

Analisa Perhitungan dan Biaya pada Pekerjaan *Spider Glass Fin System* di Proyek Landmark Pluit

Samuel¹ dan Sekar Mentari²

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tanri Abeng, Jakarta

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tanri Abeng, Jakarta

Correspondence email: samuel@student.tau.co.id; sekar_mentari@tau.co.id

Abstrak. Kemajuan suatu kota dapat dikenali dari banyaknya bangunan - bangunan bertingkat tinggi yang pada umumnya memakai dinding kaca sebagai lapisan luarnya. Obyek Studi kasus adalah Gedung Landmark Pluit, gedung tersebut akan dilengkapi dengan dinding kaca terbuka setinggi 7.7 m. Meskipun bukan struktur utama, tetapi karena beresiko tinggi menerima kondisi lingkungan tidak bersahabat, yang direpresentasikan dalam bentuk tekanan angin rencana sebesar 100 kg/m², maka perlu dievaluasi analisa strukturnya. Dinding kaca tinggi tersebut tidak terbuat dari dinding kaca utuh, tetapi terdiri dari panel-panel kaca mandiri ukuran 3900 x 1500 mm dan 3800 x 1500 mm, yang tersusun pada suatu konfigurasi tertentu. Tiap-tiap panel ditumpu pada empat titik memakai spider buatan Kin-Long, Cina. Dinding kaca akan terhubung pada sirip kaca membentuk sistem struktur penahan lateral. Panel fasade kaca tebalnya 12 mm dan sirip kaca tebalnya 19 mm, sehingga sirip kaca 19mm adalah yang paling menentukan. Akibat dari tekanan angin yang akan terjadi maka deformasinya tidak bisa diabaikan lagi, oleh karena itu analisa harus benar benar tepat. Selain dari analisa perhitungan struktur, analisa biaya diperlukan untuk mengidentifikasi komponen biaya pekerjaan dan total rencana biaya untuk pekerjaan spider glass fin system ini

Kata Kunci: *dinding kaca, fasade, tekanan angin, sirip kaca.*

PENDAHULUAN

Fasade merupakan bagian dari suatu bangunan yang berarti tampak dari suatu bangunan yang menghadap lingkungan dan tidak terhimpit oleh bangunan lainnya sehingga tampak bagian luar bangunan tersebut terlihat jelas apapun materialnya. Pada zaman sekarang, kaca mudah sekali ditemukan dan dipakai dalam berbagai hal, termasuk dalam penggunaan kaca sebagai material bangunan. Tetapi tidak tertutup kemungkinan munculnya penggunaan kaca solid sebagai penahan beban tanpa adanya elemen pendukung. Sudah ada perusahaan yang bergerak dalam bidang kaca mulai mempromosikan penggunaan kaca sebagai salah satu elemen struktur. Pada proyek proyek gedung banyak sekali material kaca di dalam sebagai bahan finishing nya. Dari segi estetika dan penggunaan energi, material kaca bisa membantu dalam penghematan listrik karena meningkatkan intensitas cahaya yang masuk dan mengurangi panas yang masuk ke gedung.

Dengan menggunakan material kaca dan system pemasangan dengan metode *spider glass fin*, penghematan listrik pada pemakaian lampu dan tampak gedung yang clear tanpa penghalang sehingga menjadi design favourite para arsitek. Secara umum, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah memperoleh model biaya dari pekerjaan Pemasangan *Spider Glass System* Di Proyek Landmark Pluit. Adapun rumusan permasalahannya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perencanaan struktur *Spider Glass Fin System* di Proyek Landmark Pluit?
2. Bagaimana analisa kekuatan struktur kaca akibat adanya beban angin dan beban sendiri pada pekerjaan *Spider Glass Fin System* di Proyek Landmark Pluit?
3. Apa saja komponen biaya pada pekerjaan *Spider Glass Fin System* di proyek Landmark Pluit?
4. Berapa banyak rencana anggaran biaya dari pekerjaan *Spider Glass Fin System*?
- 5.



Gambar 1. Glass Box of New York Apple Store

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap pada tahun ajaran 2020/2021, pada bulan Februari 2021 sampai dengan bulan Juni 2021 dan dilakukan di daerah Pluit Jakarta Utara tepatnya di kawasan Landmark Pluit. Penelitian ini menggunakan pemilihan strategi penelitian yang dapat menghasilkan output yang relevan dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai diperlukan sebuah perencanaan strategi dan metode yang tepat. Beberapa jenis strategi penelitian yang dapat diterapkan yaitu dapat berupa eksperimen, survey, analisis, historis, dan studi kasus.



