



REPUBLIK INDONESIA  
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

## SERTIFIKAT PATEN SEDERHANA

Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia atas nama Negara Republik Indonesia berdasarkan Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2016 tentang Paten, memberikan hak atas Paten Sederhana kepada:

Nama dan Alamat Pemegang Paten : UNIVERSITAS DIPONEGORO  
Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang  
Semarang

Untuk Invensi dengan Judul : METODA STRENGTHENING DENGAN HAUNCH SELF COMPACTING GEOPOLYMER CONCRETE(SCGC) PADA HUBUNGAN BALOK KOLOM (HBK) BETON BERTULANG DALAM SISTEM STRUKTUR RANGKA

Inventor : Ir. Purwanto, M.T., M.Eng.  
Prof. Dr. Ir. Han Ay Lie, M.Eng.  
Dr.Eng. Januarti Jaya Ekaputri, ST, M.T.  
Dr. Ir. Nuroji, M.T

Tanggal Penerimaan : 03 Juli 2020

Nomor Paten : IDS000005079

Tanggal Pemberian : 18 Oktober 2022

Pelindungan Paten Sederhana untuk invensi tersebut diberikan untuk selama 10 tahun terhitung sejak Tanggal Penerimaan (Pasal 23 Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2016 tentang Paten).

Sertifikat Paten Sederhana ini dilampiri dengan deskripsi, klaim, abstrak dan gambar (jika ada) dari invensi yang tidak terpisahkan dari sertifikat ini.



a.n MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA  
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL  
u.b.

Direktur Paten, Desain Tata Letak Sirkuit Terpadu dan  
Rahasia Dagang



Drs. YASMON, M.L.S.  
NIP. 196805201994031002

Deskripsi

**METODA STRENGTHENING DENGAN HAUNCH SELF COMPACTING  
GEOPOLYMER CONCRETE(SCGC) PADA HUBUNGAN BALOK KOLOM(HBK)  
5                    BETON BERTULANG DALAM SISTEM STRUKTUR RANGKA**

**Bidang Teknik Invensi**

Invensi ini berhubungan dengan metoda perkuatan  
(*strengthening*) dengan *haunch self-compacting geopolymer*  
10 *concrete (SCGC)* pada hubungan balok kolom (HBK) beton  
bertulang dalam sistem struktur rangka. Lebih khusus, invensi  
ini berhubungan dengan metoda perkuatan berupa peninggian  
balok (*haunch beam*) di ujung-ujung balok struktur beton  
bertulang di muka kolom pada daerah HBK. Metoda perkuatan pada  
15 balok eksisting dengan *haunch SCGC* mudah dilaksanakan dan  
menggunakan beton yang ramah lingkungan karena beton yang  
digunakan tidak menggunakan semen (*non-cement based*). Metoda  
perkuatan dengan *haunch SCGC* ini sangat mudah dan praktis  
diaplikasikan karena tidak wajib membongkar balok struktur  
20 beton bertulang eksisting, serta pemasangan tulangan *haunch*  
mudah dikerjakan dan dengan jenis beton *SCGC* yang ramah  
lingkungan sangat mudah dituangkan karena beton dapat memadat  
sendiri (*self-compacting geopolymer concrete-SCGC*).

**25 Latar Belakang Invensi**

Invensi ini telah dikenal dan digunakan untuk perkuatan  
secara eksternal suatu bangunan. Pada struktur beton bertulang  
rangka kaku daerah HBK merupakan zona kritis karena terjadi  
kombinasi tegangan lentur dan geser terbesar akibat gempa.  
30 Sebagai konsekuensi falsafah *strong column weak beam*, sendi  
plastis akan terbentuk pada balok di lokasi terdekat muka  
kolom. Sendi plastis didefinisikan terjadinya proses leleh  
tulangan tarik balok. Poisson rasio mereduksi penampang

tulangan longitudinal balok secara signifikan, sehingga lekatan pada interfasa tulangan dengan beton terdegradasi dan pada tahap lanjut lekatan ini akan hilang (*debonding*). Proses debonding akan mengakibatkan diskontinuitas kompatibilitas antara beton dan tulangan dan menurunkan secara drastis kekakuan HBK.

