pengeboran dinding sepanjang atas pondasi yang akan diberi perkuatan dengan jarak  $\pm 30$  cm untuk memasukkan kawat ikatan pada kawat strimin. Pasang kawat strimin sepanjang tulangan, di sebelah dalam dan luar dengan lebar minimum  $\pm 30$  cm. Kemudian ikat kawat strimin (luar dan dalam) dengan menggunakan 2 utas kawat D2mm masing-masing 1 utas dari dalam dan luar ruangan. Terakhir tutup dengan mortar.

### 2. Perbaikan dan Perkuatan Dinding

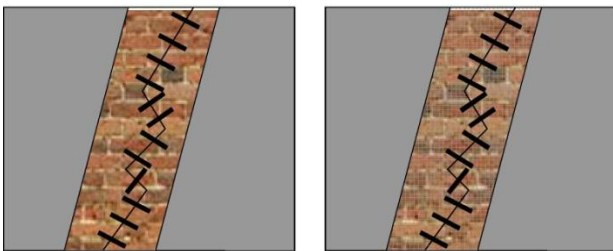
Perbaikan dinding pada bangunan cagar budaya dengan berbahan bata adalah :

1. Untuk plesteran yang sudah rapuh, plesteran yg rapuh harus dikelupas semua dan diganti dengan plesteran baru dengan campuran 1 semen : 3 pasir dengan ketebalan 1 – 1,5 cm.
2. Retak kecil pada dinding, untuk retak kecil yang mempunyai lebar celah antara 0,075 s/d 0,6 cm, maka plesteran disekitar retak dikupas kemudian diisi dengan air semen. Setelah celah tertutup rapat kemudian diplester kembali dengan adukan spesi 1:3.
3. Retak besar pada dinding, retak yang lebih dari 0,6 cm, maka dapat dilakukan mengupas plesteran disekitar retak dan celah diisi air semen sampai tertutup. Setelah tertutup rapat pada bagian bekas retak dipasang kawat anyaman atau kawat strimin dan dipaku yang kuat. Setelah itu dinding diplester kembali dengan campuran spesi 1:3.



Gambar 2. Pemasangan kawat strimin pada dinding retak

4. Lebar retakan dinding < 1 cm dapat juga dilakukan dengan dijahit pada lokasi retakan dengan menggunakan besi tulangan, dan bila cara “jahit” melubangi bagian pinggir dari retakan, jahitan berada tegak lurus dengan arah retakan, pada celah tersebut dapat dilakukan *grouting* dan selanjutnya seluruh dinding dilapisi kawat strimin dan diplester.



Gambar 3. Perkuatan dinding dengan “jahit”

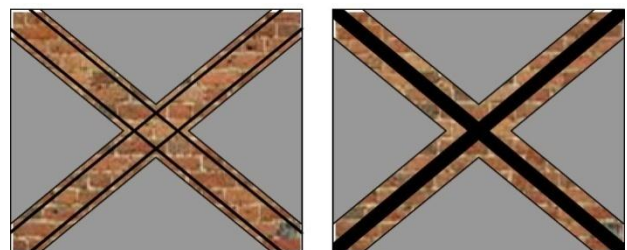
5. Untuk retakan dinding yang > 1 cm maka sebaiknya dibongkar dan dibuat tembok baru.

Perkuatan yang dimaksud adalah pada dinding dengan luasan lebih 9 m<sup>2</sup> yang rentan mengalami kerusakan akibat guncangan gempa serta dinding dengan kualitas pasangan bata dan plesteran yang buruk yang akan mudah runtuh apabila terkena guncangan gempa. Perkuatan dapat dilakukan dengan pemasangan besi tulangan dan kawat strimin. Besi tulangan dipotong sesuai ukuran

yang dibutuhkan sebanyak 4 batang (masing-masing 2 batang untuk bagian dalam dan luar). Dilakukan pengeboran dinding yang akan dipasang tulangan kolom sepanjang tulangan dengan jarak  $\pm 30$  cm untuk memasukkan ikatan. Besi tulangan yang telah dipotong dipasang pada tempat yang telah ditentukan kemudian diikat dengan 3 utas kawat putih D3mm.