Gambar 2. Diagram Alur Proses Penelitian

Sumber: Olahan Penulis, 2021

Proses yang digunakan dalam penelitian memiliki 6 tahapan, yaitu:

1. Merumuskan masalah penelitian

Pada tahap ini penulis melakukan perumusan masalah yang akan diteliti, ada 4 rumusan masalah yaitu masalah yang berhubungan dengan perencanaan struktur kaca, analisa kekuatan struktur kaca, komponen biaya spider glass fin system dan total anggaran biaya dari pekerjaan spider glass fin system

2. Kajian literatur

Setelah masalah dirumuskan, maka hal selanjutnya yang dilakukan oleh penulis adalah dengan melakukan trial error proses design dan analisa kekuatan struktur sesuai dengan literatur yang berlaku, lalu survei literatur yang terkait dengan masalah komponen biaya dan menghitung total biaya anggaran pekerjaan spider glass fin system

3. Merencanakan struktur kaca spider glass fin system

Pada tahap ini hal yang dilakukan oleh peneliti adalah dengan melakukan trial dan error design untuk dimensi kaca 12 mm dan kaca 19 mm

4. Analisa perhitungan struktur kaca spider glass fin system

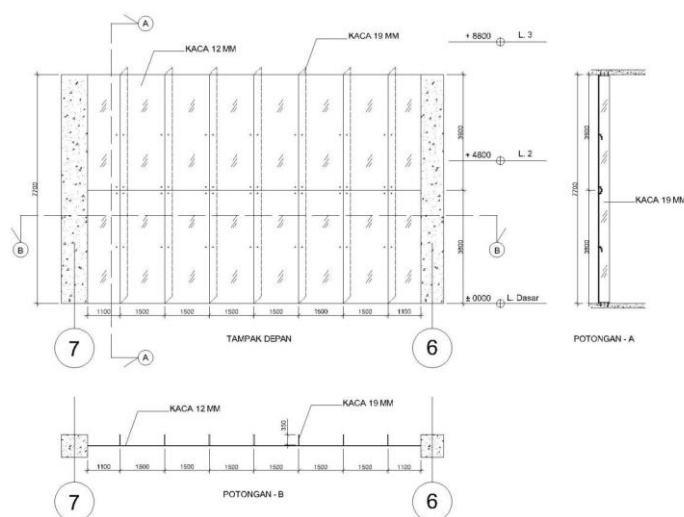
Setelah dimensi kaca 12 mm dan 19 mm ditentukan, maka ukuran kaca tersebut dianalisa untuk mengetahui tegangan dan lendutan yang terjadi

5. Identifikasi komponen biaya pekerjaan spider glass fin system

Setelah langkah-langkah di atas selesai dilakukan, maka langkah selanjutnya yang harus dilakukan peneliti adalah mencari nilai dari komponen biaya pekerjaan spider glass fin system

6. Menghitung total rencana biaya pekerjaan spider glass fin system

Pada tahap ini penulis menghitung total rencana biaya pekerjaan dari harga satuan dan quantity dari komponen biaya pekerjaan tersebut



Gambar 3. Tampak Depan Kaca Spider Glass Fin System Landmark Pluit dan potongan

Sumber: Olahan Penulis, 2021



Gambar 4. Spider Glass Fitting Type L210A (kiri) dan Routel Type ATF1 (kanan)

Sumber: www.kinlong.com, 2010

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dewobroto dan Chendrawan (2011) menjelaskan bahwa pada perencanaan struktur kaca harus memiliki beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu data material kaca yang akan dipakai dan beban angin rencana. Dari data material kaca itu, yang harus ditentukan adalah dimensi struktur kaca yang akan dipakai. Dalam menentukan ukuran struktur kaca harus memperhatikan ketebalan, lebar dan tinggi panel kaca (Schittich, 2013)

Analisa Perencanaan Dimensi Struktur Kaca

Pada penelitian ini ketebalan kaca spider glass fin system sudah ditentukan oleh konsultan perencana, yaitu kaca 12 mm dan kaca 19 mm sebagai pengaku dari kaca 12 mm. Jika ketebalan sudah ditentukan, maka tinggal mencari dimensi dari lebar dan tinggi dari kaca 12 mm dan 19 mm dengan bentang yang akan ditinjau setinggi 7.7 m.

Metode yang dipakai dalam perencanaan struktur adalah metode trial dan error. Pada spider glass fin system maka jumlah panel kaca 12 mm nya minimal 2 panel dalam satu tumpukan, sedangkan untuk jumlah panel kaca 19 mm sebagai kaca pengaku bisa 1 panel atau 2 panel (Kinlong, 2010). Jika bentang 7.7 meter dipakai 2 panel tertumpuk untuk kaca 12 mm, maka masing masing tinggi ukuran panel bisa berukuran 3.85 m jika dibagi dua sama ukuran.

Tinggi ukuran 3.85 m dibulatkan menjadi 3.9 m, sisa tinggi lainnya berukuran 3.8 m. Sedangkan untuk lebar panel kaca 12 mm mengikuti ukuran lebar material finishing *aluminium composite panel* yang ada di atas area spider glass fin system.

Tujuan ukuran lebar dibuat sama agar tampak dari depan terlihat 1 garis lebih rapi sesuai dengan material yang di atasnya. Ukuran lebar yang digunakan adalah lebar 1.5 m dan 1.1 m. Dari penjelasan ini didapatkan ukuran panel kaca 12 mm sesuai tabel 1.

