

TINJAUAN METODE PELAKSANAAN AKIBAT KERUSAKAN RANGKA FACADE CURTAIN WALL SISTEM UNITIZED

Oleh :

Revmen

Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta

Email : revmen.ch@gmail.com

Trijeti

Dosen Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta

Email :t3jeti@gmail.com

ABSTRAK :Perkembangan teknologi *facade curtain wall* dan pengaplikasiannya pada suatu bangunan tidak terlepas dari disiplin ilmu arsitektur dan ilmu teknik sipil, walaupun secara kecenderungan lebih berpihak pada bidang ilmu arsitektur, namun dalam prakteknya tidak dapat berdiri sendiri tanpa keterlibatan bidang ilmu teknik sipil khususnya dalam metode pelaksanaan dan analisa struktur. *Facade curtain wall* merupakan salah satu komponen dari suatu gedung yang pertama menerima pengaruh dari luar gedung baik dari beban angin, hujan, suhu dan cahaya. Proses pengerjaan *facade curtain wall* mulai dari proses disain, fabrikasi, dan proses pemasangan di lapangan haruslah menjadi perhatian khusus untuk mencapai hasil yang diinginkan dari sistim *facade curtain wall*, jika tidak hal ini akan menyebabkan kerusakan pada sestim *facade curtain wall* yang mengakibatkan kebocoran air dan udara yang masuk ke area interior gedung dan kerusakan dari material komponen *facade curtain wall* juga dapat menyebabkan keruntuhan yang membahayakan jiwa di area bawah gedung. Salah satu faktor dari kerusakan *facade curtain wall* adalah faktor defleksi dari rangka curtain wall yang tidak memenuhi syarat yang di tentukan. Selain kerusakan dari rangka *facade curtain wall* itu sendiri, hal ini berdampak terhadap kerusakan material lainnya yang menempel langsung terhadap rangka *facade curtain wall* diantaranya material silicon sealant, gasket dan kaca yang nantinya akan menyebabkan potensi penyebab kebocoran air hujan yang masuk ke dalam area gedung . Upaya untuk mengatasi hal ini, dengan tidak merubah luas penampang dari profil rangka aluminium *facade curtain wall* yaitu dengan memperpendek bentangan untuk rangka vertical (*mullion male dan female*) dengan *menambahkan steel bracing* pada area backing spandrel sehingga defleksi yang disyaratkan dapat tercapai. Pemeliharaan *facade curtain wall* baik dalam proses konstruksi dan setelah proyek diserahkan terimakan kepada pemilik gedung (*owner*) sangatlah penting. Pengetahuan akan sistem dari *façade curtain* terutama sekali bagi pihak *maintanace* pemilik gedung yang akan melakukan pengecekan secara berkala.

Kata Kunci :*Facade curtain wall, Sistem unitized , Kekuatan rangka*

ABSTRACT :The development of technology on a facade curtain wall and application in a building cannot be separated from a discipline of architecture and civil engineering, although the tendency in the science of architecture, but in practice could not stand alone without the involvement of the civil engineering especially in the methods of implementation and analysis of the structure. Facade curtain wall *one of the component parts of a building first receiving the influence of outside the house both of the wind, the rain, the temperature and light. The process* manufacturing from the facade curtain wall starting a design, fabrication, and process of the installation in building of special attention must be to achieve desirable results from the facade curtain wall system, if not this will cause damage in the facade curtain wall system that resulted in a leak in water and air into the interior of building area and damage components material facade curtain wall also can cause the collapse that harm the soul in the area building. One factor of the facade curtain wall is the deflection from frame curtain wall not eliginle to figure out. In addition to damages from frame facade curtain wall, this in an impact on order material damage that attaches directly to order frame façade curtain wall are sealant silicon materials, gasket, and glass that will cause the potential of leakage of rain water that goes into the building. Efforts to overcome this, with not change broad cross section of the profile of the frame aluminium façade curtain wall is to order by shortening the expanse of vertical synchronization (nullion male and female) byadding steel bracing in the area required deflection spandrel backing that can be achieved. Maintenance facade curtain wall in the process of

construction and after the project handover to owner building is important. The knowledge of system façade curtain wall especially once for maintenance of the building owner that will check at regular intervals.

Keywords : façade curtain wall, system unitized, strong frame

PENDAHULUAN

Semakin berkembang bangunan tinggi terutama sekali di kota Jakarta, maka semakin diperlukan penguasaan terhadap teknologi *facade curtain wall*. Perkembangan teknologi *facade curtain wall* dan pengaplikasiannya pada suatu bangunan tidak terlepas dari disiplin ilmu arsitektur dan ilmu teknik sipil, walaupun secara kecenderungan lebih berpihak pada bidang ilmu arsitektur, namun dalam prakteknya tidak dapat berdiri sendiri tanpa keterlibatan bidang ilmu teknik sipil khususnya dalam metode pelaksanaan dan analisa struktur. Berdasarkan jenisnya *facade curtain wall* dapat dikategorikan menjadi *stick system* dan *unitized system*.

Facade curtain wall merupakan salah satu komponen dari suatu gedung yang pertama menerima pengaruh dari luar gedung baik dari beban angin, hujan, suhu dan cahaya. Proses pengerjaan *facade curtain wall* mulai dari proses disain, fabrikasi, dan proses pemasangan di lapangan haruslah menjadi perhatian khusus untuk mencapai hasil yang diinginkan dari sistem *facade curtain wall*, jika tidak hal ini akan menyebabkan kegagalan pada sistem *facade curtain wall* yang mengakibatkan kebocoran air dan udara yang masuk ke area interior gedung. Kebocoran air juga menyebabkan bangunan menjadi tidak layak untuk digunakan dan dinyatakan tidak dapat diakses, dan apabila dibiarkan untuk waktu yang lama, dapat menyebabkan kerusakan struktural juga, akibatnya menimbulkan kerugian biaya yang sangat besar dalam mengatasi kebocoran.

