

ANALISIS PERKIRAAN LENDUTAN SEKUNDER PADA BALOK BETON BERTULANG DENGAN MODEL REOLOGI

Jhonson Andar Harianja¹⁾, Ivadaya Alvian Z.²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta

e-mail : harianja_andar@yahoo.com

²⁾Alumni S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta

ABSTRACT

Deflection can cause degradation of floor, hallow roof level, and vibration at building. Long term deflection periodically, difficult reckoned because influence by many factor, one of them which bot be reckoned in formulas of deflection that time factor.

Rheologi model tried to applicated at reinforced concrete beam, so that load test done to a reinforced concrete beam of the size 8 cm × 12 cm × 200 cm which its deflection measured by using of dialgauge. Value of deflection converted into strain values with method analysed inertia, that converted into value strain rate with time root, and analysed in regrestion model to get logarithm value of b , A , and R . Logarithm value of b , A , and R used to calculate empirical parameters of a , b , and λ . By got of empirical parameters a , b , and λ , so the beam strain to certain time can be predicted with reologi model.

Primary and secondary deflection can be estimated with model of rheologi after first load so it is with secondary defelction at second loaded. If usage of straingauge was imposible so diagauge can be used as alternative, and strain of test object can be calculated with method analyse inertia. Correlation coefficient (R) between strainrate with time root is equal to 0,999. To each same time interval, secondary deflection was not constant.

Keywords : deflection, strain, rheologi.

I. PENDAHULUAN

Lendutan sesaat pada balok beton bertulang akibat beban dapat dihitung dengan persamaan lendutan tetapi lendutan jangka panjang akibat rangkakan dan susut tidak mudah ditentukan. Lendutan sekunder akibat rangkakan dan susut akibat beban jangka panjang masih sulit ditentukan karena berbagai factor seperti kelembaban, temperature, kondisi perawatan, perbandingan tegangan dan kekuatan, usia beton, dan lain-lain.

Untuk mencoba menjawab permasalahan tersebut diadopsi sebuah metode yang disebut Rheologi. Untuk maksud tersebut dilakukan pengujian pembebanan pada balok beton bertulang sekitar dua minggu dengan penambahan beban satu kali dan lendutan yang terjadi diukur. Dengan menggunakan model rheologi, data lendutan yang diperoleh dari

pengujian selanjutnya digunakan untuk memprediksi lendutan yang terjadi dalam jangka waktu yang panjang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Lendutan

Pembebebanan yang bekerja pada balok menyebabkan balok melentur sehingga sumbunya yang terdeformasi membentuk lengkungan yang biasa disebut kurva defleksi atau lendutan (Gere, Timoshenko, 2000). Selanjutnya dapat dikatakan bahwa defleksi di setiap titik di sepanjang sumbu balok merupakan peralihan titik tersebut dari kedudukan semula.

2.2. Tegangan

Gere & Timoshenko menjelaskan bahwa gaya per satuan luas disebut tegangan yang diberi notasi σ dan dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.1)$$

dengan σ = tegangan, P = gaya, dan A = luas penampang.

Perpanjangan per satuan panjang disebut sebagai regangan yang diberi notasi ε dan dapat dihitung dengan persamaan :

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L} \dots\dots\dots (2.2)$$

dengan ε = regangan, δ = perpanjangan batang, dan L = panjang batang.

Hubungan linier antara tegangan dan regangan untuk sebuah batang yang mengalami gaya tarik atau tekan dapat dinyatakan dengan persamaan (hukum Hooke) :

$$\sigma = E \varepsilon \dots\dots\dots (2.3)$$

dengan E = konstanta proporsionalitas antara tegangan dengan regangan yang dikenal dengan modulus elastisitas bahan.

2.3. Rangkak dan Susut

Ketika beton menerima gaya tekan terus menerus, maka beton akan mengalami deformasi untuk waktu yang lama. Setelah deformasi awal terjadi, deformasi yang akan terjadi selanjutnya disebut rangkak (*creep*). Setelah beton selesai dirawat dan mulai mengering, kelebihan campuran air akan mencari jalan ke permukaan beton tempat dimana

campuran ini akan menguap dan akhirnya beton akan mengalami susut dan retak (Jac C. MacCormac, 2001).

2.4. Rheologi

Rheologi adalah kajian tentang perubahan bentuk dan rambatan bahan yang disebabkan oleh aplikasi gaya-gaya dengan memasukkan factor waktu.