Tabel 1. Ukuran Kaca Spider Glass Fin System Proyek Landmark Pluit

Tebal Kaca	Kode Kaca	Lebar (m)	Tinggi (m)
12 mm	A	3.9	1.5
12 mm	B	3.8	1.5
12 mm	C	3.9	1.1
12 mm	D	3.8	1.1
19 mm	E	0.35	7.7

Sumber: Olahan Penulis, 2021

Kemudian dilanjutkan dengan menentukan jumlah dan lebar panel kaca 19 mm yang akan dipakai pada bentang 7.7 m. Jumlah panel kaca 19 mm yang dipakai sebagai pengaku kaca 12 mm adalah 1 panel tanpa penyambung atau 2 panel dan lebih dari 2 panel dengan penyambung (Kinlong, 2010). Kondisi pemakaian 2 panel atau lebih jika bentang lapangan tidak bisa dipenuhi dengan ukuran panjang maksimum material kaca 19 mm yaitu 10 m (Architectural Glass Asahimas, 2020) atau harus diperlukan sambungan. Lebar kaca 19 mm coba ditentukan 350 mm karena efisiensi ukuran lebar standard material kaca yaitu 2,134 mm. Dengan lebar 350 mm dianggap ini merupakan lebar ekonomis mengikuti lebar standard dengan sedikit material kaca yang menjadi *waste*. Pada tahap ini, dimensi dari kaca 19 mm adalah 7.7 x 0.35 m dapat dilihat pada tabel 1.

Menganalisa kekuatan struktur kaca akibat beban angin dan beban sendiri

Pada perencanaanya struktur kaca *spider glass fin system* memiliki prinsip terdiri dari panel kaca mandiri dan sistem struktur penahan panel-panel sehingga dapat membentuk struktur secara keseluruhan (Dewobroto & Chendrawan, 2011). Pada analisisnya juga menurut Saunders (1999) juga harus memperhitungkan defleksi yang besar sehingga dapat lebih mendapatkan hasil yang akurat. Ukuran kaca 12 mm yang akan di analisa adalah ukuran yang terbesar yaitu 3.9 x 1.5 m, jika ukuran yang terbesar OK maka ukuran lain aman. Ukuran kaca 19 mm yang akan di analisa adalah 7.7 x 0.35 m.

Penulis akan menganalisa ukuran tersebut dengan 2 metode yaitu dengan metode manual kaca 12mm dan 19mm dengan memperhitungkan beban angin + beban sendiri atau material dan dengan menggunakan metode pakai software SAP 2000 dengan permodelan kaca 12 mm dan 19 mm menjadi 1 sistem, dengan memperhitungkan beban sendiri dan beban sendiri + beban angin.

Analisa perhitungan manual untuk kaca 12 mm

Tabel 2. Data Untuk Analisa Kaca 12 mm

No.	Deskripsi	Nilai
1	Tinggi panel kaca	390 cm
2	Lebar panel kaca	150 cm
3	Beban angin rencana	100 kg/cm ²
4	Berat kaca	30 kg/m ²
5	Fy material kaca	25 MPa
6	Safety factor	1.1
7	Modulus elastisitas (E)	720.000 kg/cm ²

Sumber: Olahan Penulis, 2021

Analisa ini dimulai dengan mencari data data yang diperlukan untuk analisa perhitungan. Dilanjutkan dengan mengakumulasi kombinasi pembebanan yang akan dipakai, mencari nilai tegangan ijin, dan mencari nilai lendutan maksimal. Dari data pada tabel 2, perlu dicari total berat sendiri kaca 12 mm, beban angin yang terjadi pada kaca 12mm dengan ukuran 1.5 x 3.9 m, gabungan berat kaca 12 mm dan beban angin, tegangan ijin sesuai Fy material dan nilai *safety factor* sebesar 1.1 sesuai dengan SNI 03-0573-1989

Luas Panel Kaca (A) : 5.85 m²

Total berat panel kaca : 175.5 kg

Total beban angin pada panel kaca : 585 kg

Total beban pada panel kaca (P) : 760.5 kg

Tegangan ijin pada panel kaca = $F_y/SF = 22.73 \text{ MPa}$

Tegangan yang terjadi pada panel kaca akibat beban = $P/A = 130 \text{ kg/cm}^2 = 0.00127 \text{ MPa}$

Tegangan yang terjadi lebih kecil dari tegangan ijin...OK.

Langkah berikutnya adalah mencari nilai lendutan ijin (F ijin), dengan cara tinggi panel kaca 12mm dibagi dengan 175 karena batasan lendutan ijin yang ditetapkan adalah L/175. Selanjutnya mencari nilai momen inerti (I) dan nilai lendutan maksimum (F maks) yang terjadi dengan reaksi perletakan sendi sendi. Lalu nilai F maks dibandingkan dengan F ijin. Dari hasil perhitungan nilai F maks sebesar 0.0413 cm lebih kecil dari F ijin sebesar 2,23 cm.