Kegagalan pada *facade curtain wall* diantaranya adalah faktor kebocoran air, udara dan kegagalan dari komponen material *facade curtain wall* tersebut, untuk mengantisipasi masalah maka perlu diketahui : Faktor apa saja yang dapat mempengaruhi terjadinya kegagalan *facade curtain wall* yang menyebabkan kebocoran air yang masuk ke dalam area gedung dan langkah apa yang diambil untuk mengatasi hal tersebut ; Faktor apa saja yang menyebabkan komponen - komponen dari material unit *facade curtain wall* lepas dari dudukan semula dan langkah apa yang diambil untuk mengatasi hal tersebut ; Langkah - langkah apa yang harus di ketahui dalam pemeliharaan *facade curtain wall* untuk jangka panjang.

BATASAN MASALAH

Metode pelaksanaan dan analisa akibat kerusakan rangka pada pekerjaan *facade curtain wall unitized systems*. Analisis dilakukan pada proyek gedung beringkat hanya pada lantai *typical* yaitu lantai *2 nd floor - 26 th floor* diantaranya : Proses ekstrusi aluminium tidak dibahas ; Proses pembuatan kaca tidak dibahas ; Aspek manajemen biaya tidak dibahas ; Pengaruh beban gempa terhadap *curtain wall* tidak dibahas ; Kinerja termal pada *facade curtain wall* tidak dibahas ; Pengujian unit *facade curtain wall* tidak dibahas ; Keselamatan kerja dalam proses fabrikasi dan pelaksanaan di lapangan tidak dibahas ; Manajemen waktu pelaksanaan hanya membahas faktor penyebab keterlambatan pekerjaan ; Pembahasan komponen material *facade*

curtain wall meliputi Rangka aluminium, Kaca , Silicon selanat, Seting block dan gasket , Anchor, bracket dan fastener ; Pembahasan metode fabrikasi dilaksanakan di pabrik hanya meliputi Perakitan (assembling) unit *facade curtain wall* , Proses pemasangan kaca, Proses pemasangan silicon selanat, Packing unit *curtain wall* ; Pembahasan metode pemasangan di lapangan hanya meliputi Pengukuran / marking, Pemasangan embeded anchor (*Halfen system embeded*), Transport unitized ke terminal ke tiap 5 lantai , Pemasangan bracket fastener , Pemasangan dan penyetelan unit *facade curtain wall*, Pemeriksaan (*Quality Control*) ;Analisa struktur material *curtain wall* meliputi Perhitungan beban angin , Perhitungan kekuatan rangka vertical (*mullion male*) , Perhitungan kekuatan rangka vertical (*mullion female*) , Perhirungan kekuatan rangaka horizontal (*transome*), Analisis perhitungan kekuatan rangka *facade curtain wall* menggunakan metode perhitungan manual, Analisis

perhitungan kekuatan rangka *facade curtain wall* untuk mengatasi permasalahan yang timbul menggunakan software SAP 2000.V12

LANDASAN TEORI

Kata “*facad*” atau “*façade*” berasal dari bahasa latin yaitu “*facies*” yang berarti wajah utama atau tampak dari bangunan yang dapat dilihat dari jalan atau area public lainnya. Elemen - elemen *façade* dapat bermacam - macam bagian mulai dari permukaan dinding, struktur, pengaturan bukaan dan ornamentasi. Dapat diartikan juga kulit luar bangunan (*building covered*), pembungkus bangunan, bentuk dinding tirai (*curtain wall*) atau dinding jendela (*window wall*). Pada umumnya *facade curtain wall* terdiri dari frame aluminium dengan bahan pengisi kaca, aluminium composite panel atau material lain seperti beton pra cetak, batu alam dan plat metal lain.



Shanghai World



Bakri Tower - Indonesia



BNI 46 Tower - Indonesia

Gambar 1. *Facade curtain wall* unitiez sestim gedung bertingkat tinggi Sumber .
www.google.com/*facade curtain wall*

Ketentuan - ketentuan dominan metode pelaksanaan dan analisa struktur rangka *facade curtain wall* yang dapat menyebabkan kegagalan antara lain Integritas struktural ,Beban mati , Beban angin

Komponen dari material *facade curtain wall* yang menerima beban mati dan beban angin : Rangka vertical (*mullion male dan female*), menerima beban angin ; Rangka horizontal (*transome*), menerima beban mati akibat berat kaca

dan beban angin ; Kaca, menerima beban angin ; Anchor (embeded, fastener dan bracket) menerima beban akibat gaya yang bekerja pada mullion dan transome *Steel bracing*, menerima beban angin dan gaya yang bekerja pada *aluminium mullion* dan *transome*