Invensi teknologi yang berkaitan dengan perkuatan menggunakan balok *haunch* juga telah diungkapkan sebagaimana terdapat pada US Patent Nomor US-7040069B2 Tanggal 9 Mei 2006 dengan judul "*strengthening steel haunch beam*" dimana diungkapkan bahwa dapat digunakan perkuatan pada ujung-ujung balok bentang panjang menggunakan *haunch* baja, namun invensi tersebut masih terdapat kekurangan yaitu harga dan biaya lebih mahal, reduksi kekuatan *haunch* akibat karat, dan kemungkinan terjadi bahaya tekuk.

Invensi lainnya sebagaimana diungkapkan pada CN Patent Nomor CN-203583659U tanggal 7 Mei 2014 dengan judul "*Cast in place reinforced concrete haunched beam structure*" dimana diungkapkan mengenai perkuatan balok *haunch* beton bertulang yang dicor di tempat. Kelemahan *haunch* non *self-compacting* beton konvensional adalah beton yang menggunakan semen *portland* tidak ramah lingkungan, serta kelecakannya rendah mengakibatkan kepadatan dan lekatan *haunch* dengan struktur eksisting tidak optimal (cenderung terjadi keropos).

Berdasarkan *prior art* Akbar et al.(2019); Albegmprli et al.(2019); Zanuy et al.(2015); Aliabdo et al.(2013) bahwa metoda perkuatan dengan *haunch* beton bertulang sebagai elemen kaku untuk HBK merupakan alternatif ekonomis yang diimplementasikan pada struktur eksisting guna menghindari kerusakan akibat aksi seismik. Beton geopolimer yang tersusun dari *Fly Ash* tipe F, Aktivator Alkali (NaOH + Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> Be 52) dengan molaritas M = 12, pasir Muntilan, batu pecah (Split)1/2 dan *super-plasticizer* merupakan solusi terhadap aspek

lingkungan. Purwanto et al.(2018); Hardjito et al.(2005); Ekaputri et.al,(2016); Hardjito: paten internasional WIPO no. 2014/081277 A1 (2014) menyatakan bahwa molaritas tinggi akan mempercepat proses pengikatan akhir serta menurunkan kelecakan beton geopolimer. Solusi terhadap kelemahan-kelemahan yang ditemui dalam *prior art* mengantar kontribusi dan kebaruan dari invensi yang diajukan ini, yaitu :

- a. Menciptakan solusi teknis sebagai alternatif perkuatan pada HBK dalam sistem rangka beton bertulang berupa *haunch* beton geopolimer yang dapat memadat sendiri (*self-compacting geopolymer concrete - SCGC*).
- b. Menciptakan metoda pembuatan *haunch* beton geopolimer yang dapat diterapkan di lapangan dengan fokus pada minimalisasi gangguan bagi penghuni, dan optimasi kepadatan dan lekatan *haunch* dengan struktur beton eksisting.
- c. Terbukti bahwa sistem perkuatan dengan *haunch* SCGC pada HBK merelokasi posisi sendi plastis, mereduksi/meniadakan *debonding* di HBK dan secara efektif meningkatkan kekakuan dan kapasitas pemikulan balok dan mereduksi lendutan balok.

#### **Uraian Singkat Invensi**

Tujuan utama metoda perkuatan ini untuk meningkatkan kapasitas momen dan kapasitas geser balok dengan metodologi relokasi atau penggeseran posisi sendi plastis menjauh dari bidang muka kolom, reduksi deformasi vertikal dan kurvatur balok serta peningkatan kekakuan dan kapasitas pemikulan beban struktur balok. Fenomena *debonding* akibat lelehnya tulangan balok di HBK juga dapat dihindari.