Analisa perhitungan manual untuk kaca 19 mm

Tabel 3. Data Untuk Analisa Kaca 19 mm

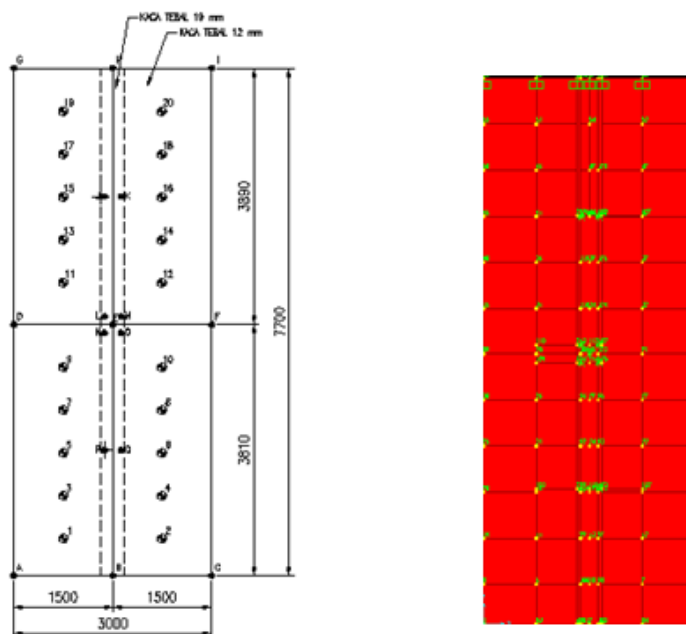
No.	Deskripsi	Nilai
1	Tinggi panel kaca	770 cm
2	Lebar panel kaca	350 cm
3	Beban angin rencana	100 kg/cm ²
4	Berat kaca	47.5 kg/m ²
5	Fy material kaca	25 MPa
6	Safety factor	1.1
7	Modulus elastisitas (E)	720.000 kg/cm ²

Sumber: Olahan Penulis, 2021

Hasil perhitungan menunjukkan total beban yang mesti ditahn oleh panel kaca adalah 1629.51 kg. Tegangan yang terjadi 2.4 MPa (memenuhi syarat). Hasil perhitungan lendutan yang terjadi maksimum adalah 0.03 cm, jauh lebih kecil dari lendutan ijin 4.4 cm.

Analisa perhitungan dengan SAP 2000 untuk spider glass fin

Perhitungan juga dilakukan dengan menggunakan software SAP 2000, permodelan yang digunakan adalah *element shell*. Permodelan dilakukan dengan element shell karena material kaca tipis. Kemudian menambahkan beberapa perletakan dan joint sesuai sistem pekerjaan dan kondisi real dengan asumsi perletakan sendi sendi untuk kaca 12 mm dan jepit jepit untuk kaca 19 mm. Setelah itu dilakukan dengan input nilai beban angin 100 kg per m². Beban mati atau beban material sendiri tidak perlu di input karena sudah diproses software melalui input data karakteristik material kaca. Setelah itu dilakukan meshing/proses pembagian element menjadi elemen yang lebih kecil sehingga dapat diberikan kondisi batas pada bagian panel kaca sesuai yang dibutuhkan. Setelah itu dilakukan *running analyze software* dan keluar nilai gaya dalamnya. Setelah hasil dari analisa program keluar, dilakukan peninjauan berdasarkan tegang dan defleksi yang terjadi.



Gambar 7. Permodelan Struktur Kaca

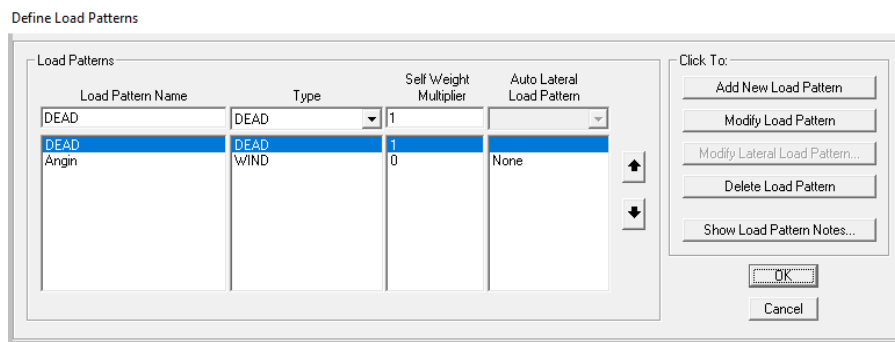
Sumber: Olahan penulis, 2021

Pada gambar 7 diatas merupakan gambar model yang digunakan, perletakan yang digunakan merupakan perletakan sendi dimana posisi di setiap ujung atas dan bawah dari struktur kaca. Sedangkan di lokasi tengah pada kaca digunakan tumpuan rol arah Y yang berfungsi sebagai penambah kekakuan untuk mengurangi defleksi pada struktur kaca. Sedangkan pada penelitian ini yang ditinjau merupakan tegangan dari kaca dan defleksi, titik yang ditinjau pada struktur kaca adalah titik dari angka 1 sampai angka 20.

Beban yang diperhitungkan dalam analisis ini merupakan berat sendiri dari kaca dan beban angin saja. Penulis tidak memperhitungkan beban gempa karena kaca adalah material yang getas dan jika terkena gempa pasti akan pecah. Besarnya beban angin yang digunakan adalah 100 kg/cm² sesuai dengan ketentuan dari konsultan perencana untuk proyek Landmark Pluit. Sedangkan kombinasi yang digunakan adalah 1 beban angin dan 1 berat sendiri + 1 beban angin. Untuk beban mati pada struktur kaca, program SAP 2000 menghitung secara otomatis sehingga hanya di input pada kategori beban seperti pada gambar 8 dan 9

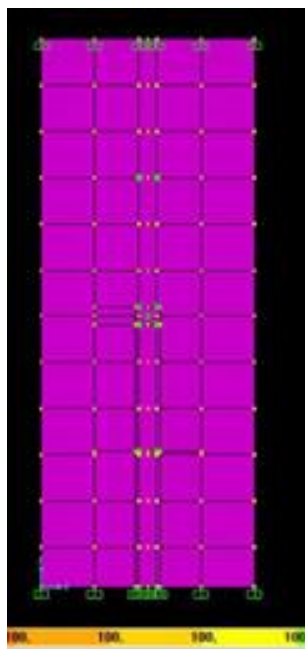
Sedangkan untuk beban angin pada struktur kaca, beban yang digunakan adalah sebesar 100 kg/cm², dimana beban angin tersebut bekerja ke arah dengan kategori angin tekan.