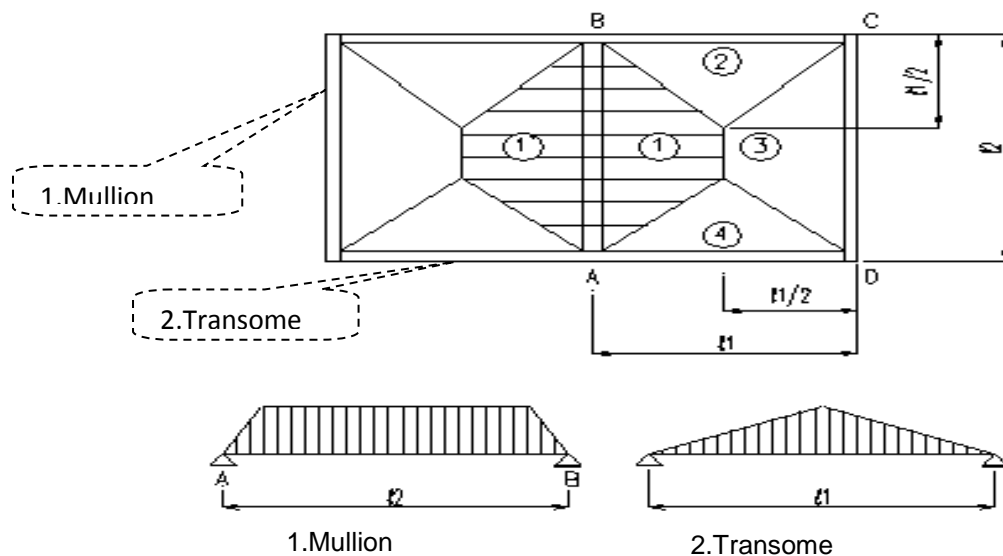
Kegagalan *Facade curtain wall* : Tingkat kebocoran udara dan air, Material kaca pecah , Komponen material *facade curtain wall* terlepas dari dudukan semula

Komponen material *facade curtain wall* : Rangka Aluminium

Simbol Paduan	Bidang Penggunaan	Contoh Penggunaan Nyata
6351	Penggunaan-penggunaan arsitektur-arsitektur, konduktor listrik	Struktur-struktur berat yang tahan korosi
6061	Industri transport, dll.	Struktur-struktur tahan korosi, transport, kapal laut, aircraft landing mats
6063		Alat rumah tangga, arsitektur, penggunaan umum, tabung-tabung irigasi
6463		Trim yang memerlukan finishing dekoratif
6006		Arsitektur yang dianodisasi-keras

Tabel 1. Bidang penggunaan atau pemakaian panduan aluminium untuk ekstrusi, Sumber. SII 0695-82 Hal 5

Komponen utama dari *facade curtain wall* yang menggunakan bahan aluminium adalah :Rangka vertical *facade curtain wall* (*mullion male dan female*), Rangka Horizontal *facade curtain wall*(*transome*).Area penerima beban angin pada rangka vertical dan horizontal *facade curtain wall* (gambar 2).



Gambar 2. Area penerima beban angin pada modul *facade curtain wall*. Sumber. Lembaga Pendidikan dan Pengujian *Facade* Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Lendutan rangka mullion akibat beban angin (*wind pressured*)

Untuk *facade curtain wall* dengan kaca rangkap tertutup, lendutan tersebut tidak boleh melebihi $l/175$ panjang bebas frame tersebut.

Besarnya defleksi (δ) yang terjadi adalah :

Tegangan pada rangka vertical dan horizontal *facade curtain wall*
Tegangan bending yang diijinkan (*Allowable bending stress* (σ)) = 1600 kg/cm², untuk beberapa material yang

biasa dipergunakan Aluminium Ekstrusi
($E = 7 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$) [1]

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{Z} \quad \delta_{\max} = \frac{5 \cdot \omega \cdot \ell^4}{384 \cdot EI}$$

Perhitungan kekuatan *transome* akibat beban kaca :

Dalam sistem curtain wall perhitungan kekuatan *transome* lebih dititik beratkan pada perhitungan beban vertikal (beban akibat material kaca) dibandingkan dengan beban horizontal (beban angin). Defleksi (δ) dan tegangan (σ) yang terjadi pada *transome* tidak boleh lebih besar dari pada defleksi dan tegangan yang diijinkan. Kondisi tersebut dapat ditulis sebagai berikut : $\delta < \delta_{al}$; $\sigma < f_b$

Kaca

Kegagalan komponen kaca pada perencanaan dan pemasangan dilapangan dapat terjadi, menyebabkan tidak hanya bahaya langsung dan serius bagi orang-orang, tetapi juga bangunan menjadi tidak layak untuk digunakan dan dinyatakan tidak dapat diakses. Tingkat bahaya yang diwakili oleh pecahnya kaca tergantung pada jenis kaca itu sendiri . Jenis kaca yang sering digunakan pada *facade curtain wall* diantaranya : Kaca polos atau *clear glass (Single Gals)* ; Kaca bewarna atau *Tinted Glass (Single Gals)* ; Kaca revlektif atau *revlektif glass (Single Gals)* ; Kaca Tempered atau *tempered galss (Single Gals)* ; Kaca Laminated ; Kaca double (*insulating glass*)

Silicon Sealant dan Gasket

Sebagai bahan penutup antara kaca dan aluminium profil pada aluminium curtain wall maupun aluminium composite panel dianjurkan menggunakan bahan silicon sealant, biasanya disebut juga *weather sealant* adapun sealant khusus untuk *structure*

glass bahan sama dengan silicon sealat dengan karekter kekuatan pada daya rekat yang tinggi disebut *structure sealant* atau *structur glased*. Sedangkan penutup pada sambungan beton dengan aluminium biasanya digunakan jenis sealant *polysulphide sealant* dimana daya muainya duakali lipat. Sedangkan sealant yang dipakai penutup sambungan aluminium antara horizontal dan vertical pada bagian belakan adalah jenis *polysulphide sealant* yang mempunyai karakter sangat melekat tetapi tidak mengering yang penggunaannya untuk mencegah kebocoran air pada sambungan tersebut. Berikut dalah pengaplikasian silicon sealant menurut jenis dan karekternya.