III. LANDASAN TEORI

3.1. Metode Analisis Kekakuan

Guna mengkonversikan nilai-nilai lendutan dari uji pembebanan menjadi nilai regangan, maka digunakan metode analisis kekakuan (W.C.Vis & Gideon K, 1993) sehingga diperoleh persamaan :

$$\rho = \frac{L^2}{12 \delta} \dots\dots\dots (3.1)$$

$$\varepsilon = \frac{e}{\rho} \dots\dots\dots (3.2)$$

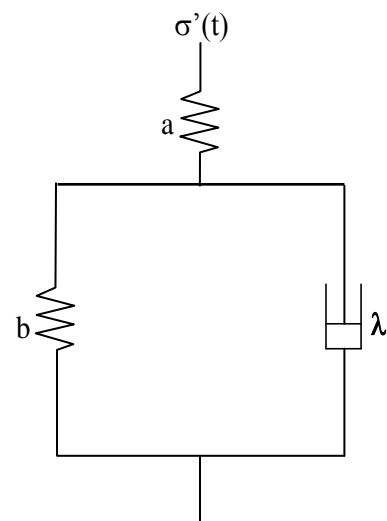
dengan ρ = kurva kelengkungan , L = panjang efektif balok, δ = lendutan (mm), e = jarak dari sumbu netral ke serat tarik ($\frac{1}{2} h$), dan ε = regangan.

3.2. Model Rheologi Gibson R.E & Lo. KY

Gibson R.E & Lo. KY memperkirakan bahwa viskositas structural tanah adalah linier dan akan mengalami penurunan sekunder yang akan berperilaku seperti model rheologi yang diperlihatkan pada Gambar 3.1. dan dinyatakan dengan persamaan :

$$\varepsilon = \Delta\bar{\sigma} \left[a + b \left(1 - e^{-\left(\frac{\lambda}{b}\right)t} \right) \right] \dots\dots (3.3)$$

dengan $\Delta\bar{\sigma}$ = pertambahan tegangan (KPa), ε = regangan , a = faktor penurunan primer, b =



Gambar 3.1. Model rheologi regangan sekunder (Gibson R.E., dan Lo. K.Y, 1961)

faktor penurunan sekunder, t = waktu (hari), dan $\frac{\lambda}{b}$ = faktor kecepatan penurunan sekunder. Parameter-parameter empiris a , b , dan λ dapat ditentukan dari data regangan dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Ordinat } y = \log_{10} (\overline{\Delta\sigma\lambda}) \dots\dots\dots (3.4)$$

$$\text{Slove kurva} = R \frac{\lambda}{b} \dots\dots\dots (3.5)$$

$$a = \frac{\varepsilon}{\Delta\sigma} - b \left[\left(1 - e^{-\left(\frac{\lambda}{b}\right)^t} \right) \right] \dots\dots\dots (3.6)$$

Nilai ordinat y pada Persamaan (3.4), kemiringan kurva (R) pada Persamaan (3.5) dapat ditentukan dari data lendutan yang diperoleh dari uji pembebanan dengan model regresi berpangkat.

IV. METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini berupa balok beton bertulang dengan bentuk penampang persegi panjang dengan dimensi 8 cm × 12 cm dengan panjang total 210 cm dan panjang bersih dari jarak tumpuan ke tumpuan 200 cm. Bahan-bahan yang diperlukan untuk membuat benda uji adalah bekisting dari bahan multiplex dengan ketebalan 5 mm dan balok untuk perkuatan bekisting.

Campuran bahan penyusun pembuatan beton terdiri dari semen Portland Type I Gresik, pasir alam, kerikil/batu pecah, dan air yang diambil dari sumur bersih laboratorium Fakultas Teknik Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta. Tulangan yang digunakan sebagai tulangan pokok 4 ϕ 8 mm dan tulangan sengkang ϕ 6 mm. Sengkang dipasang dengan spasi 100 mm dan tebal selimut beton digunakan 20 mm.

Setelah pengecoran, benda uji dirawat dengan menutup permukaan balok menggunakan karung semen yang telah dibasahi. Setelah satu minggu, bekisting balok dibuka selanjutnya balok dibungkus lagi dengan menggunakan karung semen dan kemudian benda uji balok beton bertulang dibiarkan sampai mencapai umur 28 hari dan siap untuk dilakukan pengujian pembebanan.

4.2. Pelaksanaan Pengujian

Tahapan yang dilaksanakan dalam uji pembebanan terhadap benda uji balok beton bertulang, adalah :

- a. Setiap balok benda uji diberi label nomor dan ditimbang.
- b. Dukungan balok dikondisikan berperilaku sendi dan sendi roll.
- c. Balok diletakkan pada kedua tumpuan dengan jarak antar pusat tumpuan 200 cm.
- d. Baja pengait didisain untuk tempat blok-blok beban dipasang tepat di tengah bentang.
- e. Dialgauge dipasang di sisi atas tengah bentang balok.
- f. Setelah seluruh komponen pendukung terpasang dengan baik, beban diberikan.
- g. Pencatatan lendutan dilakukan tiap 1 jam untuk 6 jam pertama.
- h. Interval pencatatan lendutan diperpanjang 6 jam sehingga lendutan dicatat pada 12 jam setelah pembebanan.
- i. Interval pencatatan lendutan diperpanjang 12 jam sehingga lendutan dicatat pada 24 jam setelah pembebanan.
- j. Penambahan beban dilakukan 1 minggu setelah pembebanan pertama.
- k. Pencatatan lendutan dihentikan setelah 1 minggu dilakukan penambahan beban.