Penelitian ini merupakan penelitian yang meninjau mengenai tegangan dan defleksi yang terjadi pada kaca, adapun titik yang ditinjau seperti yang dijelaskan pada sub bab sebelumnya. Dari hasil analisis menggunakan program SAP 2000, tegangan yang terjadi pada kaca seperti terlihat pada tabel 4.



Gambar 8. Input Berat Sendiri Kaca

Sumber: Olahan penulis, 2021



Gambar 9. Modeling Beban Angin

Sumber: Olahan penulis, 2021

Dari hasil analisis yang dilakukan, tegangan kaca akibat beban sendiri dan beban angin masih dibawah tegangan izin yaitu sebesar 22.73 MPa. Sedangkan tegangan yang paling besar adalah pada titik 11 dan titik 12 karena berada di area tengah bentang. Sedangkan nilai titik 11 dan titik 12 berbeda sedikit dengan nilai titik 9 dan titik 10 yaitu 12.01 MPa hanya memiliki perbedaan 0.09 Mpa dimana posisi titik 11 - 12 lebih dekat dari tengah bentang dibanding posisi titik 9 -10 ke tengah bentang. Posisi itu dipengaruhi dari 2 ukuran tinggi kaca 12mm yaitu 3.89 m dan 3.91 m.

Tabel 4. Tegangan Kaca Yang Terjadi Akibat Beban

Nomor Titik	Tegangan Yang Terjadi Akibat Beban Angin	Tegangan Yang Terjadi Akibat Berat Sendiri dan Beban Angin	Tegangan yang diijinkan
	(MPa)	(MPa)	
1	4.71	6.12	22.73
2	4.71	6.12	22.73
3	7.47	9.71	22.73
4	7.47	9.71	22.73
5	8.49	11.04	22.73
6	8.49	11.04	22.73

7	9.01	11.71	22.73
8	9.01	11.71	22.73
9	9.24	12.01	22.73
10	9.24	12.01	22.73
11	9.26	12.10	22.73
12	9.26	12.10	22.73
13	9.06	11.78	22.73
14	9.06	11.78	22.73
15	8.59	11.17	22.73
16	8.59	11.17	22.73
17	7.68	9.98	22.73
18	7.68	9.98	22.73
19	5.21	6.93	22.73
20	5.21	6.93	22.73

Sumber: Olahan Penulis, 2021

Tabel 5. Defleksi kaca yang terjadi akibat berat sendiri dan beban angin

Nomor Titik	Defleksi Yang Terjadi (mm)	Batas Defleksi ijin (mm)
1	0.0001	22.3
2	0.0001	22.3
3	0.0002	22.3
4	0.0002	22.3
5	0.0003	22.3
6	0.0003	22.3
7	0.0003	22.3
8	0.0003	22.3
9	0.0002	22.3
10	0.0002	22.3
11	0.0002	22.3
12	0.0002	22.3
13	0.0003	22.3
14	0.0003	22.3
15	0.0003	22.3
16	0.0003	22.3
17	0.0002	22.3
18	0.0002	22.3
19	0.0001	22.3
20	0.0001	22.3

Sumber: Olahan Penulis, 2021

Tabel 5 menunjukkan defleksi akibat berat sendiri dan beban angin. Defleksi terkecil terjadi pada titik 1 dengan nilai defleksi 0.0001 mm, hal ini terjadi karena pada titik tersebut merupakan titik yang berdekatan dengan perletakan. Sehingga defleksi yang terjadi akibat beban yang bekerja hanya mengalami nilai yang kecil. Sedangkan defleksi terbesar yaitu sebesar 0.0003 mm yang terjadi pada titik 5, titik 6, titik 7, titik 8, titik 13, titik 14, titik 15 dan titik 16, defleksi yang besar ini terjadi akibat jarak dari titik – titik tersebut berada di tengah perletakan seperti pada gambar 7.

Dari hasil analisis yang dilakukan, besarnya defleksi akibat dari beban angin dan beban material sendiri, tidak ada yang melewati batas defleksi ijin 22.3 mm sesuai dengan persamaan 18 maka hasilnya memenuhi syarat

Identifikasi komponen biaya pada pekerjaan Spider Glass Fin System

Pada pelaksanaan pekerjaan *spider glass fin system* di proyek Landmark Pluit ada beberapa komponen biaya yang diperlukan untuk menjalankan proyek tersebut. Komponen biaya ini merupakan komponen biaya utama untuk pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Di bawah ini adalah komponen biaya yang dimaksud:

1. Biaya *preliminary*

Berikut ini yang menjadi komponen biaya *preliminary*:

- a. Sewa atau biaya site office dan perlengkapannya
- b. Biaya iuran listrik dan air
- c. Biaya sewa peralatan kerja atau penyusutan peralatan kerja jika punya peralatan kerja sendiri
- d. Biaya tempat tinggal atau mess karyawan proyek
- e. Biaya administrasi proyek
- f. Biaya konsumsi meeting proyek