Seting block

Modifikasi pemasangan *facade curtain wall* di lapangan tentunya akan menyebabkan kegagalan pada sistim curtain wall dan juga berpengaruh kepada kinerja material yang berhubungan langsung dengan material tersebut. Salah satunya adalah pemasangan seting block yang berfungsi sebagai dudukan kaca terhadap rangka aluminium *transome*., seringkali ditemukan pemasangan yang tidak memenuhi persyaratan yang telah di tentukan.

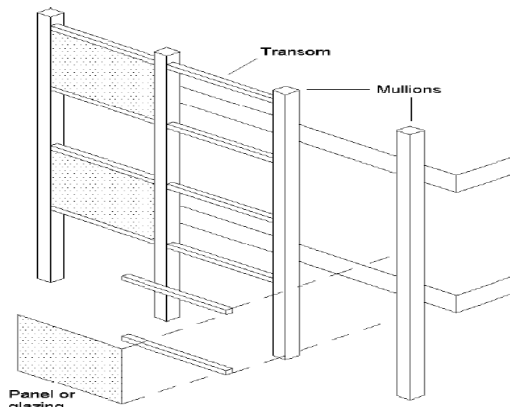
Sistem Anchor: Anchor curtain wall terdiri dari embeded dan bracket fastener. Material ini merupakan material yang sangat penting dalam komponen facade cutrain wall yaitu sebagai bahan pengikat unit - unit curtain wall dengan struktur utama bangunan.

Type aluminium *facade curtain wall*

- Stick system : Karakteristik dari sistim ini adalah relatif murah dari segi biaya akan tetapi memiliki kelemahan dalam pencapaian hasil yang maximal yaitu dari segi

penyesuaian dengan kondisi lapangan (struktur bangunan) dan akurasi dimensi yang kurang

sempurna, di sisi lain sistim ini juga membutuhkan banyak tenaga dalam pemasangan di lapangan.

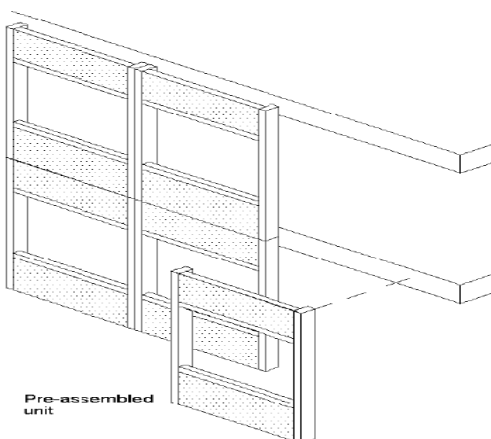


Gambar 3. Sistem stick mullion facade curtain wall. Sumber: *Facade Principales of contruction*

Unitized sestim : Untuk teknologi modern *curtain wall unitized system* ini diciptakan untuk digunakan pada curtain wall gedung bertingkat tinggi . Sistem ini seluruhnya terdiri dari unit bingkai besar pra-dirakit di pabrik. Dimana tiang curtain wallyang merupakan anggota vertikal (*mullion*) dan bagian horizontal tenaga cenderung lebih sedikit di bandingkan dengan sistim stick mullion .

(*transomen*) berikut kaca atau aluminium composite panel dan pemasangan material pendukung (gasket, silicon sealant, bacing spandrel) di lakukan di pabrik. Semua produksi seluruh unit curtain wall di kendalikan di pabrik dimana semua proses produksi dapat di periksa dengan hati - hati, dan pemakaian

[12]

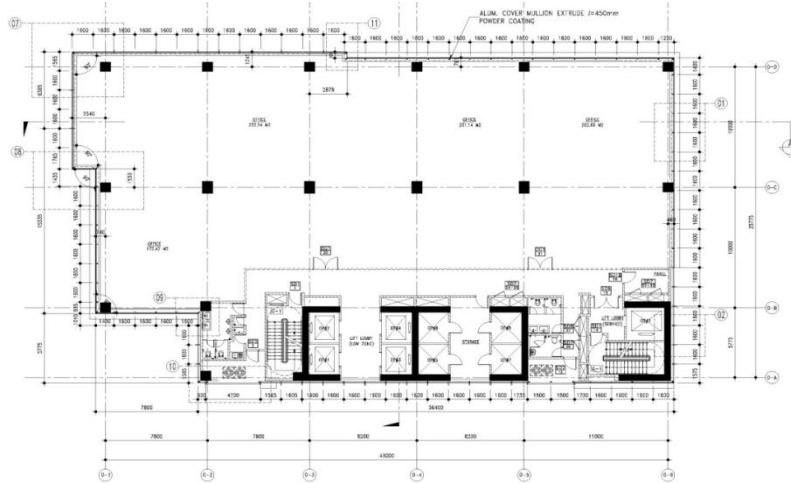


Gambar 4. *Facade curtain wall unitized sistim*. Sumber : *Facade Principales of contruction*

DATA & ANALISA :

Kekuatan material rangka (frame) aluminium facade curtain wall

Berikut data proyek aluminium facade curtain wall pada gedung pada Tower 2.
- Denah lantai typical gedung lantai 2nd floor – 26 th floor dengan ketinggian antar lanta 4, 2 meter



Gambar 5 :Denah lantai typical gedung lantai 2nd floor – 26 th floor

- Tinggi bangunan 100 meter dari lantai ground floor – top roof area yang dianalisa hanya pada lantai typical 2nd floor – 26 th floor).
- Sistem façade yang digunakan adalah sitem unitized
- Tinggi dari lefel finish lantai (FFL) terhadap plafon 2,8 meter
- Jarak antar modul vertical adalah 1,6 meter dan terdapat empat modul horizontal dengan jarak antar modul horizontal.