Tujuan lain dari invensi ini adalah pemanfaatan penggunaan material beton yang ramah lingkungan berupa beton geopolimer yang dapat memadat sendiri (SCGC). Untuk beberapa manfaat yang diperoleh dari metoda perkuatan balok beton bertulang eksisting ini adalah lebih praktis karena tanpa

membongkar bangunan eksisting, sangat memperhatikan aspek ramah lingkungan dengan mengkombinasikan penggunaan beton geopolimer berbasis non-semen (*non-cement based*). Inovasi ini mengajukan inovasi *haunch* beton geopolimer dengan kelecakan tinggi yang merupakan kebutuhan mutlak untuk proses pembuatan *haunch* agar kepadatan *haunch* dan lekatan dengan struktur ekisting terjamin dengan baik.

#### **Uraian Singkat Gambar**

10 Gambar 1, adalah gambar skema metoda perkuatan eksternal menggunakan *haunch* SCGC.

- 1.1. Balok beton bertulang eksisting
- 1.2. Kolom beton bertulang eksisting
- 1.3. Balok beton bertulang eksisting
- 15 1.4. Pelat lantai beton bertulang eksisting
- 1.5. *Haunch* SCGC
- 1.6. Tinggi balok *haunch* SCGC
- 1.7. Panjang balok *haunch* SCGC
- 1.8. Panjang efektif balok eksisting
- 20 1.9. Panjang mula-mula balok eksisting

Gambar 2, adalah detail dimensi dan tulangan *haunch* SCGC.

- 2.1. Balok beton bertulang eksisting
- 2.4. Pelat lantai beton bertulang eksisting
- 2.6. Tinggi balok *haunch* SCGC
- 25 2.7. Panjang balok *haunch* SCGC
- 2.10. Lebar balok *haunch* SCGC
- 2.11. Tulangan *haunch*
- 2.12. Tulangan sengkang *haunch*
- 2.20. Lebar kolom eksisting
- 30 2.21. Tebal pelat lantai

Gambar 3, adalah tahapan metoda pelaksanaan perkuatan dengan *haunch* SCGC.

- 3.a. Pembuatan lubang pengecoran pada plat lantai beton eksisting
  - 5 3.a.1. Balok beton bertulang eksisting
  - 3.a.2. Kolom beton bertulang eksisting
  - 3.a.4. Pelat lantai beton bertulang eksisting
  - 3.a.13. Lubang pengecoran
  - 3.a.14. Lubang tulangan
- 10 3.b. Pengeboran kolom & balok eksisting untuk tempat tulangan *haunch*
  - 3.b.14. Lubang tulangan
- 3.c. Pemasangan dan perakitan tulangan *haunch*
  - 15 3.c.11. Tulangan *haunch*
  - 3.c.12. Tulangan sengkang *haunch*
- 3.d. Pemasangan bekisting (cetakan) *haunch*
  - 3.d.15. Bekisting *haunch*
  - 3.d.16. Penuangan SCGC
- 3.e. Pengecoran *haunch* dengan SCGC
  - 20 3.e.17. Tahap 1 pengecoran
  - 3.e.18. Tahap 2 pengecoran
- 3.f. Pembongkaran bekisting *haunch*
  - 3.f.5. *Haunch* SCGC
  - 3.f.19. Lubang ditutup

25

### **Uraian Lengkap Invensi**

Mengacu pada Gambar 1, yang memperlihatkan metoda perkuatan eksternal berupa *haunch* SCGC dengan sudut  $\alpha$  minimal  $19.29^{\circ}$  atau  $\tan \alpha = 0,35$  terletak di muka kolom pada daerah

30 HBK. Ditentukan dimensi panjang *haunch* ( $b_{haunch}$ ) sebesar 2 x tinggi balok prismatis eksisting (H) dan minimal tinggi balok *haunch* ( $h_{haunch}$ ) = 0.70 x H. Gambar 2 mengilustrasikan detail dimensi dan konfigurasi tulangan *haunch* sebagai penanganan

perkuatan balok beton bertulang eksisting. Sedangkan Gambar 3 menjelaskan tentang tahapan-tahapan atau langkah-langkah metoda pelaksanaan perkuatan *haunch* SCGC sebagai berikut:

- a. membuat lubang pengecoran pada plat lantai beton bertulang eksisting dengan ukuran lubang 10 x 10 cm;
- b. melakukan beberapa titik pengeboran dengan alat bor pada bagian kolom dan balok beton bertulang eksisting untuk tempat memasang tulangan *haunch*;
- c. memasang dan merakit tulangan *haunch*.
- d. memasang bekisting (cetakan) dari bahan multipleks untuk *haunch*;
- e. selanjutnya melakukan pengecoran *haunch* dengan cara menuang beton geopolimer yang dapat memadat sendiri (*self-compacting geopolymer concrete-SCGC*) melalui lubang pada plat lantai eksisting;
- f. setelah memenuhi umur beton (28 hari setelah pengecoran), maka bekisting *haunch* dapat dibongkar.

Metoda perkuatan yang efektif, mudah dilaksanakan dan menggunakan jenis material yang ramah lingkungan pada HBK struktur beton bertulang adalah sistem struktur *haunch self-compacting geopolymer concrete* (SCGC). Tujuan utama metoda perkuatan balok dengan *haunch* SCGC pada HBK beton bertulang sistem rangka adalah:

1. Menciptakan solusi perkuatan menggunakan material yang ramah lingkungan, mudah dikerjakan dan efektif serta efisien untuk stuktur beton bertulang eksisting.
2. Merelokasi posisi sendi plastis menjauh dari HBK sehingga menurunkan risiko lepasnya lekatan (*debonding*) pada interfasa tulangan dan beton. Relokasi sendi plastis juga berdampak positif pada perilaku daktilitas dan kekakuan balok.
3. Meningkatkan kapasitas pemikulan beban melalui peningkatan kapasitas momen dan kapasitas geser balok.

4. Mereduksi deformasi lendutan dan sudut putar (kurvatur) melalui peningkatan kekakuan penampang balok.

Invensi ini mengedepankan metoda perkuatan untuk struktur beton bertulang eksisting menggunakan *haunch* SCGC. *Haunch* dilengkapi besi tulangan longitudinal yang diaplikasikan dengan sistem bor ke dalam kolom dan balok beton bertulang eksisting agar *haunch* membentuk integritas dengan struktur eksisting. Sengkang digunakan untuk mengantisipasi gaya geser tinggi dalam *haunch*, sedang tulangan samping dipasang untuk menjaga stabilitas bentuk sengkang. Dengan sengkang tercipta kekangan dalam inti beton *haunch*. *Prior art* Muslikh et al.(2018) membuktikan bahwa kekangan menggunakan sengkang pada beton geopolimer lebih efektif dari pada kekangan pada beton biasa dengan kuat tekan sama.

Adapun penggunaan jenis beton geopolimer yang dapat memadat sendiri dimaksudkan karena beton geopolimer adalah termasuk jenis beton yang ramah lingkungan karena beton geopolimer tidak menggunakan semen (*non-cement based*). Di samping ramah lingkungan, SCGC ini termasuk jenis beton yang sangat encer sehingga mudah dituang dan beton terhindar dari bahaya keropos.

Dari uraian di atas membuktikan bahwa invensi ini benar-benar menyajikan suatu inovasi dan invensi yang sangat praktis dan mudah diterapkan di lapangan.