- g. Biaya asuransi pekerja atau jamsostek atau BPJS Ketenagakerjaan
 - h. Biaya as built drawing
 - i. Biaya kebersihan dan keamanan
 - j. Biaya test material (jika ada)
 - k. Biaya peralatan safety
 - l. Biaya overhead kantor pusat
2. Biaya material
- Biaya yang masuk dalam komponen biaya material adalah sebagai berikut:
- a. Biaya material kaca
 - b. Biaya material *spider glass fitting* & aksesoris
 - c. Biaya material adhesive sealant
 - d. Biaya material braket dan kelengkapannya
 - e. Biaya material pendukung lainnya
3. Biaya upah pemasangan
- Biaya yang masuk dalam komponen biaya upah pemasangan adalah sebagai berikut:
- a. Biaya per m² untuk pasang kaca 12 mm
 - b. Biaya per m² untuk transport kaca 12 mm
 - c. Biaya per m² pasang kaca 19 mm
 - d. Biaya per m² untuk transport kaca 19 mm
 - e. Biaya per unit glass fin untuk pasang braket glass fin dan aksesorisnya
 - f. Biaya per m' untuk pasang braket glass wall dan aksesoris nya
 - g. Biaya per m' untuk 2 sisi pekerjaan pasang adhesive sealant
 - h. Biaya per m² untuk pekerjaan pembersih

Tabel 7. Komponen Biaya Preliminary & Harga Satuan

No	Deskripsi Material Atau Pekerjaan	Harga Satuan
1	Sewa atau biaya site office dan perlengkapannya	Rp 2,000,000
2	Biaya iuran listrik dan air site office	Rp 1,500,000
3	Biaya sewa scaffolding dan lain lain (2 set)	Rp 5,000,000
4	Biaya sewa scaffolding dan lain lain (1 set)	Rp 2,500,000
5	Tempat tinggal atau mess karyawan proyek termasuk listrik dan air	Rp 3,500,000
6	Biaya administrasi proyek	Rp 1,000,000
7	Biaya konsumsi meeting proyek	Rp 500,000
8	Biaya asuransi pekerja atau jamsostek atau BPJS Ketenagakerjaan	Rp 200,000
9	Biaya asbuilt drawing	Rp 5,000,000
10	Biaya kebersihan dan keamanan proyek	Rp 1,500,000
11	Biaya test lab untuk material	Rp -
12	Biaya peralatan safety	Rp 10,000,000
13	Biaya overhead kantor pusat	Rp 10,000,000

Sumber: Olahan Penulis, 2021

Tabel 8. Komponen Biaya Material & Harga Satuan

No	Deskripsi Material Atau Pekerjaan	Harga Satuan
1	Kaca	
	Kaca clear tempered 12mm	Rp 600,000
	Lubang kaca 12mm	Rp 7,000
	Gosok kaca 12mm	Rp 7,000
	Kaca clear tempered 19mm	Rp 2,500,000
	Lubang kaca 19mm	Rp 13,000
	Gosok kaca 19mm	Rp 13,000
2	Spider fitting dan aksesoris	
	L388 kaki 2	Rp 1,000,000
	L388 kaki 4	Rp 1,700,000
	Routel	Rp 100,000
3	Adhesive dan lain lain	
	Sealant neutral	Rp 65,000
	Masking tape	Rp 6,500
	Backer rod	Rp 3,500
4	Bracket dan lain lain	
	Untuk kaca 19mm	Rp 250,000
	Untuk kaca 12mm	Rp 150,000
	Chemset m12x160	Rp 60,000
	Fischer sx8 + screw	Rp 7,000
	U channel alumun 1" x 1" x 4 meter	Rp 50,000
5	Biaya material pembersihan	
	Kain majun	Rp 1,000,000
	Koran bekas	Rp 300,000

Sumber: Olahan Penulis, 2021

Tabel 9. Komponen Biaya Pemasangan & Harga Satuan

No	Deskripsi Material Atau Pekerjaan	Harga Satuan
1	Pasang kaca 12mm	Rp 100,000
2	Transport kaca 12mm	Rp 10,000
3	Pasang kaca 19mm	Rp 150,000
4	Transport kaca 19mm	Rp 15,000
5	Pasang bracket kaca 12mm dan aksesoris	Rp 50,000
6	Pasang bracket kaca 19mm dan aksesoris	Rp 50,000
7	Pasang sealant 2 sisi	Rp 12,000
8	Pembersihan kaca	Rp 10,000

Sumber: Olahan Penulis, 2021

Identifikasi jumlah anggaran biaya dari pekerjaan spider glasss fin Landmark Pluit

Pada tahap ini mulai merencanakan nilai dari rencana anggaran pekerjaan atau RAP dengan cara mengakumulasi kuantitas dengan harga satuan material dan jasa. Penyusunan RAP tidak memakai standard BOW atau pun SNI. Sistem penyusunannya sangat sederhana hanya memperhitungkan jumlah nilai bahan, jumlah nilai upah dan nilai prelim. Menurut Hardie (1986), lama pekerjaan berlangsung merupakan faktor terpenting dalam menentukan jumlah anggaran biaya suatu pekerjaan.