Pengujian kubus untuk memperoleh mutu beton yang digunakan dilakukan setelah kubus beton berumur 28 hari. Sebelum diuji tekan, kubus beton dimensi 15 cm × 15 cm × 15 cm ditimbang dan dipastikan sudah berada pada kondisi kering.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Hasil Pengujian

Hasil pengujian terhadap kubus beton untuk mendapatkan mutu beton yang dipergunakan dalam pembuatan balok benda uji, dicantumkan pada Tabel 5.1. berikut.

Tabel 5.1. Hasil uji tekan kubus beton

No	Kode	Dimensi (cm)	Berat (kg)	Umur (hari)	Kuat Tekan (MPa)
1	I	15 × 15 × 15	7,840	28	16,126
2	II	15 × 15 × 15	7,974	28	18,75
3	III	15 × 15 × 15	7,840	28	19,56

Dari Tabel 5.1. diperoleh kuat tekan rata-rata kubus beton setelah umur 28 hari sebesar 18,15 MPa dan berat rata-rata 7,88 kg sehingga diketahui berat beton per meter kubik sebesar :

$$\frac{7,88}{0,15 \times 0,15 \times 0,15} = 2336,19 \text{ kg/m}^3$$

dan berat sendiri balok beton benda uji :

$$0,08 \times 0,12 \times 2,1 \times 2336,19 = 47,09 \text{ kg}$$

Data hasil pengujian pembebanan dan lendutan yang terjadi sesuai waktu pembebanan pada balok benda uji disajikan pada Tabel 5.2 berikut.

Tabel 5.2. Hasil pengujian pembebanan

No	Beban (kg)	Waktu (menit)	Lendutan (mm)	No	Beban (kg)	Waktu (menit)	Lendutan (mm)
1	183,63	0	0	15	273,18	9007	5,41
2	183,63	60	2,04	16	273,18	9067	6,63
3	183,63	120	2,09	17	273,18	9127	5,68
4	183,63	180	2,1	18	273,18	9187	5,68
5	183,63	240	2,1	19	273,18	9247	5,68
6	183,63	300	2,11	20	273,18	9307	5,69
7	183,63	360	2,11	21	273,18	9667	5,84
8	183,63	720	2,15	22	273,18	10387	6,15
9	183,63	1440	2,22	23	273,18	11827	6,35
10	183,63	2880	2,31	24	273,18	13267	6,69
11	183,63	4320	2,63	25	273,18	14707	7,03
12	183,63	5760	2,65	26	273,18	16147	7,37
13	183,63	7200	2,75	27	273,18	17587	7,53
14	183,63	8640	2,76	28	273,18	19027	7,76

5.2. Pembahasan

5.2.1. Lendutan dan regangan

Metode analisis kekakuan digunakan untuk menentukan hubungan lendutan dan regangan. Pada menit ke-60 diperoleh lendutan $\delta = 2,04 \text{ mm} = 0,204 \text{ cm}$ dan dengan Persamaan (3.1) diperoleh jari-jari kelengkungan dan regangan dan hasil lengkap perhitungan lendutan dan regangan disajikan pada Tabel 5.3.

$$\rho = \frac{L^2}{12 \delta} = \frac{200}{12 \times 0,204} = 16339,87 \text{ cm} \quad \text{dan} \quad \varepsilon = \frac{e}{\rho} = \frac{\frac{1}{2} \times 12}{16339,87} = 0,000367$$

Tabel 5.3. Lendutan dan regangan balok benda uji

No	Beban (kg)	Waktu (menit)	Lendutan ($\times 10^{-1}$ cm)	Regangan (ε)	No	Beban (kg)	Waktu (menit)	Lendutan ($\times 10^{-1}$ cm)	Regangan (ε)
1	183,63	0	0	0	15	273,18	9007	5,41	0,000974
2	183,63	60	2,04	0,000367	16	273,18	9067	6,63	0,001013
3	183,63	120	2,09	0,000376	17	273,18	9127	5,68	0,001013
4	183,63	180	2,1	0,000378	18	273,18	9187	5,68	0,001022
5	183,63	240	2,1	0,000378	19	273,18	9247	5,68	0,001022
6	183,63	300	2,11	0,000380	20	273,18	9307	5,69	0,001022
7	183,63	360	2,11	0,000380	21	273,18	9667	5,84	0,001024
8	183,63	720	2,15	0,000387	22	273,18	10387	6,15	0,001051
9	183,63	1440	2,22	0,000400	23	273,18	11827	6,35	0,001107
10	183,63	2880	2,31	0,000416	24	273,18	13267	6,69	0,001143
11	183,63	4320	2,63	0,000473	25	273,18	14707	7,03	0,001204
12	183,63	5760	2,65	0,000477	26	273,18	16147	7,37	0,001265
13	183,63	7200	2,75	0,000495	27	273,18	17587	7,53	0,001355
14	183,63	8640	2,76	0,000497	28	273,18	19027	7,76	0,001397