Pemasangan kawat strimin dilakukan dengan pengeboran daerah yang akan dipasang kolom untuk mengikat kawat strimin dengan jarak  $\pm 30$  cm. kawat strimin dipasang sepanjang tulangan, di sebelah dalam dan luar dengan lebar minimal  $\pm 45$  cm. Kemudian kawat strimin diikat (luar dan dalam) dengan menggunakan 2 utas kawat D2mm. Terakhir ditutup dengan mortar.

Pada perkuatan dinding dapat juga diberi bracing dengan besi tulangan atau kanvas. Pelaksanaannya plesteran dinding dikupas arah diagonal dengan lebar 30 cm, kemudian diberi tulangan dan diikat dengan kawat dengan cara tembok dibor. Ujung-ujung tulangan diagonal dikaitkan pada kolom praktis.

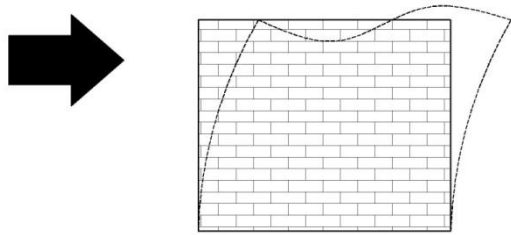


Gambar 4. Bracing dengan tulangan dan Bracing dengan kanvas

Setelah itu diberi kawat strimin kemudian diplester kembali dengan campuarn 1:3.

### 3. Perbaikan dan Perkuatan Kolom

Kolom harus ada karena dinding tanpa kolom mudah rusak saat terjadi gempa dan membuat bangunan menjadi lemah. Pada bangunan cagar budaya kolom terbuat dari batu bata uang yang disusun dan dimensinya lebih besar dari tembok.



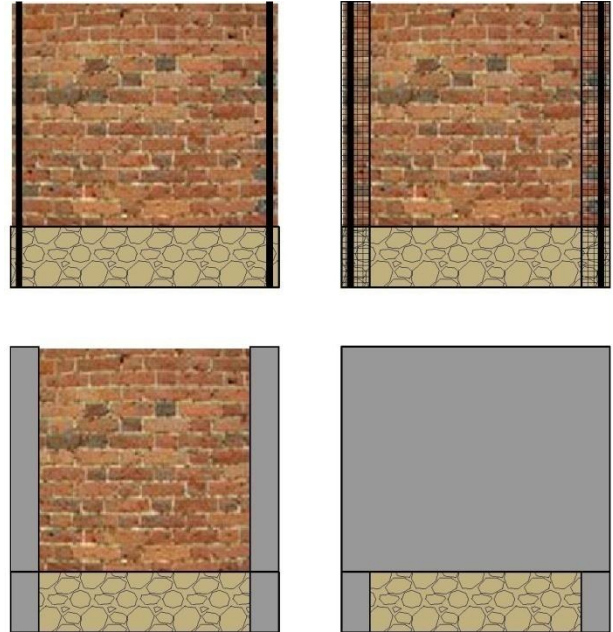
Gambar 5. Beban horizontal

Dari gambar diatas tampak bahwa sebuah struktur diberi beban gempa horisontal, maka kolom-kolom sangat berpengaruh dalam menahan gaya gempa tersebut

Perkuatan kolom dapat dilakukan dengan pemasangan besi tulangan dan kawat strimin. Besi tulangan dipotong sesuai ukuran yang dibutuhkan sebanyak 4 batang (bagian dalam dan luar masing-masing 2 batang). Dilakukan pengeboran dinding yang akan dipasang tulangan kolom sepanjang tulangan dengan jarak  $\pm 30$  cm untuk memasukkan ikatan. Pengeboran dinding dilakukan pada bagian spesi. Kemudian pasang besi tulangan yang telah dipotong di tempat yang telah ditentukan dan ikat tulangan dengan 3 utas kawat putih D3mm.