(-) 90,29 kg/m² sedangkan beban angin yang di syaratkan oleh pihak perencana 120 kg/m² dan dalam perhitungan analisis kekuatan rangka facade curtain wall menggunakan beban angin Wind Pressured 120 kg/m².

Spesifikasi material rangka alumunium facade curtain wall yang digunakan pada lantai typical 2nd floor – 26 th floor.

Analisis beban angin

- Lokasi bangunan = Jakarta (kategori 4, sesuai SII 0649-82)
- Tinggi bangunan = 100 meter
- Kecepatan angina = 30 m/dt (SII 6049-82, hal 29-30)
- Koefesien beban angin (c) = 1,13 (SII 6019-82, hal 30)

Yield Stress for 6063-T6 (σ_{allow}) = 1600 Kg/cm² (LP2FUI)

Weight of glass, 14 mm (w) = 35 Kg/m²

Aluminium Deflection = 1 / 175 L or max 2.0 cm (ASTM E 330-02)

Glass Deflection = 1/90 L (ASTM E 330)

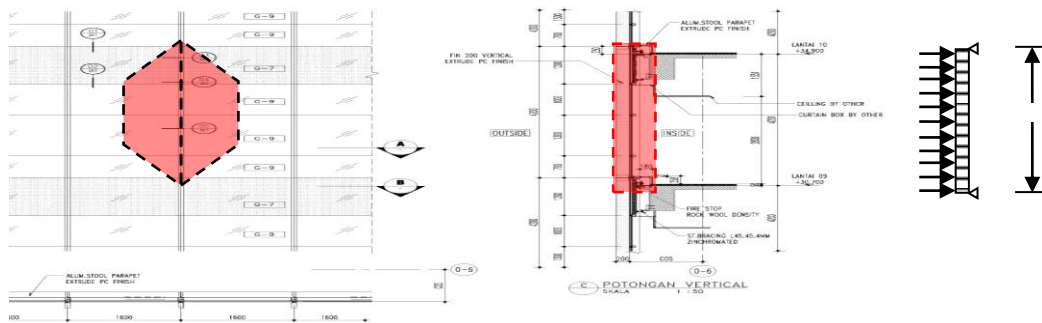
Shear Factor Female = $I_x \text{ Female} / (I_x \text{ Female} + I_x \text{ Male})$
= 119 / (119 + 134)
= 0,471

Shear Factor Male = $I_x \text{ Male} / (I_x \text{ Female} + I_x \text{ Male})$
= 134 / (134 + 119)
= 0,529

Modulus Elasticity ($E_{aluminium}$) = 700000 kg/cm²

Dari hasil analisis untuk beban angin positif Wind Pressured (+) 60,19 kg/m² dan beban angina negative Wind Pressured

Analisis perhitungan kekuatan rangka vertical(mullion male) akibat beban angin.



Gambar6 : Bidang area pada facade curtain wall(mullion male) yang menerima beban angin

Strength Calculation of Male Mullion

Dimention Properties
 Negative Press (WP) = 120 kg/m² → kg/cm²
 Modul (m) = 160 cm
 Shear Factor (Sf) = 0,471
 H mullion (h) = 420 cm

Dimention of Mullion = Male Mullion
 Yield Stress = 1600 kg/cm²
 Inertia x axis (Ix) = 133,91 cm⁴
 Modulus Sect (Zx) = 15,94 cm³

Calculation

$$\begin{aligned} \text{Wind Load (WL)} &= WP \times Sf \times m \\ &= 120 \times 0,471 \times 160 \\ &= 9,09 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

Joint Reaction

$$\begin{aligned} \text{Joint at top bracket} &= WL \times h / 2 \\ (Ja) &= 9,09 \times 420 / 2 \\ &= 1,899 \text{ kg} \end{aligned}$$

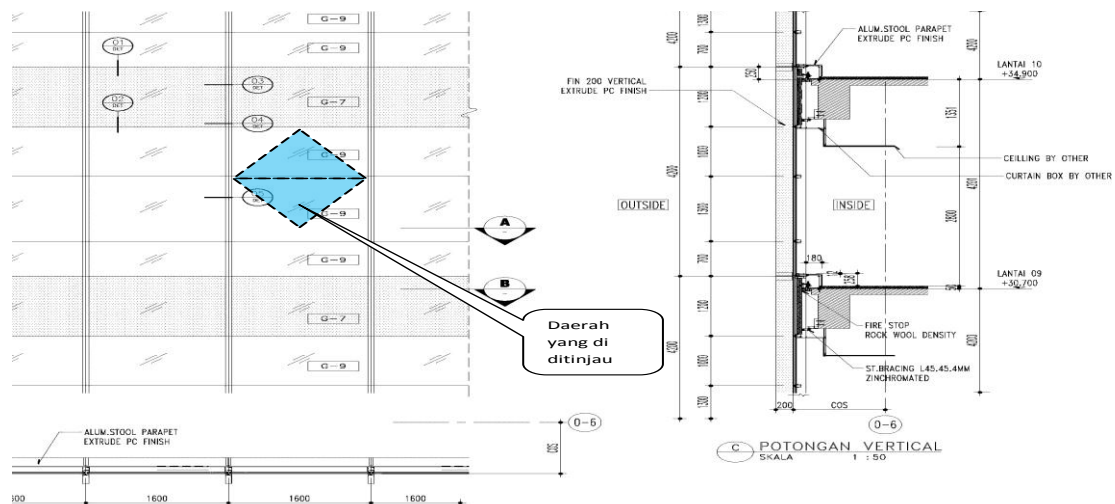
$$\begin{aligned} \text{Momen max (Mmax)} &= WL \times h^2 / 8 \\ \text{Mullion} &= 9,09 \times 420^2 / 8 \\ &= 202,17 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Stress yield} &= Mmax / Zx \\ &= 202,17 / 15,94 \\ &= 12,68 \text{ kg/cm}^2 < 1.600 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{NOT OK!!} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Max defl yield} &= Hb / 175 \\ &= 420 / 175 \\ &= 2,39 \text{ cm or max 2cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Max Deflection} &= 5 \times WL \times h^4 / 384 \times E \times Ix \\ &= 5 \times 9,09 \times 420^4 / 384 \times 700000 \times 134 \\ &= 3,91 \text{ cm} \end{aligned}$$

Analisis perhitungan kekuatan rangka horizontal (transome) akibat beban angin dan beban mati.