5.2.2. Parameter empiris a, b, dan λ

Parameter empiris a, b, dan λ dihitung pada masing-masing tahap pembebanan pertama dan kedua. Untuk tahap pembebanan yang pertama, data waktu pembebanan diubah ke dalam nilai akar waktu dan nilai regangannya ke dalam kecepatan regangan (regangan per satuan waktu). Pada menit ke-60 diperoleh nilai akar waktu sebesar $\sqrt{60} = 7,746$ menit dan besarnya regangan yang bersesuaian dengan waktu tersebut adalah $3,672 \times 10^{-4}$ dan dengan demikian kecepatan regangan sesaat adalah :

$$\frac{\Delta \varepsilon}{\Delta t} = \frac{3,672 \times 10^{-4} - 0}{60 - 0} = 6,12 \times 10^{-6}$$

Perhitungan lengkap terhadap regangan dan waktu selama pembebanan pertama dapat dilihat pada Tabel 5.4. Pasangan data antara kecepatan regangan ($\Delta \varepsilon$) dengan akar waktu sesuai Tabel 5.4 selanjutnya dianalisis menggunakan regresi berpangkat dan hasilnya dicantumkan pada Tabel 5.5.

Tabel 5.4. Kecepatan regangan pada pembebanan pertama

No	Beban (kg)	t	\sqrt{t}	$\Delta\varepsilon/\Delta t$	No	Beban (kg)	t	\sqrt{t}	$\Delta\varepsilon/\Delta t$
1	0	0	0	0	9	183,63	1440	37,947	$2,78 \times 10^{-6}$
2	183,63	60	7,746	$6,12 \times 10^{-6}$	10	183,63	2880	53,666	$1,44 \times 10^{-6}$
3	183,63	120	10,954	$3,14 \times 10^{-6}$	11	183,63	4320	65,727	$1,10 \times 10^{-6}$
4	183,63	180	13,416	$2,10 \times 10^{-6}$	12	183,63	5760	75,895	$8,28 \times 10^{-6}$
5	183,63	240	15,492	$1,58 \times 10^{-6}$	13	183,63	7200	84,853	$6,88 \times 10^{-6}$
6	183,63	300	17,321	$1,27 \times 10^{-6}$	14	183,63	8640	92,952	$5,75 \times 10^{-6}$
7	183,63	360	18,974	$1,06 \times 10^{-6}$	15	183,63	9007	94,589	$5,55 \times 10^{-6}$
8	183,63	720	26,833	$5,38 \times 10^{-6}$					

Tabel 5.5. Regresi kecepatan regangan dan akar waktu pada pembebanan pertama

No	Δt	$\frac{\Delta\varepsilon}{\Delta t}$	$p = \log\left(\frac{\Delta\varepsilon}{\Delta t}\right)$	$q = \log(\sqrt{t})$	$(q - \bar{q})$	$(p - \bar{p})$	$(q - \bar{q})^2$	$(p - \bar{p})^2$	$(q - \bar{q})(p - \bar{p})$	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
1	7,746	$6,12 \times 10^{-6}$	-5,213	0,889	-0,616	1,175	0,379	1,381	-0,724	
2	10,954	$3,14 \times 10^{-6}$	-5,504	1,040	-0,466	0,885	0,217	0,783	-0,412	
3	13,416	$2,10 \times 10^{-6}$	-5,678	1,128	-0,377	0,711	0,142	0,505	-0,268	
4	15,492	$1,58 \times 10^{-6}$	-5,803	1,190	-0,315	0,586	0,099	0,343	-0,185	
5	17,321	$1,27 \times 10^{-6}$	-5,898	1,239	-0,267	0,491	0,071	0,241	-0,131	
6	18,974	$1,06 \times 10^{-6}$	-5,977	1,278	-0,227	0,412	0,052	0,170	-0,093	
7	26,833	$5,38 \times 10^{-6}$	-6,270	1,429	-0,076	0,119	0,006	0,014	-0,009	
8	37,947	$2,78 \times 10^{-6}$	-6,557	1,579	0,074	-0,168	0,005	0,028	-0,012	
9	53,666	$1,44 \times 10^{-6}$	-6,841	1,730	0,225	-0,452	0,050	0,204	-0,102	
10	65,727	$1,10 \times 10^{-6}$	-6,960	1,818	0,313	-0,572	0,098	0,327	-0,179	
11	75,895	$8,28 \times 10^{-6}$	-7,082	1,880	0,375	-0,693	0,141	0,481	-0,260	
12	84,853	$6,88 \times 10^{-6}$	-7,163	1,929	0,424	-0,774	0,179	0,599	-0,328	
13	92,952	$5,75 \times 10^{-6}$	-7,240	1,968	0,463	-0,852	0,215	0,726	-0,395	
14	94,589	$5,55 \times 10^{-6}$	-7,255	1,976	0,471	-0,867	0,222	0,752	-0,408	
Σ			-89,439	21,071				1,876	6,554	-3,505
			$\bar{q} = \frac{21,071}{14} = 1,505$	$\bar{p} = \frac{-89,439}{14} = -6,38$	$R = \frac{-3,505}{1,876 \times 6,554} = -0,999$					
Kemiringan garis regresi $A = R \left(\frac{\sigma p}{\sigma q} \right)^{\frac{1}{2}} = -0,999 \left(\frac{6,554}{1,876} \right)^{\frac{1}{2}} = -1,867$										