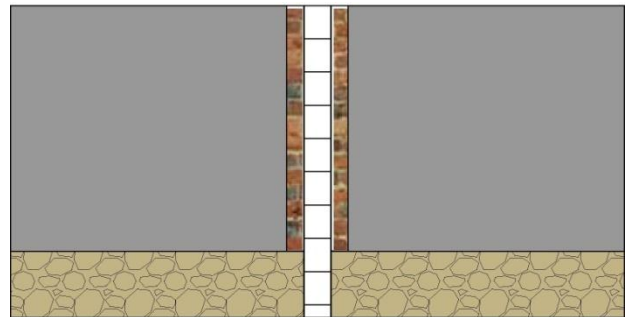
Untuk pemasangan kawat strimin, dilakukan pengeboran di daerah yang akan dipasang kolom untuk mengikat kawat strimin dengan jarak  $\pm 30$  cm. pasang kawat strimin sepanjang tulangan di sebelah dalam dan luar

dengan lebar minimum  $\pm 45$  cm. Kemudian ikat kawat strimin (luar dan dalam) dengan menggunakan 2 utas kawat D2mm. Terakhir ditutup dengan mortar.



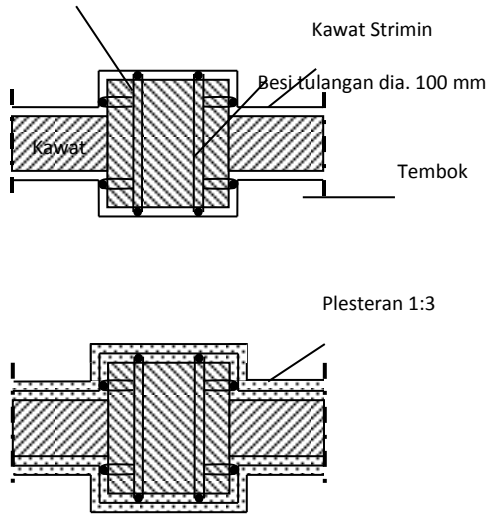
Gambar 6. Proses perkuatan kolom

Selain itu dapat pula dibuat kolom baru dengan cara membongkar pada kolom lama yang terbuat dari batu bata. Kemudian perlu ditambahkan pondasi dibawah kolom. Pada pemasangan atau perakitan kolom dilakukan sesuai aturan yang ada, dan diberikan angkur ke arah tembok.



Gambar 7. Pembuatan kolom baru

Pada kolom bangunan kuno terbuat dari bata yang ukurannya lebih besar dengan tembok. Perkuatannya diberi tulangan dari luar maupun dalam kemudian diikat dengan kawat, lalu diberi kawat strimin dan langkah terakhir diplester.