Gambar7 : Bidang area pada facade curtain wall(transome) yang menerima beban angin

Dimension Properties

Wind Pressure (Wp) = 120 kg/m² → kg/cm²
 Modul (m) = 160 cm
 Trans to Trans (Tt) = 130 cm
 Thick of glass (Tg) = 1,4 cm (8 + 6) Double Glass
 Exentricity (e) = 3,3 cm
 Dimention of Trans = Transome 70 x 81
 Yield Stress = 1600 kg/cm²
 Inertia x axis (Ix) = 39,25 cm⁴
 Inertia y axis (Iy) = 39,43 cm⁴
 Modulus Sect (Zx) = 11,22 cm³
 Modulus Sect (Zy) = 8,76 cm³

Akibat beban angin

Calculation

Joint Reaction effect = 1/2 x WL x m
 Wind Load = 1/2 x 2 x 160
 = 124,8 kg
 Mmax effect WL = WL x m² x / 8
 = 2 x 160² x / 8
 = 4992 kg.cm

Load Calculation

Wind Load (WL) = WP x Tt
 = x 130
 = 1,56 kg/cm
 Dead Load (DL) = 25 x Tg / 10000 x Tt
 = 25 x 1 / 10000 x 130
 = 0,455 kg/cm

Yield Stress = Mmax WL / Zy
 effect WL = 4.992 / 9
 = 445,12 kg/cm² < 1.600kg/cm² OK!!

Max defl yield = Hb / 175
 effect WL = 130 / 175
 = 0,74 cm

Akibat beban mati (berat material kaca)

max Deflection = WL x hb⁴ / 185 x E x Ix
 effect WL 2 x 130⁴ / 185 x 700000 x 39
 = 0,09 cm < 1cm OK!!




Joint Reaction effect = 1/2 x DL x m x e
 Dead Load = 1/2 x x 160 x 3
 = 120,12 kg

Mmax effect DL = DL x e x m² x / 8
 = x 3 x 160² x / 8
 = 4804,8 kg.cm

Stress yield = Mmax effect DL / Zx
 effect DL = 4.805 / 11
 = 428,43 kg/cm² < 1.600kg/cm² OK!!

max Deflection = DL x e x hb⁴ / 185 x E x Ix
 effect DL x 3 x 160⁴ / 185 x 700000 x 39
 = 0,19 cm < 0.2 cm OK!!

Hasil analisis rangka vertical (mullion male & female) dan rangka horizontal (transome) dapat disimpulkan :

Material	Gambar	Syarat		Hasil Analisis		Kesimpulan
		Stress yield (σ) kg/cm ²	Deflection (δ) L/ 175 cm	Stress yield (σ) kg/cm ²	Deflection (δ) cm	
Mullion Male (Wind Load)		1600,00	1,68	5003,94	3,91	Not ok
Mullion Female (Wind Load)		1600,00	1,68	5553,50	4,39	Not ok
Transome (Wind Load)		1600,00	0,74	445,12	0,09	Ok
Transome(Dead Load)		1600,00	0,74	428,43	0,19	Ok

Tabel 2: Hasil analisis perhitungan kekuatan rangka facade curtain wall

Hasil analisis menunjukkan bahwa untuk rangka vertical (*mullion male & female*) tidak memenuhi syarat yang di tentukan. Upaya untuk mengatasinya dengan tidak merubah profil aluminium rangka vertical (*mullion male & female*) dengan memperpendek bentangan.

Pelaksanaan *facade curtain wall* di lapangan

Dalam proses instalasi di lapangan banyak hal - hal yang mempengaruhi kegagalan *facade curtain wall* baik yang berhubungan dengan lingkup pekerjaan lain yang terkait terutama sekali struktur utama gedung diantaranya :Toleransi dengan struktur utama gedung (Pemasangan embeded anchor yang tidak tepat ; Pemasangan unit curtain wall yg kurang sempurna; Penyetelan unit *facade curtain wall* ; Pemasangan silicon sealant); Sistim modifikasi *facade curtain wall* akibat penyesuain dengan kondisi struktur utama gedung



Upaya Mengatasi Kegagalan *Facade curtain wall*

- Mengatasi kegagalan kekutan rangka vertical :Rangka vertical (*mullion male & female*) tidak memenuhi syarat yang ditentukan untuk tegangan dan lendutan

maximal yang di syaratkan . Salah satu upaya untuk mengatasi hal ini dengan tidak merubah profil aluminium adalah dengan memperpendek bentangan rangka vertical (*mullion male & female*) dengan menambahkan *steel bracing* dengan material besi L 50.50.5 mm pada area bacing spandrel.