Persamaan garis regresi :

$$p = \bar{p} + A(q - \bar{q}) = -6,388 - 1,867(q - 1,505) = -1,867q - 3,578$$

$$\log y = -1,867 \log x - 3,578 \Leftrightarrow 10^{-3,578} = 2,642 \times 10^{-4}$$

$$Y = bx^a = (2,642 \times 10^{-4}) x^{-1,867} \rightarrow b = 2,642 \times 10^{-4} \quad ; \quad a = -1,867$$

Dengan nilai b, A, dan R dari model regresi berpangkat di atas, maka parameter a, b, dan λ dapat dihitung :

$$\Delta\bar{\sigma} = \sigma_1 - \sigma_0 \quad ; \quad \sigma_1 = \frac{M}{W} = \frac{\frac{1}{4} PL}{\frac{1}{6} b h^2} \quad ; \quad \log b = \log_{10}(\Delta\bar{\sigma}\lambda)$$

$$\Delta\bar{\sigma} = 47,82 - 0 = 47,82 \text{ kg/cm}^2 \quad ; \quad \lambda = 10^{-5,2576} = 5,625 \times 10^{-6}$$

$$A = R \frac{\lambda}{b} \rightarrow -1,867 = -0,999 \left(\frac{5,525 \times 10^{-6}}{b} \right)$$

$$b = 2,956 \times 10^{-6}$$

$$a = \frac{\varepsilon}{\Delta\sigma} - b \left[\left(1 - e^{-\left(\frac{\lambda}{b}\right)t} \right) \right]$$

Nilai t ditentukan pada waktu pengambilan data lendutan di menit terakhir, yaitu menit ke 8947 setelah pembebanan pertama dan regangan yang bersesuaian dengan t tersebut adalah $4,968 \times 10^{-4}$ dan dengan $e = 2,7183$, maka diperoleh $a = 7,424 \times 10^{-6}$

Untuk pembebanan kedua langkah-langkah analisis dapat dilakukan dengan cara yang relative sama dengan analisis pada pembebanan pertama dan hasilnya dirangkum pada Tabel 5.6 berikut.

Tabel 5.6. a, b, dan λ dari kedua tahap pembebanan.

Pameter	Pembebanan Pertama	Pembebanan Kedua
Y (log b)	- 3,578	- 3,56
A	- 1,667	- 1,763
R	- 0,999	- 0,999
$\Delta\bar{\sigma}$	47,82	23,32
λ	$5,525 \times 10^{-5}$	$1,811 \times 10^{-5}$
b	$2,955 \times 10^{-5}$	$6,693 \times 10^{-5}$
a	$7,424 \times 10^{-5}$	$3,169 \times 10^{-5}$

5.2.3. Aplikasi model rheologi

Diperolehnya parameter empiris a, b, dan λ , maka nilai regangan (ε) sesuai factor waktu tertentu dapat dihitung dengan Persamaan (3.3). Pada pembacaan $t = 60$ menit atau 0,04166 hari, diperoleh nilai regangan (ε) sebesar $\varepsilon = 3,656 \times 10^{-4}$. Nilai regangan (ε) dari hasil uji pembebanan adalah $\varepsilon = 3,672 \times 10^{-4}$.