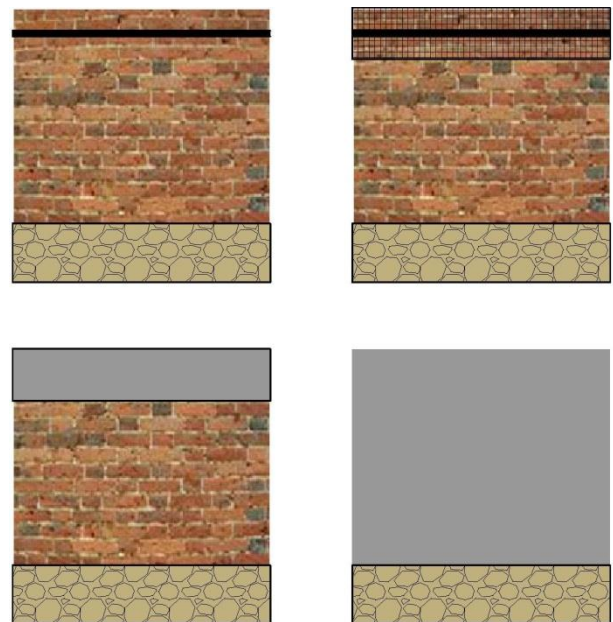


#### 4. Perbaikan dan Perkuatan Balok Ring

Balok ring berfungsi untuk mengikat dinding sehingga rangka bangunan menjadi satu kesatuan yang kaku. Tidak adanya balok ring menyebabkan dinding bangunan mudah runtuh pada saat terjadi gempa. Pada bangunan cagar budaya ring balk tidak ada, maka perlu diperkuat dengan ring balk tambahan. Seperti halnya perbaikan/perkuatan elemen bangunan yang telah dibahas sebelumnya, perbaikan/perkuatan balok ring juga dapat menggunakan besi tulangan dan kawat strimin. Besi tulangan diukur sepanjang ukuran ring balok yang dibutuhkan dan tambahkan stek sepanjang 40D kemudian dipotong sesuai ukuran yang dibutuhkan. Dilakukan pengeboran pada daerah yang akan

dipasang ring balok sepanjang tulangan dengan jarak  $\pm 30$  cm untuk memasukkan ikatan. Pengeboran dilakukan pada bagian spesi. Pasang besi tulangan di tempat yang telah ditentukan dan ikat dengan 3 utas kawat putih D3mm.

Bor daerah yang akan dipasang balok ring untuk mengikat kawat strimin dengan jarak  $\pm 30$  cm. Kemudian pasang kawat strimin sepanjang tulangan, di sebelah dalam dan luar dengan lebar minimum  $\pm 30$  cm. Ikat kawat strimin dengan menggunakan 2 utas kawat D2mm masing-masing 1 utas dari dalam dan luar ruangan. Terakhir ditutup dengan mortar.



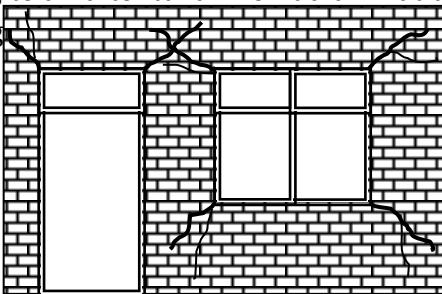
**Gambar 8. Proses perkuatan balok ring**

Selain itu dapat pula dilakukan dengan membuat ring balk baru diatas tembok yang sudah ada. Dan pada atas tembok diberi angkur dengan cara mengebor tembok lama. Kemudian dipasang ring balk. Pada pemasangan ring balk perlu dipikirkan bahwa

atap yg sudah ada diangkat terlebih dahulu dengan dongkrak kemudian ditopang oleh penyangga atau steger yang telah disiapkan. Setelah selesai pembuatan ring balk baru kemudian atap diturunkan lagi dengan bantuan dongkrak dan diturunkan perlahan-lahan dan bersamaan, seperti pada waktu pengangkatan di awal.

### 5. Perbaikan dan Perkuatan Bukaannya Pada Dinding

Perlu adanya perkuatan pada area bukaan karena pada banyak kasus kerusakan akibat gempa sering terjadi kerusakan pada daerah sudut bukaan. Perbaikan dan perkuatannya juga bisa menggunakan besi tulangan dan kawat strimin. Besi tulangan diukur sepanjang ukuran bukaan yang dengan panjang sambungan lewatan 40D (luar dan dalam ruangan), kemudian dilakukan pengeboran dinding yang akan dipasang tulangan (pada sisi atas, bawah dan samping bukaan) dengan jarak  $\pm 30$  cm untuk memasukkan ikatan. Pengeboran dilakukan pada bagian spesi. Pasang tulangan di tempat yang telah ditentukan kemudian ikat tulangan dengan