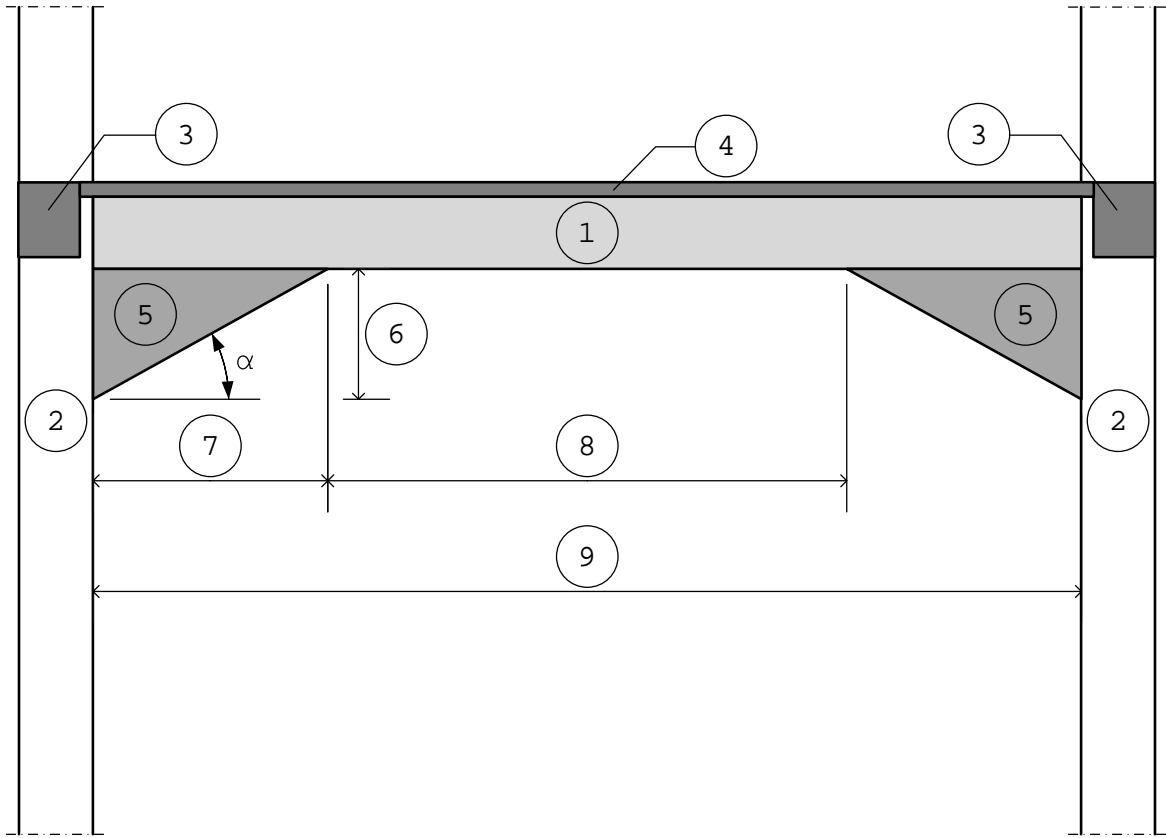
**Klaim**

1. Metoda perkuatan eksternal berupa *haunch self-compacting geopolymer concrete* (SCGC) dengan tahapan sebagai berikut:
  - 5 a. membuat lubang pengecoran pada plat lantai beton bertulang eksisting dengan ukuran lubang 10 x 10 cm;
  - b. membuat beberapa titik pengeboran dengan alat bor pada bagian kolom dan balok beton bertulang eksisting untuk tempat memasang tulangan *haunch*;
  - 10 c. memasang dan merakit tulangan *haunch*;
  - d. memasang bekisting (cetakan) dari bahan multipleks untuk *haunch*;
  - e. selanjutnya melakukan pengecoran *haunch* dengan cara menuang beton geopolimer yang dapat memadat sendiri  
15 (*self-compacting geopolymer concrete-SCGC*) melalui lubang pada plat lantai eksisting, dan
  - f. setelah memenuhi umur beton (28 hari setelah pengecoran), maka bekisting *haunch* dapat dibongkar.
2. Metoda perkuatan eksternal berupa *haunch* SCGC sebagaimana  
20 klaim 1, dapat merelokasi posisi sendi plastis menjauh dari HBK sehingga menurunkan risiko lepasnya lekatan (*debonding*) interfasa tulangan dan beton.
3. Penggunaan metoda perkuatan eksternal berupa *haunch* SCGC menurut klaim 1, dapat meningkatkan kapasitas beban pada  
25 balok melalui peningkatan kapasitas momen dan kapasitas geser balok serta mereduksi lendutan dan sudut putar (*kurvatur*) balok.