Nilai regangan (ε) prediksi rheologi di atas selanjutnya dikonversi ke dalam nilai lendutan dengan metode kekakuan sesuai Persamaan (3.1) dan (3.2) :

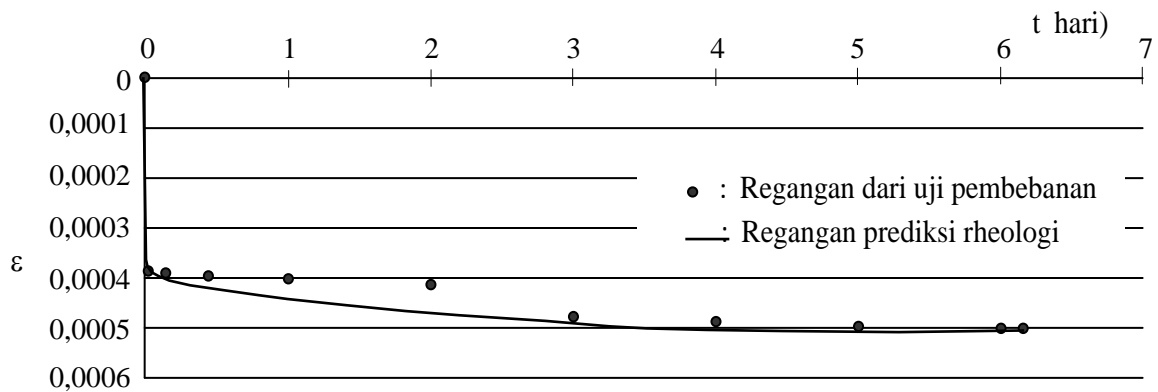
$$\varepsilon = \frac{e}{\rho} = 3,656 \times 10^{-4} = \frac{6 \text{ cm}}{\rho}$$

$$\rho = 16411,15715 \text{ cm}$$

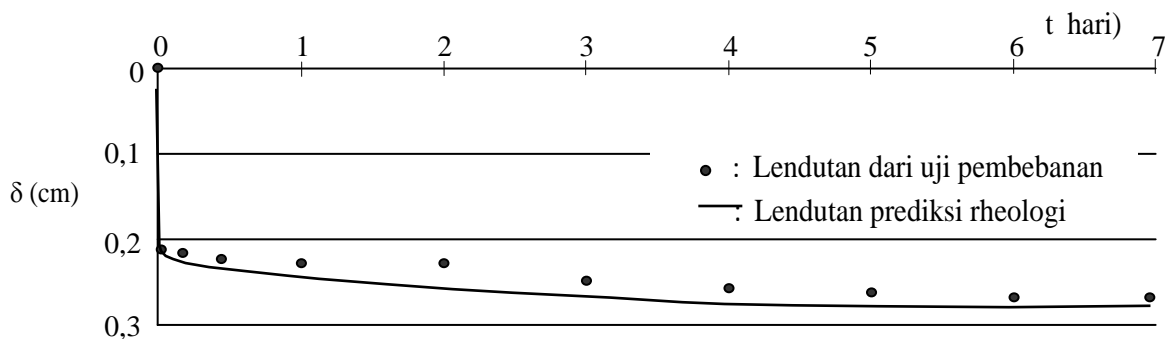
$$\rho = \frac{L^2}{12 \delta}$$

$$16411,15715 \text{ cm} = \frac{200^2}{12 \delta} \rightarrow \delta = 0,203 \text{ cm}$$

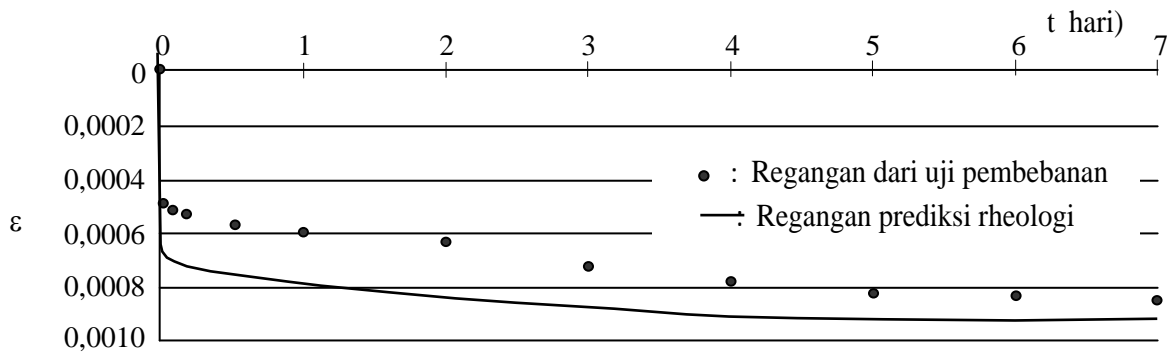
Untuk pembebanan tahap kedua, parameter empiris a , b , dan λ ditentukan dengan cara yang sama, selanjutnya analisis nilai regangan ε dilakukan untuk setiap harga t pada pembebanan tahap pertama dan kedua dan nilainya dikonversi menjadi nilai lendutan dengan metode yang sama dengan yang telah diuraikan. Hasil analisis selanjutnya disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 5.1 sampai dengan 5.4. Grafik pada Gambar 5.5 dan 5.6 adalah grafik gabungan dari pembebanan tahap pertama dan kedua.