- Perhitungan kekuatan rangka vertical (*mullionmale*) akibat beban angin dengan menambahkan *steel bracing*, analisis menggunakan software SAP 2000.V12 : Diperoleh tegangan maximal = 202,91 kg/cm² dan defleksi maximal = 0,909 cm (*Mullion male*)
- Perhitungan kekuatan rangka vertical (*mullionfemale*) akibat beban angin dengan menambahkan bracing analisis menggunakan software SAP 2000 : Diperoleh tegangan maximal = 179,05 kg/cm² dan defleksi maximal = 0.900 cm (*Mullion Female*)

Hasil analisis rangka vertical (*mullion male & female*) memperpendek bentangan dengan menambahkan *steel bracing* dapat disimpulkan :

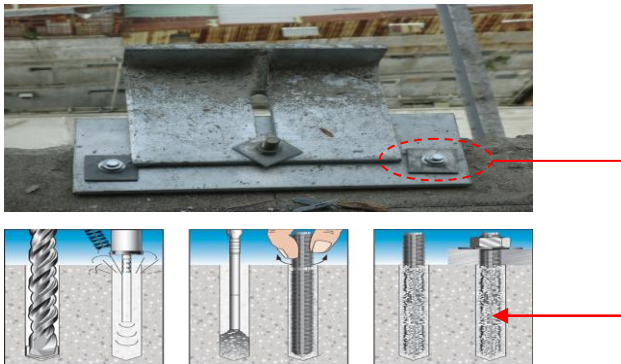
Material	Gambar	Syarat		Hasil Analisis		Kesimpulan
		Stress yield (σ) kg/cm ²	Deflection (δ) L/ 175 cm	Stress yield (σ) kg/cm ²	Deflection (δ) cm	
Mullion Male (Wind Load)		1600,00	1,33	202,91	0,91	Ok
Mullion Female (Wind Load)		1600,00	1,33	179,05	0,90	Ok

Tabel 3 :Hasil analisis kekuatan rangka vertical (*mullion male & female*) memperpendek bentangan dengan menambahkan *steel bracing*.

Mengatasi kegagalan pelaksanaan *facade curtain wall* dalam proses pemasangan di lapangan

1. Kegagalan pemasangan embeded anchor (gambar 4.9) pada lantai 22 *th floor* - 25 *th floor*, maka embeded anchor terdubut tidak dapat

digunakan, sebaiknya mengganti dengan sistem *chemical anchor* yang telah di perhitungkan sebelumnya.



Gambar8 : Sistem *chemical anchor*

2. Pihak kontraktor *facade curtain wall* harus mengikuti proses pengecoran berlangsung dan mengontrol pemasangan *embedded anchor* secara berkelanjutan.
3. Pemasangan unit *curtain wall* sambungan *nat* antar unit *curtain wall* pada lantai 16 - 19 *th floor* tidak sesuai dengan *shop drawing* = 10 mm, dalam hal ini salah satu dari unit *curtain wall* tersebut harus diganti untuk mendapatkan *nat* yang diharapkan dan tidak dibenarkan menambah material pemutup celah kekurangan *nat* tersebut karena akan menyebabkan kebocoran air dan udara. Untuk pemasangan *sealant* pada sambungan unit *curtain wall* harus sempurna dan mengikuti prosedur dari produsen material *silicon sealant* yang digunakan.
4. Penyetelan unit *facade curtain wall* terapat *Locing pin* yang tidak di pasang lantai *typical 25 th floor*, dalam hal ini perlunya pemeriksaan dari pihak *quality control* dari pihak kontraktor maupun dari pihak manajemen konstruksi (MK)
5. Pemasangan *silicon sealant* yang tidak sempurna pada lantai *typical*

17 *th floor* - 20 *th floor*, perlunya pemeriksaan dari pihak *quality control* dari pihak kontraktor maupun dari pihak manajemen konstruksi (MK) dan pemahaman akan sistem pemasangan *silicon sealant* oleh pekerja pemasangan.

6. Sistem modifikasi pemasangan *bracket fastener* yang tidak sesuai dengan standar pemasangan, upaya untuk mengatasinya dengan mengisi celah antara level lantai dengan elevasi *bracket fastener* dengan material yang disyaratkan seperti *semen grouting* yang telah di rekomendasikan



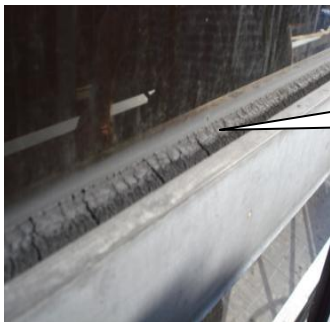
Gambar9 : Pemasangan *semen grouting*

Mengatasi Kegagalan Pemeliharaan *Facade curtain wal*

Pemeliharaan *facade curtain wall* baik dalam proses konstruksi dan setelah masa operasional gedung sangatlah penting, untuk memastikan sistem dari *facade curtain wall* dapat berfungsi secara maksimal. Pada area pemasangan unit *curtain wall* selanjutnya (gambar 4.14) lantai 20 *th floor* harus dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran seperti sampah plastik dan adukan beton yang menempel, jika tidak maka hal ini akan merusak sistem *drain facade curtain wall* yang menyebabkan kebocoran air dari area luar gedung. Untuk jangka panjang

pemeliharaan *facade curtain wall* sebaiknya dilakukan pengecekan secara teratur oleh pemilik gedung. Hal yang sering di temukan dalam proses pemeliharaan diantaranya :

- Tanda air dan karat yang menempel pada rangka *facade curtain wall* bagian dalam gedung.
- Kelembaban yang muncul di area bagian belakang *facade curtain wall*.
- Perubahan bentuk, warna dan terhadai retak pada silicon sealant dan terjadi keretakan hal ini di pengaruhi oleh merk dan type silicon sealant yang digunakan dan metode pelaksanaan yang kurang sempurna.