Tabel 10. Rencana Anggaran Pelaksanaan Pada Preliminary

No	Deskripsi Material Atau Pekerjaan	Harga Satuan	Qty	Subtotal Harga	Keterangan
1	Sewa atau biaya site office dan perlengkapannya	Rp 2,000,000	14 bulan	Rp 28,000,000	
2	Biaya iuran listrik dan air site office	Rp 1,500,000	14 bulan	Rp 21,000,000	
3	Biaya sewa scaffolding dan lain lain (2 set)	Rp 5,000,000	8 bulan	Rp 40,000,000	
4	Biaya sewa scaffolding dan lain lain (1 set)	Rp 2,500,000	6 bulan	Rp 15,000,000	
5	Tempat tinggal atau mess karyawan proyek termasuk listrik dan air	Rp 3,500,000	14 bulan	Rp 49,000,000	
6	Biaya administrasi proyek	Rp 1,000,000	14 bulan	Rp 14,000,000	
7	Biaya konsumsi meeting proyek	Rp 500,000	14 bulan	Rp 7,000,000	
8	Biaya asuransi pekerja atau jamsostek atau BPJS Ketenagakerjaan	Rp 200,000	14 bulan	Rp 42,000,000	15 orang
9	Biaya asbuilt drawing	Rp 5,000,000	1 LS	Rp 5,000,000	
10	Biaya kebersihan dan keamanan proyek	Rp 1,500,000	14 bulan	Rp 21,000,000	
11	Biaya test lab untuk material	Rp -		Rp -	Tidak ada
12	Biaya peralatan safety	Rp 10,000,000	1 LS	Rp 10,000,000	
13	Biaya overhead kantor pusat	Rp 10,000,000	14 bulan	Rp 140,000,000	
GRAND TOTAL				Rp 392,000,000	

Sumber: Olahan Penulis, 2021

Tabel 11. Rencana Anggaran Pelaksanaan Pada Biaya Pemasangan

No	Deskripsi Material Atau Pekerjaan	Harga Satuan	Qty	Subtotal Harga	Keterangan
1	Pasang kaca 12mm	Rp 100,000	4,578 M2	Rp 457,800,000	
2	Transport kaca 12mm	Rp 10,000	4,578 M2	Rp 45,780,000	
3	Pasang kaca 19mm	Rp 150,000	135 M2	Rp 20,250,000	
4	Transport kaca 19mm	Rp 15,000	135 M2	Rp 2,025,000	
5	Pasang bracket kaca 12mm dan aksesoris	Rp 50,000	198 set	Rp 9,900,000	
6	Pasang bracket kaca 19mm dan aksesoris	Rp 50,000	50 set	Rp 2,500,000	
7	Pasang sealant 2 sisi	Rp 12,000	3,052 M'	Rp 36,624,000	
8	Pembersihan kaca	Rp 10,000	4,713 M2	Rp 47,130,000	
GRAND TOTAL				Rp 622,009,000	

Sumber: Olahan Penulis, 2021

Tabel 12. Rencana Anggaran Pelaksanaan Pada Biaya Material

No	Deskripsi Material Atau Pekerjaan	Harga Satuan	Qty	Subtotal Harga	Keterangan
1	Kaca				
	Kaca clear tempered 12mm	Rp 600,000	4,578 M2	Rp 2,746,800,000	
	Lubang kaca 12mm	Rp 7,000	3,168 titik	Rp 22,176,000	
	Gosok kaca 12mm	Rp 7,000	4,237 M'	Rp 29,659,000	
	Kaca clear tempered 19mm	Rp 2,500,000	135 M2	Rp 337,500,000	
	Lubang kaca 19mm	Rp 13,000	700 titik	Rp 9,100,000	
	Gosok kaca 19mm	Rp 13,000	805 M'	Rp 10,465,000	
2	Spider fitting dan aksesoris				
	L388 kaki 2	Rp 1,000,000	150 pcs	Rp 150,000,000	
	L388 kaki 4	Rp 1,700,000	50 pcs	Rp 85,000,000	
	Routel	Rp 100,000	500 pcs	Rp 50,000,000	
3	Adhesive dan lain lain				
	Sealant neutral	Rp 65,000	1,578 tube	Rp 102,570,000	
	Masking tape	Rp 6,500	1,000 pcs	Rp 6,500,000	
	Backer rod	Rp 3,500	1,300 M'	Rp 4,550,000	
4	Bracket dan lain lain				
	Untuk kaca 19mm	Rp 250,000	100 set	Rp 25,000,000	
	Untuk kaca 12mm	Rp 150,000	396 set	Rp 59,400,000	
	Chemset m12x160	Rp 60,000	600 titik	Rp 36,000,000	
	Fischer sx8 + screw	Rp 7,000	1,800 pcs	Rp 12,600,000	
	U channel alumun 1" x 1" x 4 meter	Rp 50,000	89 pcs	Rp 4,450,000	
5	Biaya material pembersihan				
	Kain majun	Rp 1,000,000	1 LS	Rp 1,000,000	
	Koran bekas	Rp 300,000	1 LS	Rp 300,000	
GRAND TOTAL				Rp 3,693,070,000	