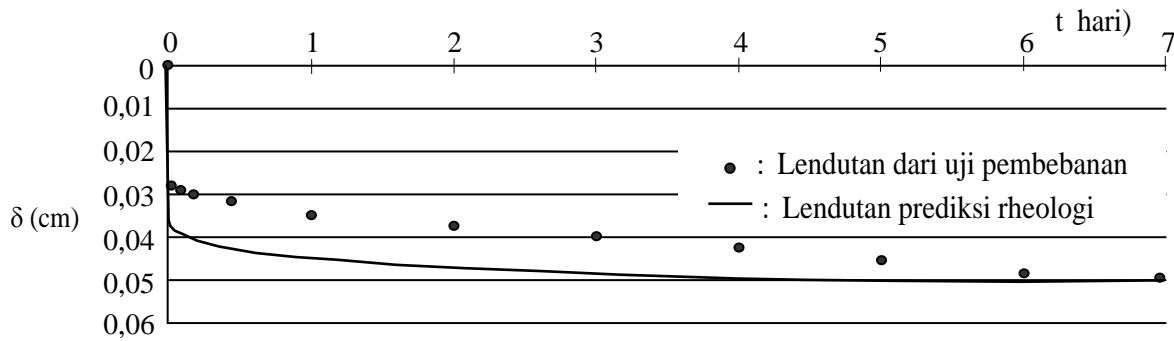
Gambar 5.1. Grafik regangan perkiraan model rheologi pada pembebanan pertama



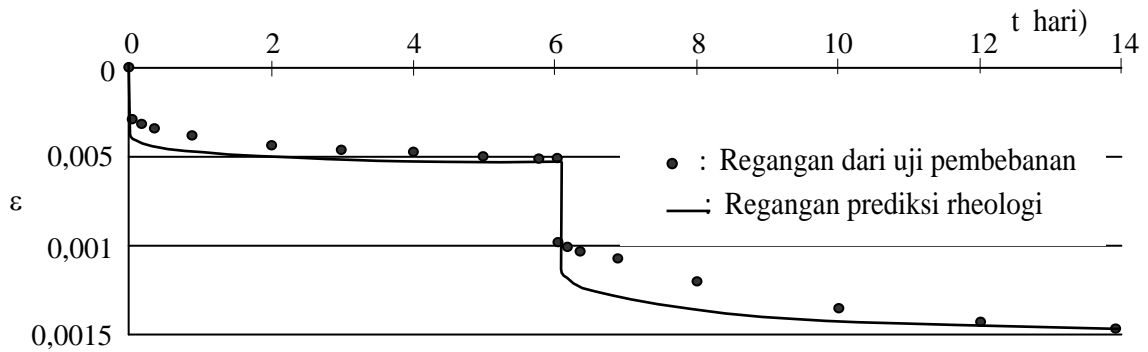
Gambar 5.2. Grafik Lendutan perkiraan model rheologi pada pembebanan pertama



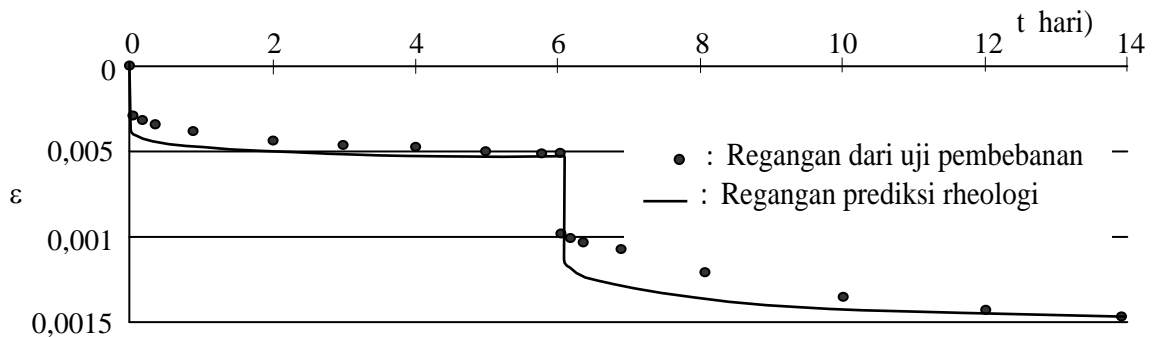
Gambar 5.3. Grafik regangan perkiraan model rheologi pada pembebanan kedua