Kondisi silicon sealant yang sudah rusak

Gambar 10 :Kondisi silicon sealant yang sudah rusak akibat factor cuaca

- Metode perbaikan silicon sealant dengan melepas material silicon sealant yang rusak dan mengganti dengan material silicon sealant yang baru.
- Gasket yang longgar bahkan pelat dari dudukan rangka *facade curtain wall* untuk Untuk material gasket yang longgar atau lepas dari dudukan semula sebaiknya mengganti dengan material gasket yang baru.



Kondisi gasket yang lepas dari rangka facade curtain

Gambar 11 :Gasket kaca lepas dari dudukan rangka *facade curtain wall*

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengumpulan data dan analisis kegagalan *facade curtain wall* pada gedung bertingkat tinggi yang didapat disimpulkan hal - hal sebagai berikut :

- Berdasarkan analisa, bahwa salah satu faktor dari kegagalan *facade curtain wall* adalah faktor defleksi dari rangka curtain wall yang tidak memenuhi syarat yang di tentukan. Selain kegagalan dari rangka *facade curtain wall* itu sendiri, hal ini berdampak terhadap kegagalan material lainnya yang menempel langsung terhadap rangka *facade curtain wall* diantaranya material silicon sealant, gasket dan kaca yang nantinya akan menyebabkan potensi penyebab kebocoran air hujan yang masuk ke dalam area gedung . Upaya untuk mengatasi hal ini, dengan tidak merubah luas penampang dari profil rangka aluminium *facade curtain wall* yaitu dengan memperpendek bentangan untuk rangka vertical (*mullion male dan female*) dengan menambahkan *steel bracing* pada area backing spandrel sehingga defleksi yang disyaratkan dapat tercapai.
- Proses pemasangan *facade curtain wall* di lapangan yang tidak sesuai dengan syarat yang ditentukan diantaranya, kegagalan pemasangan embeded anchor, pemasangan dan

penyetelan unit curtain wal yang tidak sesuai dengan syarat yang telah ditetapkan, pemasangan silicon sealan yang tidak sempurna dan modifikasi sistem pemasangan *facade curtain wall*. Jika hal ini diabaikan dan tidak diatasi, merupakan faktor utama yang mempengaruhi tidak berjalanya sistem dari *facade curtain wall* terhadap kebocoran air dan kegagalan konstruksi *facade curtain wall*. Dalam hal ini perlunya pemeriksaan dan pengecekan secara berkala dan *continue*.

- Kegagalan pemasangan embeded pada lantai 22 *th floor* - 25 *th floor*, maka embeded anchor terdubut tidak dapat digunakan , sebaiknya mengganti dengan sistem *chemical anchor* yang telah di perhitungkan sebelumnya.
- Pemasangan unit curtain wall sambungan nat antar unit curtain wall pada lantai 16 - 19 *th floor* tidak sesuai dengan shop drawing = 10 mm, dalam hal ini salah satu dari unit curtain wall tersebut harus diganti untuk mendapatkan nat yang diharapkan dan tidak dibenarkan menambah material pemetup celah kekurangan nat tersebut karena akan menyebabkan kebocoran air dan udara. Untuk pemasangan sealant pada sambungan unit curtain wall harus sempurna dan mengikuti prosedur dari produsen material silicon sealant yang digunakan.
- Sistim modifikasi pemasangan bracket fastener yang tidak sesuai dengan standar pemasangan, upaya untuk mengatasinya dengan mengisi celah antara level lantai dengan elevasi bracket fastener dengan material yang disyaratkan seperti semen grouting yang telah di rekomendasikan
- Pemeliharaan *facade curtain wall* baik dalam proses konstruksi dan setelah proyek diserah terimakan kepada pemilik gedung (*owner*) sangatlah penting, untuk memastikan sistem dari *facade curtain wall* dapat berfungsi secara makimal. Pengetahuan akan sistem dari *facade curtain wall* sangatlah penting terutama sekali bagi pihak *maintanace* pemilik gedung yang akan melakukan pengecekan secara berkala

DAFTAR PUSTAKA

1. *Building Exterior Sulation*, AMY M. PEEVEY, RRO, PE, CDT
2. *Common Instalation Problem for aluminium framed curtain wall systims* AMY M. PEEVEY, RRO, PE, CDT BUILDING EXTERIOR SOLUTIONS, LLC
3. *Disertation Curtain Wall* Wong_Wan_Sie_2007
4. *Facade Principales of contruction* byUlrich Knaack, Tillmann Klein, Marcel Bilow, Thomas Auer
5. *Glass and Aluminium Curtain wall Systems* by Rick Quirouette, B. Arch.
6. *LeassonLearned From Curtain wall Failure investigation "Water Leakage In Glazes Curtain Wall Systems: Cause Efect & Cure "* by William De Smith
7. *Journal Preventing and Treating Failure in Glazed Curtain Wall Systems*Russell M. Sanders, AIA and Craig A. Hargrove, AIA LEED AP
8. *LeassonLearned From Curtain wall Failure investigation "Water Leakage In Glazes Curtain Wall Systems: Cause Efect & Cure "* by William De Smith
9. Lembaga Pendidikan dan Pengujian Façade Fakultas Teknik Universitas Indonesia (LP2FUI)
10. Russell M. Sanders, AIA dan Craig A. Hargrove, AIA, LEED AP

11. *Review of curtain wall, fungsing on design problem and solution,*
Karolkazmierczak
12. Standar Industri Indonesia (SII)
13. *The Role of the Building Façade - Curtain Walls*Dudley McFarquhar,
Ph.D, P.E.