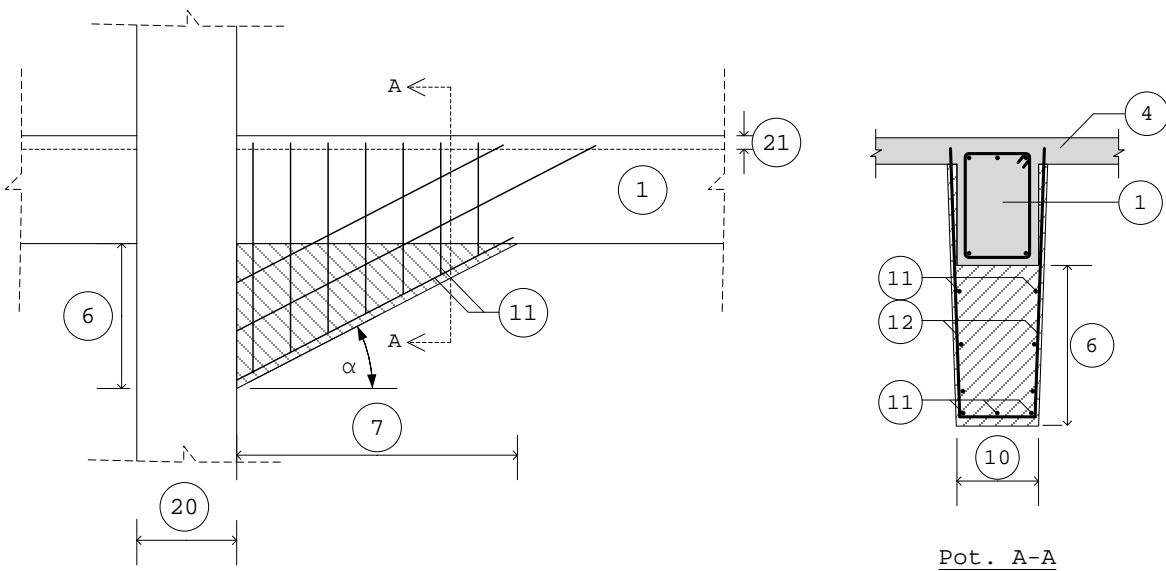
Abstrak

**METODA STRENGTHENING DENGAN HAUNCH SELF COMPACTING  
GEOPOLYMER CONCRETE(SCGC) PADA HUBUNGAN BALOK KOLOM(HBK)  
5                   BETON BERTULANG DALAM SISTEM STRUKTUR RANGKA**

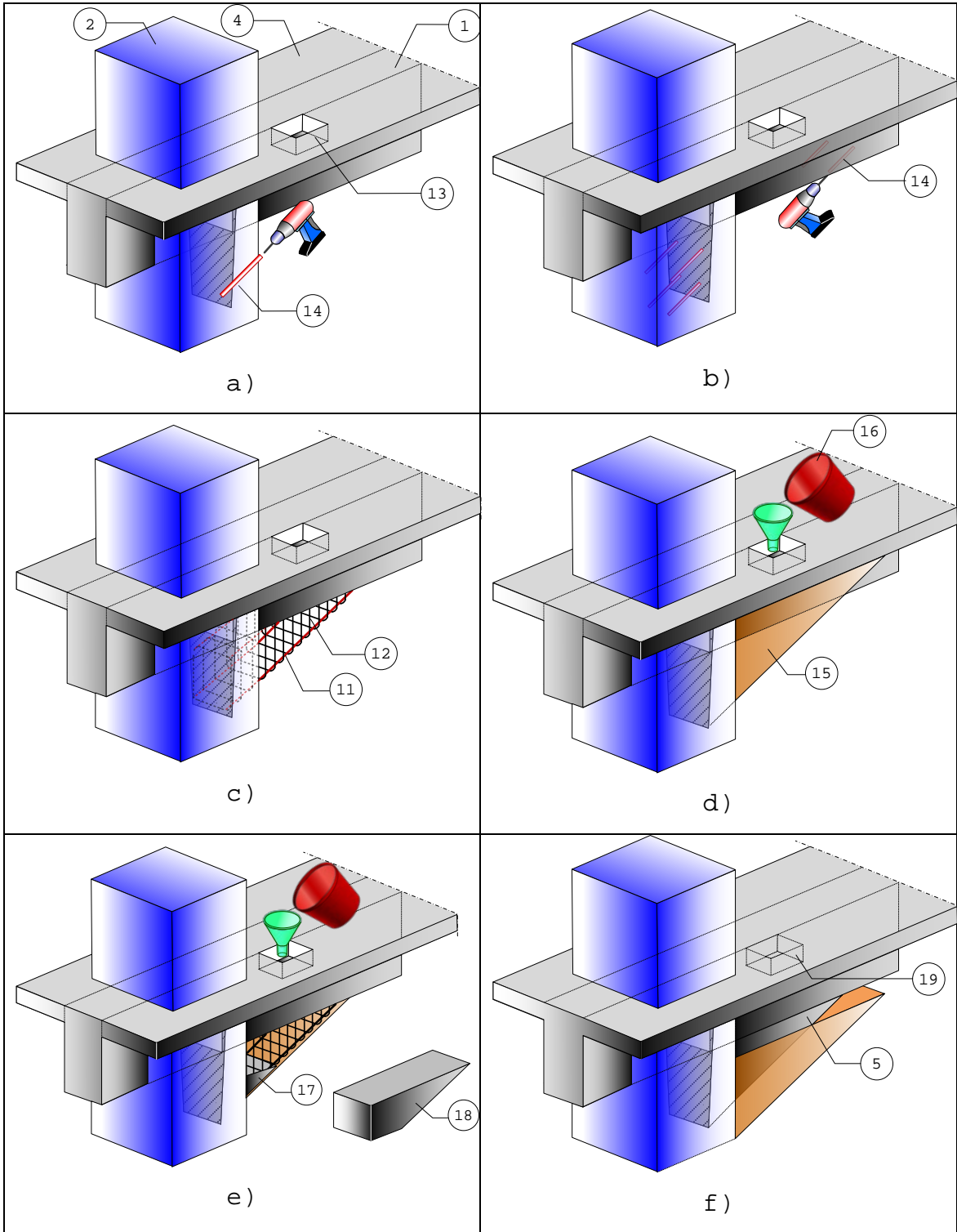
Invensi ini berhubungan dengan metoda perkuatan dengan *haunch self-compacting geopolymer concrete* (SCGC) pada hubungan balok kolom (HBK) beton bertulang dalam sistem struktur rangka. Metode perkuatan balok eksisting ini menggunakan beton geopolimer yang ramah lingkungan karena tidak menggunakan semen (*non-cement based*). Tujuan utama menciptakan solusi perkuatan dengan meningkatkan kapasitas pemikulan beban melalui peningkatan kapasitas momen dan kapasitas geser balok, mudah dikerjakan secara efektif. Metoda perkuatan eksternal berupa *haunch* SCGC dengan membuat lubang pengecoran plat lantai beton eksisting dengan ukuran lubang 10 x 10 cm; membuat beberapa titik pengeboran pada bagian kolom dan balok eksisting untuk tempat memasang tulangan *haunch*; memasang dan merakit tulangan *haunch*; memasang bekisting dari multipleks untuk *haunch*; selanjutnya melakukan pengecoran *haunch* dengan menuang beton geopolimer yang dapat memadat sendiri melalui lubang pada plat lantai, dan setelah umur beton 28 hari maka bekisting *haunch* dibongkar. Metoda ini dapat merelokasi posisi sendi plastis menjauh dari HBK sehingga menurunkan risiko lepasnya lekatan (*debonding*) interfasa tulangan dan beton. Penggunaan metoda perkuatan berupa *haunch* SCGC dapat meningkatkan kapasitas beban pada balok melalui peningkatan kapasitas momen dan kapasitas geser balok serta mereduksi lendutan dan sudut putar (kurvatur) balok.



Gambar 1



Gambar 2



Gambar 3