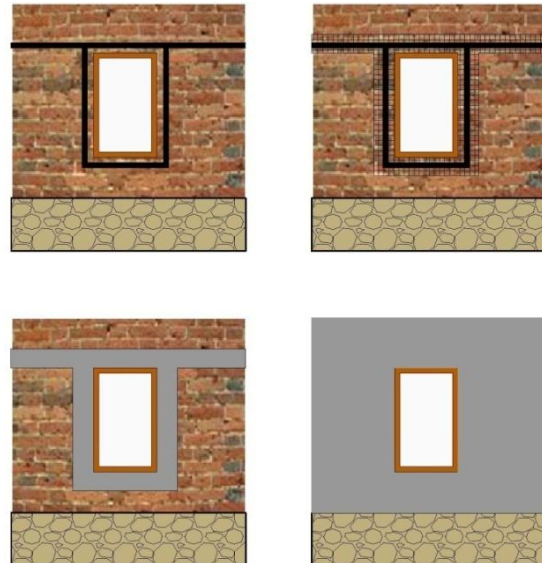


**Gambar 8. Kerusakan pada sudut bukaan**

Pemasangan kawat strimin dilakukan dengan pengeboran daerah di samping bukaan untuk mengikat kawat strimin dengan jarak  $\pm 30$  cm. pasang kawat strimin melingkari bukaan di

sebelah dalam dan luar bukaan dengan lebar  $\pm 30$  cm. ikat kawat strimin menggunakan 2 utas kawat D2mm masing-masing 1 utas dari dalam dan luar ruangan. Terakhir ditutup dengan mortar.

Untuk pemasangan tulangan baja keliling bukaan dilakukan dengan memotong baja tulangan sepanjang keliling bukaan dengan posisi as dari lebar kawat strimin (ideal 45 cm, minimum 30 cm) dari tepi kusen, panjang ini ditambah 40 x diameter baja tulangan di kedua sisi. Kemudian baja tulangan dibengkokkan membentuk huruf U mengelilingi bukaan, pasang di kedua sisi dinding dan diikat dengan kawat ikat. Pasang baja tulangan lintel menempel dengan baja tulangan keliling bukaan, kemudian diikat secara bersama-sama.



**Gambar 9. Proses perkuatan bukaan pada dinding**

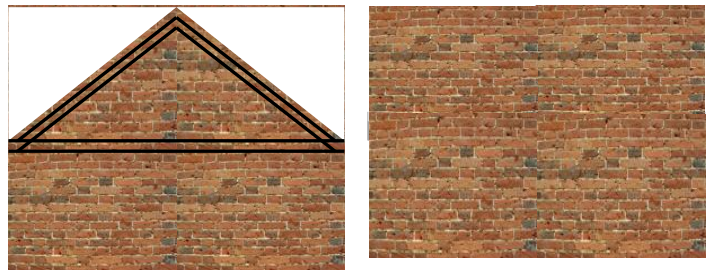
Untuk mengikat kawat strimin keliling bukaan dilakukan dengan memotong kawat ikat diameter 2 mm sepanjang 35 cm lalu ditekuk di tengah-tengahnya sehingga menjadi 17.5 cm. ambil sebanyak 2 utas kemudian

dimasukkan secara bersama-sama dari dua arah-sisi dalam dan sisi luar dinding masing-masing 1 utas kawat ikat. Selanjutnya diikat dengan cara dipuntir menggunakan tang. Pada kedua sisi ujung kawat sebelum dipuntir diberi paku ukuran 5 atau 7 cm untuk mendapatkan tahanan kawat strimin lebih dari satu buah agar kawat strimin tidak rusak. Kawat strimin harus dipasang tumpang tindih (overlap) untuk arah horisontal dan arah vertikal pada pertemuannya.

## 6. Perbaikan dan Perkuatan Gunungan

Pada gunungan diperlukan balok miring, karena apabila pada gunungan tidak terdapat balok miring dapat mengakibatkan keruntuhan bagian atas bangunan jika terkena guncangan gempa. Perbaikan/perkuatan gunungan juga dapat menggunakan besi tulangan dan kawat strimin. Besi tulangan dipotong sesuai ukuran yang dibutuhkan, kemudian dilakukan pengeboran pada dinding yang akan dipasang tulangan dengan jarak  $\pm 30$  cm untuk memasukkan ikatan. Pengeboran dilakukan pada bagian spesi. Dilakukan pemasangan besi tulangan yang telah dipotong di tempat yang telah ditentukan dan ikat tulangan dengan 3 utas kawat putih D3mm.

Dilakukan pengeboran daerah yang akan dipasang gunungan untuk mengikat kawat strimin dengan jarak  $\pm 30$  cm. Kemudian pasang kawat strimin sepanjang tulangan di sebelah dalam dan luar dengan lebar minimal  $\pm 45$  cm dan ikat kawat strimin menggunakan 2 utas kawat D2mm masing-masing 1 utas dari dalam dan luar ruangan. Terakhir ditutup dengan mortar.



**Gambar 10. Proses perkuatan Gunung-gunung**

Besi tulangan balok miring harus dibengkokkan searah dengan arah tegak lurus dinding (tidak hanya berhenti sebidang dengan gunungan) agar didapat kuat tahanan yang lebih baik. Pemasangan kawat strimin dan plesteran harus mengikuti dan menyelimuti tulangan tersebut.

Untuk pemasangan besi tulangan dan kawat strimin pada sopi-sopi gunungan dapat dilakukan dengan cara membuat perancah dengan bambu/kayu hingga ketinggian balok ring. Pastikan perancah mampu menahan kira-kira berat 3 orang ( $\pm 250$  kg) di atasnya. Kemudian pasang benang dari as balok ring sebelah kiri kira-kira 15 cm ke arah as gunungan, dan tarik ke puncak gunungan, paku benang kira-kira 15 cm di bawah nok. Tarik ke bawah ke arah as balok ring kanan simetri dengan posisi awal benang ditarik. Ukur besi tulangan sesuai panjang benang ditambah bengkokkan tepi sepanjang  $40 \times$  diameter tulangan kanan dan kiri. Pasang besi tulangan dan bengkokkan mengikuti mal benang. Dipasang untuk kedua sisi gunungan bolak-balik. Besi tulangan dan strimin diikat tiap jarak  $\pm 30$  cm.



## KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bangunan cagar budaya dengan berbahan batu bata, contoh museum, yang usianya cukup lama dan menyebabkan bahan konstruksinya juga akan berkurang kekuatannya. Pada plesteran tembok perlu dikupas semua dan diganti dengan yang baru dengan ditambah kawat strimin. Dan pada konstruksinya perlu diberi perkuatan baru misalnya pada kolom, sloof, ring balk, dan gunungan. Pada pelaksanaan perbaikan atau perkuatan diperlukan ketelitian dan kehati-hatian dalam memilih cara perkuatan konstruksinya.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Nahar Cahyandaru, *Konservasi BCB Bata dan Permasalahannya*, [www.purbakalajambi.budpar.go.id](http://www.purbakalajambi.budpar.go.id), Balai Pelestarian Peninggalan Purbakala (BP3) Jambi, 2004
2. \_\_\_\_\_, *Rencana Tindak Pemulihan Kebudayaan dan Pariwisata Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah Pasca Bencana Gempa Tektonik -27 Mei 2006*, Yogyakarta, 5 Juni 2006.
3. \_\_\_\_\_, *Petunjuk Rekonstruksi Bangunan Tahan Gempa dan Lingkungan yang Berkelanjutan (Versi 1)*, Ikatan Arsitek Indonesia Daerah Istimewa Yogyakarta, 2006.
4. SNS, *Panduan Perbaikan dan Perkuatan Rumah Tinggal Pasangan Bata Agar Aman Terhadap Gempa*, ISBN 978-979-1131-08-7, 2009.
5. Green, P.S., Veltri, P., Sputo, T.A., *Visualization Tool for Teaching Structural*

*Steel Connection Design*, ASEE Southeast Section Conference.

6. Laporan Akhir (2006), *Inventarisasi Kerusakan Cagar Budaya Akibat Gempa di Yogyakarta dan Jawa Tengah*, Tim Pengabdian Kepada Masyarakat, Jurusan Arkeologi FIB UGM