Sumber: Olahan Penulis, 2021

Tabel 13. Total Rencana Anggaran Pelaksanaan

No	Deskripsi Material Atau Pekerjaan	Harga Satuan	Qty	Subtotal Harga	Keterangan
1	Preliminary untuk 8 bulan + 6 bulan	Rp 392,000,000	1 LS	Rp 392,000,000	
2	Biaya material	Rp 3,693,070,000	1 LS	Rp 3,693,070,000	
3	Biaya upah pemasangan	Rp 622,009,000	1 LS	Rp 622,009,000	
GRAND TOTAL				Rp 4,707,079,000	

Sumber: Olahan Penulis, 2021

SIMPULAN

Dari hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan pada bab sebelumnya, maka pada bagian bab ini akan dijelaskan beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang sudah dilakukan, adapun kesimpulan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan dimensi struktur spider glass fin system di Landmark Pluit, masih berkaitan dengan unsur estetika. Lebar panel kaca 12 mm pada penelitian ini adalah 1.2 m dan 1.5 m. Tujuan ukuran lebar dibuat sama, agar tampak dari depan terlihat 1 garis lebih rapi sesuai dengan garis material yang di atasnya. Sedangkan tinggi 2 panel kaca 12 mm masing masing 3.9 m dan 3.8 m. Lebar ukuran panel kaca 19 mm adalah 0.35 m, sedangkan tinggi nya adalah 7.7 m
2. Perhitungan struktur spider glass fin system terhadap beban angin 100 kg/m² dan beban mati kaca itu sendiri dengan menggunakan perhitungan manual atau pun SAP 2000 menunjukkan bahwa ukuran panel terbesar untuk kaca 12 mm dengan lebar 1.5 m dan tinggi 3.9 m telah memenuhi syarat dari batas lendutan dan tegangan ijin. Pada analisa perhitungan panel kaca 19 mm dengan lebar 0.35 m dan tinggi 7.7 m, juga menunjukkan bahwa ukuran panel kaca tersebut telah memenuhi syarat dari batas lendutan L/175 dan tegangan ijin 22.73 Mpa pada pemasangan dengan bentang 7.7 m

3. Hasil dari identifikasi komponen biaya pekerjaan spider glass fin system menunjukkan bahwa ada biaya preliminary, biaya material dan biaya pemasangan.
4. Total biaya pekerjaan spider glass system menunjukkan bahwa total nilai anggaran pelaksanaan pekerjaan spider glass fin system proyek Landmark Pluit sebesar Rp 4,315,079,000,- untuk luasan 4,578 m² dengan harga per m² yaitu Rp 942,568

DAFTAR PUSTAKA

- Adryanta, 2008, *Kaca Sebagai Struktur Bahan Bangunan*, FT. UI, Depok
- Anonim, 1987, *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung*, Departement Pekerjaan Umum, Jakarta
- Anonim, 2018, *International Building Code*, ICC, Washington
- Anonim, 2018, *Code of Practice for the Structural Use of Glass*, Building Department, Hong Kong
- Asahimas, 2020, *Architectural Glass*, PT Asahimas Flat Glass, Tbk, Jakarta
- Axinte, Eugene, 2011, *Glasses as engineering materials*, Elsevier, Amsterdam
- Cendrawan et al, 2011, *Pengaruh Permodelan Dan Analisis Pada Perilaku Struktur Kaca terhadap Tekanan Angin*, Medan, 14 Oktober
- Greiner, Ralf, 2020, *Double Skin Facades, Double Skin Facades: Selecting the Right Combination of Glass to Optimise their Benefits*, (<http://igsmag.com>)
- KIN LONG, 2010, *Point-fixed Glass Wall Fittings Typical Product Catalogue*, Guangdong Kinlong Hardware Product Co. Ltd, Guangdong
- Krier, Rob, 2001, *Architectural Compositon*, Academy Edition, London
- Muhsin, A, 2018, *Fasad Bangunan, Mengenal Fasad Bangunan dalam Kajian Arsitektur*, (<http://builder.id>)
- Panduwinata, Adhithia, 2005, *Prinsip-prinsip estetika pada fasade bangunan*, FT. UI, Depok
- Patterson, Robert Michael, 2008, *Structural Glass Facades: A Unique Building Technology*, Thesis, Faculty of The School of Architecture University of Southern California, California
- Rafael Devin et al, 2011, *Pengaruh Permodelan Dan Analisis Pada Perilaku Struktur Kaca terhadap Tekanan Angin*, Medan, 14 Oktober
- Rezza, Andy, 2017, *Disain Fasade Bangunan Sistem & Spesifikasi*, LP2FI, Jakarta
- Schittich, et al., 2013, *Glass Construction Manual*, Birkhauser Edition Detail, Munich
- Saunders, R.J. 1999, *Structural use of glass in buildings*, The Institution of Structural Engineers, London
- Saunders, R.J. 1999, *Structural use of glass in buildings*, The Institution of Structural Engineers, London
- Spectra Utama Makmur, PT. 2020, *Spider Glass Fin System Landmark Pluit*, Spectra Utama Makmur, Jakarta
- Sumaatmadja, Budi, 2017, *Design Fasade*, IAI, Jakarta
- Sunggono, KH, 1995, *Buku Teknik Sipil*, Nova, Bandung
- Yin, R. K, 2014, *Case Study Research Design and Methods Fifth Edition*. United States of America: Sage Publication, Inc