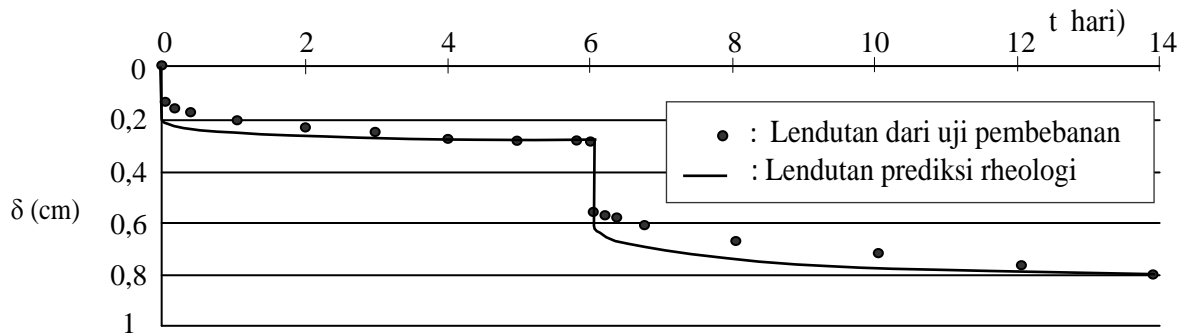
Gambar 5.4. Grafik lendutan perkiraan model rheologi pada pembebanan kedua



Gambar 5.5. Total regangan perkiraan model rheologi



Gambar 5.6. Total regangan perkiraan model rheologi



Gambar 5.7. Total lendutan perkiraan model rheologi

Jika parameter empiris a , b , dan λ yang diperoleh sesuai analisis pembebanan tahap pertama digunakan memprediksi lendutan yang akan terjadi pada pembebanan kedua, hasilnya dapat dilihat pada grafik Gambar 5.7. Dari grafik tampak, parameter empiris a , b , dan λ pada tahap pembebanan pertama tidak dapat digunakan memprediksi lendutan pada tahap pembebanan kedua. Parameter empiris a , b , dan λ yang diperoleh hanya dapat memprediksi lendutan yang terjadi ketika besar tegangan yang digunakan pada saat analisis dalam model rheologi sesuai dengan besar tegangan yang menyebabkan lendutan tersebut dalam keadaan yang sebenarnya. Hal tersebut disebabkan $\Delta\bar{\sigma}$ dan ordinat $y = \log_{10}(\Delta\bar{\sigma}\lambda)$ dianalisis sesuai beban tertentu pada pembebanan tahap pertama yang menghasilkan tegangan tertentu sehingga parameter a , b , dan λ dipengaruhi oleh tegangan tersebut. Penambahan beban pada balok memberikan perubahan tegangan, sehingga untuk memperkirakan besar lendutan yang terjadi berdasar penambahan tegangan, parameter a , b , dan λ harus dihitung kembali sesuai tegangan tersebut seperti pada grafik Gambar 5.3.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

- Model rheologi Gibson R.E dan Lo. K.Y dapat dipergunakan untuk memperkirakan besarnya lendutan jangka panjang.
- Parameter-parameter a , b , dan λ , berdasar beban dan tegangan tertentu hanya dapat digunakan untuk menganalisa regangan yang mengalami tegangan yang sama dengan tegangan yang digunakan untuk menghitung parameter a , b , dan λ tersebut.

- c. Pada balok beton bertulang, nilai koefisien korelasi R antara data kecepatan regangan dengan akar waktu yang digunakan dalam analisa untuk menghitung parameter empiris b, besarnya sama untuk pembebanan pertama dan kedua, yaitu sebesar 0,999.

6.2. Saran

Dialgauge pada pengujian lendutan dari balok beton bertulang perlu diperhatikan agar tidak terganggu dengan getaran yang terjadi di sekitar lokasi pengujian. Selain penempatan dialgauge, perlu diperhatikan agar pemberian tambahan beban dilakukan sebaik-baiknya dan terhindar dari efek getar dan kejut sehingga besarnya lendutan yang tercatat benar-benar hanya ditimbulkan oleh beban yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Gere, J.M., & Timoshenko, S.P., 2000, *Mekanika Bahan*, Edisi keempat jilid 1, Penerbit Erlangga, Yogyakarta.
- Harianja, J.A., *Diktat Kuliah Analisa Struktur IV*, Universitas Kristen Immanuel, Yogyakarta, (Tidak dipublikasikan)
- McCormac, J.C., 2003, *Desain Beton Bertulang*, Edisi kelima, Jilid 1, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- \Purwantana, B., -----, *Dasar-dasar Rheologi*, bahan pertanian, <http://www.bangbangpurwan.tana.staff.ugm.Sc.id>, pengetahuan bahan.
- Soewarno, 1995, *Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*, Jilid 2, Penerbit Nova, Bandung.
- Sudarmadji Ibnu, 1996, *Analisa Perkiraan Pola Penurunan Pada Tanah Gambut dengan Model Rheologi*, Jurnal Teknisia, Volume III, No.9.
- Surdia, T., & Shinroku, S., 2005, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Penerbit Prandnya Paramita.
- Vis, W.C., & Kusuma, G., 1993, *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang*, Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta.