

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan pesatnya pembangunan dewasa ini, kemajuan pengetahuan dan teknologi di bidang konstruksi mempunyai peranan yang vital untuk lebih memperhatikan standar mutu serta produktivitas kerja. Hal tersebut dilakukan untuk dapat berperan serta dalam meningkatkan sebuah pembangunan konstruksi dengan lebih berkualitas. Sehingga diperlukan suatu bahan bangunan yang memiliki keunggulan yang lebih baik dibandingkan bahan bangunan yang sudah ada selama ini. Selain itu bahan tersebut harus memiliki beberapa keuntungan seperti bentuk yang dapat menyesuaikan dengan kebutuhan, spesifikasi teknis dan daya tahan yang kuat, kecepatan pelaksanaan konstruksi serta ramah lingkungan.

Di Indonesia merupakan daerah rawan gempa yang sebagian besar bangunan rumah sederhananya terbuat dari dinding batu bata yang ternyata tidak tahan terhadap gempa. Untuk itu perlu dikembangkan perumahan rakyat yang lebih tahan gempa, sehingga perlu dicari suatu struktur yang kuat, lentur, ringan, murah serta harus rentan terhadap pengaruh lingkungan lainnya, seperti tahan angin dan api. Alternatif yang ada saat ini adalah dengan bahan dari baja dan beton yang relatif lebih ringan dan lentur, tetapi sayangnya terlalu mahal bagi perumahan rakyat. Sehingga sering ditemukannya perumahan rakyat berbahan dasar kayu atau bambu untuk menyiasati mahalnya harga baja dan beton.

Kerusakan yang terjadi akibat gempa pada rumah rakyat dengan bahan dari kayu atau bambu relatif lebih kecil bila dibandingkan dengan rumah yang dindingnya terbuat dari batu bata. Dimana rumah rakyat tersebut memakai dinding papan kayu atau anyaman bambu atau yang lebih dikenal dengan dinding gedek. Dinding gedek ini mempunyai kelebihan dan kelemahan, antara lain tidak tahan terhadap api dan angin karna terlalu ringan dan juga privasinya yang kurang dan tidak kedap cahaya. Tetapi dinding gedek ini memiliki kelebihan yaitu mempunyai kuat lentur yang cukup tinggi, ringan, murah dan mempunyai tekstur yang menarik untuk diekspos.

Melihat kelebihan dan kekurangan tersebut perlu dilakukan usaha mengatasi kekurangan yang ada agar dinding gedek ini diminati oleh masyarakat. Untuk

mengembangkan sifat dari dinding gedek tersebut timbul gagasan untuk membuat panel lapis gedek yang terdiri dari dua lapis dan bagian tengahnya diisi oleh spesi sebagai bahan kedap suara, tahan api dan tidak tembus pandang. Sehingga dipilihlah beton sebagai pengisi untuk mengatasi kekurangan yang ada tersebut.

Hampir sebagian besar gedung-gedung, perumahan dan sarana infrastruktur di daerah kota menggunakan beton sebagai bahan dasar dari bangunan mereka. Penggunaan beton dilakukan dalam rangka menghemat pengeluaran dalam suatu proses konstruksi. Selain harganya yang terjangkau beton juga memiliki kuat tekan yang tinggi. Rasa tertarik pada penggunaan beton ini, akhirnya menimbulkan banyaknya jenis dari beton itu sendiri. Salah satu yang dikenal adalah beton ringan (*lightweight concrete*).

Beton aerasi adalah salah satu jenis beton ringan yang ada saat ini, berasal dari campuran antara semen, agregat halus, air, dan busa. Tujuan dari pemberian busa adalah untuk memberikan rongga-rongga udara yang dapat menimbulkan pori-pori halus pada beton yang dihasilkan. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah material atau bahan yang dapat menciptakan busa tersebut. Namun penambahan bahan tersebut perlu juga dipertimbangkan dari segi lingkungan. Dalam hal ini diperlukan suatu bahan yang dapat diperbaharui agar keberadaannya di alam tidak mudah punah. Maka dipilihlah lerak yang lebih dikenal masyarakat sebagai penghasil deterjen tradisional.

Pemilihan lerak juga dimaksudkan untuk lebih mempopulerkan keberadaannya. Bukan hanya bermanfaat dalam pembuatan deterjen tetapi juga busanya dapat dimanfaatkan dalam dunia konstruksi, khususnya dalam pembuatan beton ringan. Lerak sendiri dapat menghasilkan busa yang tidak mudah menyusut dibandingkan dengan busa deterjen lainnya. Sehingga busa lerak inilah yang akan dimanfaatkan untuk menghasilkan pori-pori halus pada beton ringan.

Sebelum dikembangkan lebih lanjut elemen untuk rumah, panel ini perlu diuji kekuatannya dalam memikul beban. Pengujian tersebut meliputi pengujian lentur dan geser dengan dua variasi yang berbeda, yaitu dengan memvariasikan penambahan busa lerak dan tulangan gedek dengan ketebalan panel yang sama. Pada penelitian ini hanya akan membahas tentang berat dan kekuatan lentur pada panel lapis gedek dengan adanya variasi penambahan busa lerak akibat dari perilaku lentur dari dua material

komposit yang berbeda. Dengan adanya beban lentur pada struktur maka pada bagian atas dan bawah dari struktur akan mengalami pemanjangan dan pemendekan.

1.2. Rumusan Masalah

Dari uraian diatas dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh penambahan busa lerak terhadap berat pada panel lapis gedek?
2. Bagaimana pengaruh penambahan busa lerak terhadap kekuatan lentur pada panel lapis gedek?
3. Bagaimana pengaruh interaksi jumlah lapisan gedek dan penambahan busa lerak terhadap kekuatan lentur pada panel lapis gedek?

1.3. Pembatasan Masalah

Untuk memperjelas dan memfokuskan lingkup pembahasan masalah, maka diberikan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Penelitian hanya dilakukan di laboratorium Bahan dan Konstruksi, Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang.
2. Gedek dari pasaran yang ada di Malang.
3. Tidak dilakukan pengujian khusus terhadap bambu.
4. Pengujian dilakukan dengan menggunakan beban terpusat pada tengah panel.
5. Hanya meninjau kuat lentur di lapangan saja.
6. Tidak dilakukan perhitungan kuat lentur secara teoritis.
7. Evaluasi kekuatan lentur pada umur 28 hari.
8. Perencanaan campuran yang dibuat berdasarkan perbandingan volume antara semen dengan pasir yaitu 1 : 3.
9. Jenis tumpuan adalah sendi – rol.
10. Benda uji untuk tiap variasi berjumlah masing-masing 3 buah.
11. Panel tidak menggunakan tulangan baja tetapi menggunakan kawat dengan diameter 1 mm sebagai penghubung geser (*shear connector*).
12. Kawat penghubung geser (*shear connector*) berjumlah 6 buah dengan jarak dibuat konstan.

13. Untuk kawat penghubung geser (*shear connector*) tidak dibahas dalam perhitungan.
14. Tidak dilakukan perawatan terhadap benda uji.
15. Pengaruh lingkungan dianggap sama pada semua perlakuan.
16. Tidak membahas reaksi dan analisis kimia dari busa lerak dan beton ringan.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan busa lerak terhadap berat pada panel lapis gedek.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan busa lerak terhadap kekuatan lentur pada panel lapis gedek.
3. Untuk mengetahui pengaruh interaksi jumlah lapisan gedek dan penambahan busa lerak terhadap kekuatan lentur pada panel lapis gedek.

1.5. Kegunaan Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan alternatif bahan bangunan yang baik dan cukup tersedia di pasaran serta mudah dibudidayakan oleh masyarakat. Tidak kalah pentingnya bahwa bahan bangunan itu cukup baik kekuatannya, keindahannya dan biayanya dapat bersaing dengan produk lain.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bambu

Bambu merupakan bahan konstruksi yang banyak dimanfaatkan sebagai komponen bangunan seperti tiang, atap, tangga, dinding, meja, kursi dan masih banyak lagi manfaat yang lain. Bambu dapat tumbuh dengan cepat dan mempunyai ketahanan yang luar biasa. Di dunia terdapat lebih dari 1250 spesies bambu dan sebanyak 80% dari keseluruhan spesies bambu dunia tersebut terdapat di Asia Selatan dan Asia Tenggara (Sharma, 1987).

Bambu termasuk famili rumput-rumputan yang banyak terdapat di daerah tropis dan sub-tropis di Asia termasuk Indonesia. Secara umum ada 40 - 70% serat terkonsentrasi di bagian luar dan 15 - 30% di bagian dalam batang. Serat-serat tersebut terarah sepanjang sumbu batang dengan diameter 0,3 - 0,7 mm tergantung pada spesies dan lokasinya pada tampang melintang. Pada ruas, serat-serat ini saling bertautan dan sebagian masuk diafragma dan cabang-cabang. Sebagai akibat dari diskontinu ini, ruas pada umumnya merupakan titik terlemah dari batang bambu (Ghavami, 1988).

Bambu mempunyai ruas dan berwarna kuning jernih atau hijau tua dan berbintik putih pada pangkalnya, berserat dengan permukaan yang mengkilap. Bambu yang sudah direndam dalam air harus berwarna pucat (tidak kuning, hijau atau hitam) dan berbau asam yang khas. Sedangkan bila dibelah dibagian dalam ruas tidak boleh terdapat rambut yang justru terdapat dalam bambu yang belum direndam.

Bambu untuk pelupuh dan barang anyaman seperti bilik, sesek, gedek dan lain-lain harus telah direndam dengan baik. Barang anyaman yang tahan lama harus terbuat dari bambu jenis yang terbaik, dengan garis tengah minimum 4 cm dan harus terbuat dari bagian kulit bambu. Yang termasuk jenis bambu yang tahan lama adalah :

1. Bambu tali (apus) : amat liat (rapuh), ruasnya panjang dan mempunyai garis tengah sekitar 4 - 8 cm, panjang batang berkisar 6 - 13 m.
2. Bambu petung : amat kuat, ruasnya pendek-pendek, tidak begitu liat (rapuh), garis tengah sekitar 8 - 13 cm, panjang batang berkisar 13 - 18 m.
3. Bambu duri : kuat dan besar seperti bambu petung, ruasnya juga pendek-pendek, bagian luar halus dan licin daripada bambu lainnya serta keras.

4. Bambu wulung (bambu hitam) : ruasnya panjang-panjang seperti bambu tali akan tetapi tidak liat (rapuh), garis tengah sekitar 4 - 8 cm, panjang batang berkisar 7 - 15 m.

Bambu tanpa pengawetan hanya dapat bertahan kurang dari 1 - 3 tahun jika langsung berhubungan dengan tanah dan tidak terlindung terhadap cuaca. Bambu yang terlindung terhadap cuaca dapat bertahan lebih dari 4 - 7 tahun. Tetapi untuk lingkungan yang ideal, sebagai rangka, bambu dapat bertahan lebih dari 10 - 15 tahun. Dengan demikian untuk bambu yang diawetkan akan dapat bertahan lebih dari 15 tahun (Liese, 1980).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan Janssen (1987), Ghavami (1990), serta Morisco & Mardjono (1996) menunjukkan bahwa bambu dapat dijadikan sebagai alternatif tulangan beton untuk menggantikan baja. Hal ini didorong oleh suatu hasil pengujian tentang sifat mekanis bambu yang memiliki nilai kekuatan tarik (tegangan patah untuk tarikan) sebesar 1000 - 4000 kg/cm² yang setara dengan baja berkualitas sedang. Dari beberapa penelitian mengenai bambu diketahui hal-hal sebagai berikut (Rudi Prasetyo, 2002) :

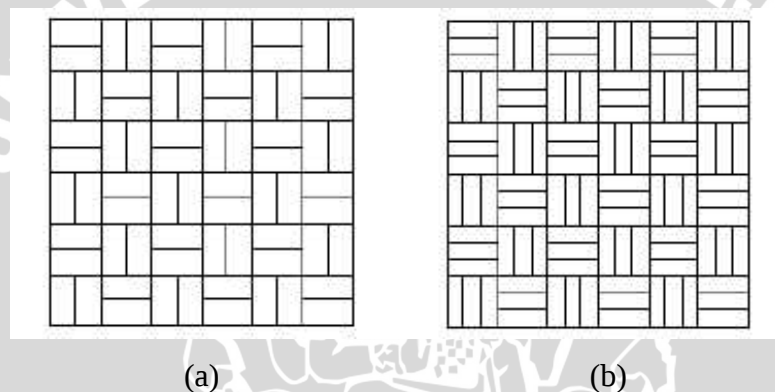
1. Modulus elastisitas bambu pada kondisi kering udara adalah berkisar antara 17000 - 20000 N/mm². Sedangkan pada kondisi basah antara 9000 - 10000 N/mm².
2. Kuat tekan searah serat pada bambu bagian pangkal sebesar 21,6 N/mm², pada bagian tengah sebesar 26,6 - 41,4 N/mm² dan pada bagian ujung sebesar 31 - 49,9 N/mm².
3. Kuat geser pada bambu bagian pangkal sebesar 6 - 9,5 N/mm², pada bagian tengah sebesar 6,1 - 11,3 N/mm² dan pada bagian ujung sebesar 7,6 - 12,6 N/mm².

Disamping keuntungan-keuntungan seperti yang tersebut diatas, bambu juga memiliki kekurangan-kekurangan, antara lain mudah terbelah, mudah terbakar, peka terhadap rayap dan bubuk, dan rongga-rongga merupakan hunian yang baik bagi tikus. Akan tetapi jika kekurangan tersebut dapat diatasi secara konstruktif maka bambu merupakan bahan bangunan bagi pembangunan biologis dan pembuatan perumahan sederhana (Frick, 1988).

2.2. Gedek (Anyaman Bambu)

Gedek (anyaman bambu) diperoleh dari bambu yang sudah dibelah dan dianyam. Lembaran gedek memiliki ukuran yang bervariasi dan tergantung pada pengrajin yang membuat. Ukuran dari serat bambu berkisar antara 2 - 3 cm. Pemotongan serat bambu ini disesuaikan dengan lingkaran atau keliling batang bambu juga ketebalan dari bambu bagian luar hingga bagian dalam. Semakin besar keliling batang bambu dan semakin tebal batang bambu itu maka serat bambu yang dihasilkan akan semakin dapat divariasikan (Dransfield & Widjaja, 1995).

Terdapat berbagai jenis gedek yang biasa dan umum dipakai masyarakat. Jenis ini dibedakan berdasarkan cara menganyamnya. Jenis tersebut diantaranya adalah seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.1 Jenis-jenis gedek (anyaman bambu)

Berbagai jenis gedek tersebut dapat digunakan sebagai bahan untuk membuat panel lapis gedek. Tetapi harus memenuhi beberapa syarat, diantaranya :

1. Tidak memiliki lubang yang berlebihan agar saat diberi spesi air tidak keluar.
2. Anyaman tidak mudah lepas.
3. Anyaman terkesan artistik dan menarik.

2.3. Beton Ringan

2.3.1. Deskripsi

Beton ringan adalah beton yang memiliki berat jenis (*density*) lebih ringan daripada beton pada umumnya. Tidak seperti beton biasa, berat beton ringan dapat diatur sesuai kebutuhan. Pada umumnya berat beton ringan berkisar antara 600 - 1600 kg/m³. Karena itu keunggulan beton ringan utamanya ada pada berat, sehingga apabila digunakan pada proyek bangunan tinggi (*high rise building*) akan dapat secara

signifikan mengurangi berat sendiri bangunan, yang selanjutnya berdampak kepada perhitungan pondasi.

Secara garis besar bila diringkas pembagian penggunaan beton ringan dapat dibagi tiga, yaitu (Tjokrodimuljo, 1996) :

1. Untuk nonstruktur dengan berat jenis antara 240 - 800 kg/m³ dan kuat tekan antara 0,35 - 7 MPa yang umumnya digunakan seperti untuk dinding pemisah atau dinding isolasi.
2. Untuk struktur ringan dengan berat jenis antara 800 - 1400 kg/m³ dan kuat tekan antara 7 - 17 MPa yang umumnya digunakan untuk dinding yang memikul beban.
3. Untuk struktur dengan berat jenis antara 1400 - 1800 kg/m³ dan kuat tekan lebih dari 17 MPa yang dapat digunakan sebagaimana beton normal.

Ada banyak cara yang dilakukan untuk menghasilkan beton ringan. Tetapi ini semua tergantung adanya rongga udara dalam agregat, pembentukan rongga udara dalam beton dengan menghilangkan agregat halus atau pembentukan rongga udara dalam pasta semen dengan menambahkan beberapa bahan yang menyebabkan busa. Pada beberapa jenis beton ringan, kedua cara tersebut dapat dikombinasikan (Murdock & Brook, 1979). Di bawah ini akan dijelaskan macam-macam beton ringan berdasarkan bahan pembentuknya.

2.3.1.1. Beton Ringan dengan Agregat Ringan

Berat jenis beton dengan agregat ringan yang kering udara sangat bervariasi, tergantung pada pemilihan agregatnya, apakah menggunakan pasir alam atau agregat pecah yang ringan dan halus. Batas maksimum dari berat jenis beton ringan adalah 1850 kg/m³ walau kadang-kadang dapat melebihi. Pada umumnya berat jenis yang lebih ringan dapat dicapai jika berat beton diperkecil yang berpengaruh pada menurunnya kekuatan beton tersebut.

Dalam kasus beton yang menggunakan agregat ringan ada dua cara yang dilakukan untuk memperoleh kekuatan yang lebih tinggi, yang pertama adalah dengan sedikit memperbanyak kadar semen dalam campuran, dan yang kedua adalah dengan mempergunakan pasir alam sebagai ganti butiran halus yang ringan. Berikut ini adalah jenis-jenis beton ringan dengan agregat ringan :

1. Beton Ringan dengan “*Clinker*” dan “*Breeze*”

Agregat yang dikenal dengan nama *clinker* dan *breeze* telah digunakan selama bertahun-tahun dalam memproduksi blok dan plat untuk partisi dalam tembok interior lainnya. *Clinker* adalah bahan yang dibakar sempurna dan massanya mengeras dan berinti serta terisi sedikit bahan yang mudah terbakar. Sedang *breeze* adalah bahan residu yang kurang keras dan kurang baik pembakarannya, dan oleh karenanya berisi bahan yang mudah terbakar. Sumber utama dari agregat *clinker* adalah stasiun pembangkit listrik.

2. Beton Ringan dengan Batu Apung

Batu apung merupakan agregat alamiah yang ringan serta umum penggunaannya. Beton ringan yang menggunakan batu apung memiliki berat jenis antara 720 - 1440 kg/m³ dan kuat tekan 2 - 14 kN/mm².

3. Beton Ringan dengan Busa Arang (*Foamed Slag*)

Busa arang dibuat dengan pemadaman arang dari dapur letus yang diproduksi oleh pabrik besi kasar. Busa arang dapat dianggap memuaskan jika memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a) Bebas dari kontaminasi oleh bahan-bahan yang tidak bersih maupun arang yang dingin di udara bebas.
- b) Bebas dari kotoran yang mudah menguap seperti sisa arang atau batu bara.
- c) Bebas dari kelebihan sulfat yang ada.

2.3.1.2. Beton Ringan dengan Bahan-Bahan yang Mengembang

Tanah liat dan batu tulis yang terjadi secara alamiah dapat dipergunakan untuk menghasilkan bahan berpori yang ringan dengan pola permukaan berbentuk sel-sel dengan penanganan yang memadai dan pemanasan sampai pada suhu sekitar 10000 - 12000°C. Bahan dengan karakteristik serupa dapat pula diperoleh dari tepung abu bakar atau *fly ash* yaitu residu dari pembakaran tepung batu bata pada stasiun pembangkit tenaga. Setelah dipecah dan disaring menurut ukuran yang dikehendaki, bahan yang diproses ini membentuk agregat ringan. Karena agregat ringan ini sangat tidak kedap air, maka penyerapan airnya pun besar sehingga mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap isolasi suhu, penyusutan, dan rayapan pada beton yang dihasilkan dengan agregat ini. Berikut ini adalah jenis-jenis beton ringan dengan bahan-bahan yang mengembang :

1. Beton Ringan Tanpa Butiran Halus

Beton tanpa butiran halus ini dibuat hanya dari campuran semen dan agregat kasar. Agregat halus dihilangkan agar meninggalkan suatu rongga yang merata pada keseluruhan massa.

2. Beton Ringan dari Adukan Semen yang dicampuri Udara (Beton Aerasi)

Beton ringan yang dibuat dari adukan semen yang dicampuri udara dibuat dengan memasukkan udara atau gas yang dibentuk secara khusus kedalam bubur semen sehingga setelah mengeras beton yang dihasilkan berpori atau memiliki pola struktur sel. Bubur ini biasanya terdiri atas campuran semen dan bahan silika seperti pasir dan tepung abu bakar. Ada dua cara utama dalam pembentukan beton jenis ini, yaitu :

- a) Penambahan bubuk aluminium atau seng yang dikombinasikan dengan kapur dalam semen untuk membangkitkan gas hidrogen. Dalam beberapa menit gas hidrogen mulai terjadi secara perlahan dan bubur semen akan naik. Proses pengembangan bubur ini terjadi selama sekitar satu jam. Bubur kemudian mengeras membentuk suatu bahan yang terdiri dari sejumlah besar gelembung yang tertutup lubangnya dan dikelilingi oleh adukan semen yang mengeras. Berat jenis dari beton yang dihasilkan tergantung pada kuantitas bubuk metal yang digunakan, suhu dan waktu pabrikasinya. Berat jenis dari beton jenis ini adalah $550 - 950 \text{ kg/m}^3$.
- b) Mempergunakan bahan yang menimbulkan busa seperti *resin soap* atau damar sabun. Bahan untuk membuat busa ini dicampur dengan semen, pasir, dan air. Proses pemasukan udaranya dicapai dengan cara memutarnya dalam alat campur yang berkecepatan tinggi atau diputar dengan mempergunakan alat penghasil busa sehingga keluar busanya. Kemudian busa ini dicampurkan kedalam bubur semen dengan mesin pencampur beton. Cara ini menghasilkan beton ringan dengan berat jenis yang lebih rata jika pembentukan busanya dikontrol dengan hati-hati. Berat jenis dari beton ringan jenis ini dapat dibuat serendah mungkin misalnya 320 kg/m^3 .

Secara ekonomi harga beton ringan per m^3 bisa mencapai sekitar 20% lebih mahal bila dibandingkan dengan harga beton normal. Hal ini disebabkan oleh konsumsi semen *portland* yang lebih banyak untuk mencapai kekuatan yang sama. Namun bila

ditinjau dari harga keseluruhan konstruksi, penggunaan beton ringan ini akan lebih murah karena dengan lebih rendahnya berat isi maka beban mati akan kecil sehingga akan mengurangi dimensi penampang maupun pembesian. Begitu pula harga pengerjaan maupun pencetakan akan lebih murah dan tentunya sampai pada dimensi kolom maupun pondasi yang juga menjadi lebih kecil (Robinson, *et al.*, 1993; McGregor, 1997).

2.3.2. Penelitian Pendahuluan

Sebelumnya telah dilakukan penelitian pendahuluan untuk mengetahui rancangan campuran beton yang baik dan sesuai. Menggunakan benda uji berbentuk kubus ukuran (5 × 5 × 5) cm dengan menggunakan perbandingan antara semen dan pasir sebesar 1 : 3 dengan variasi kadar air dan kadar busa lerak. Dari penelitian pendahuluan ini didapatkan hasil berupa berat isi dan tegangan seperti pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Berat Isi dan Tegangan pada Beton Ringan Menggunakan Lerak

Busa (cc)	Air (cc)	Berat isi (gr/cm ³)	Tegangan (N/mm ²)
100	40		
	50	1,56	3,56
	60	1,42	3,54
200	40	1,37	3,32
	50	1,18	3,22
	60	1,14	2,16
300	40	1,17	1,82
	50	1,11	1,40
	60		

Sumber : Penelitian pendahuluan

Dari hasil penelitian pendahuluan ini dapat diambil komposisi kadar air 50 cc dan variasi kadar busa lerak 100, 200, dan 300 cc yang menghasilkan berat isi dan tegangan yang cukup optimum. Sehingga komposisi inilah yang akan digunakan sebagai acuan untuk melakukan penelitian ini.

2.4. Lerak

Lerak (*Sapindus rarak* / *Sapindus rarak De Candole* / *Sapindus Mukorossi*) juga dikenal sebagai werek (dalam Bahasa Jawa), rerek (dalam Bahasa Sunda), lamuran, kelerak atau orang-orang barat lebih cenderung mengkategorikannya sebagai *soapnuts*. Tumbuhan lerak berbentuk pohon dan rata-rata memiliki tinggi 10 meter walaupun bisa mencapai 42 meter dengan diameter 1 meter, karenanya pohon lerak besar dengan kualitas kayu yang setara kayu jati banyak ditebang karena memiliki nilai ekonomis. Bentuk daunnya bulat-telur berujung runcing, bertepi rata, bertangkai pendek dan berwarna hijau. Biji terbungkus kulit cukup keras bulat seperti kelereng, kalau sudah masak warnanya coklat kehitaman, permukaan buah licin dan mengkilat.



Gambar 2.2 Buah lerak

Sumber : Plantus (2008)

Pengujian secara kualitatif senyawa yang terdapat pada daging buah diantaranya adalah triterpen, alkaloid, steroid, antraknon, tanin, fenol, flavonoid, dan minyak atsiri (Sunaryadi, 1999). Kulit buah, biji, kulit batang dan daun lerak mengandung saponin dan flavonoid, sedangkan kulit buah juga mengandung alkaloida dan polifenol. Kulit batang dan daun tanaman lerak mengandung tanin. Senyawa aktif yang telah diketahui dari buah lerak adalah senyawa-senyawa dari golongan saponin dan sesquiterpen (Wina *et al.*, 2005).

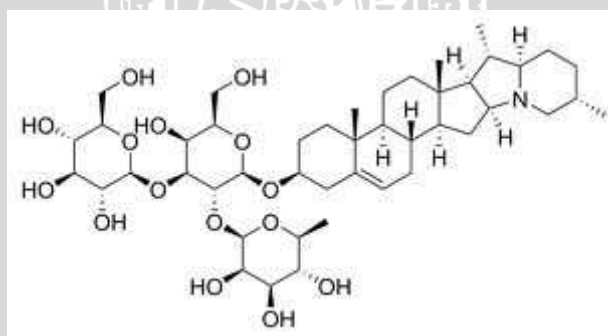
Tabel 2.2 Persentase Senyawa Aktif pada Lerak

No	Senyawa Aktif	Persentase (%)
1	Saponin	12
2	Alkaloid	1
3	Ateroid	0,036
4	Triterpen	0,029

Sumber : Yanti (2009)

Buah lerak banyak terdapat di Pulau Jawa dan lazim dipakai oleh masyarakat sebagai bahan pencuci kain batik dan perhiasan emas. Saponin inilah yang menghasilkan busa dan berfungsi sebagai bahan pencuci, dan dapat pula dimanfaatkan sebagai pembersih berbagai peralatan dapur, lantai, bahkan memandikan dan membersihkan binatang peliharaan. Kandungan racun biji lerak juga berpotensi sebagai insektisida. Kulit buah lerak dapat digunakan sebagai wajah untuk mengurangi jerawat dan kudis. Saponin sangat efektif juga lembut dan ramah lingkungan. Karena kelembutannya, saponin mempertahankan warna dan struktur kain yang berharga lebih lama dari deterjen biasa atau sabun apapun. Saponin dapat disebut sebagai salah satu alternatif sabun terbaik dari alam.

Saponin adalah senyawa yang dapat menyebabkan timbulnya busa yang dapat bertahan lama ketika bahan tumbuhan tersebut direbus dalam air dan kemudian dikocok. Kemampuan pembusaan rebusan air dari bahan tumbuhan dan ekstraknya diukur dengan istilah indeks pembusaan. Berdasarkan struktur kimianya, saponin dikelompokkan menjadi tiga kelas utama yaitu kelas steroid, kelas steroid alkaloid, dan kelas triterpenoid (Wallace *et al.*, 2002). Saponin yang merupakan suatu glikosida banyak terdapat pada beberapa tanaman. Saponin ada pada seluruh tanaman dengan konsentrasi tinggi pada bagian-bagian tertentu, dan dipengaruhi oleh varietas dan tahap pertumbuhan.



Gambar 2.3 Struktur kimia saponin

Sumber : Dharmananda (2006)

Sifat-sifat saponin adalah sebagai berikut (Robinson, 1995) :

1. Mempunyai rasa pahit.
2. Dalam larutan air membentuk busa yang stabil.
3. Mempunyai sifat *detergen* yang baik.
4. Mempunyai aktivitas hemolisis (merusak sel darah merah).

5. Merupakan racun kuat untuk ikan, amfibi, dan binatang berdarah dingin, tetapi tidak beracun bagi binatang berdarah panas.
6. Membentuk persenyawaan dengan kolesterol dan hidroksisteroid lainnya.
7. Mempunyai sifat anti eksudatif dan mempunyai sifat anti inflamatori.
8. Sulit untuk dimurnikan dan diidentifikasi.
9. Berat molekul relatif tinggi, dan analisis hanya menghasilkan formula empiris yang mendekati.

Pemanfaatan lerak dalam jangka waktu tertentu akan memberikan andil yang cukup besar dalam usaha pelestarian alam. Penggunaan bahan dari alam akan memberikan pemahaman bahwa masih banyak manfaat potensial dari alam. Sehingga alam selayaknya perlu digali dan diteliti lebih lanjut untuk kemaslahatan umat.

2.5. Panel Lapis Gedek

Panel lapis gedek adalah panel yang dibuat dari dua lapis gedek (anyaman bambu) yang tengahnya diberi spesi. Fungsi dari lapisan gedek adalah untuk menahan tekan dan memberikan kekakuan pada panel.

Panel ini terdiri dari gedek (anyaman bambu) yang tengahnya diisi spesi. Gedek dilekatkan dengan menggunakan kawat penghubung geser (*shear connector*). Serat gedek dipilih yang merata pada kedua sisinya, disamping diharapkan untuk mendapatkan kekuatan yang merata diseluruh bidang permukaan juga dari segi estetika yang dapat diekspos. Gedek yang digunakan berupa gedek yang telah kering alami dengan warna coklat muda.

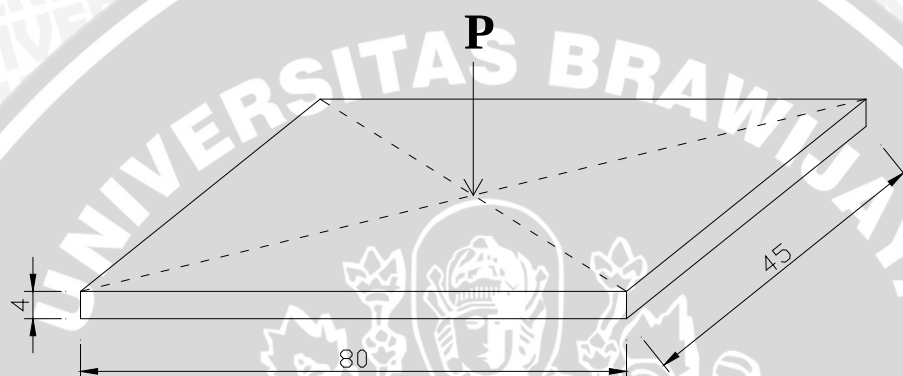
Lembar serat bersemen adalah suatu campuran pengikat serat dengan semen *portland* atau bahan pengikat hidrolis lainnya ditambah air dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya. Persyaratan panel :

1. Tepi potongan panel harus lurus, rata, tidak berkerut sama tebalnya pada seluruh panjang lembaran. Bila diketuk ringan dengan benda yang keras berbunyi nyaring yang menandakan bahwa lembaran tersebut tidak pecah atau retak.
2. Permukaan panel harus tidak menunjukkan retak-retak, kerutan-kerutan atau cacat lainnya yang dapat merugikan pemakaiannya. Permukaan lembaran yang sengaja dibuat tidak rata tidak diperbolehkan.

3. Penampang potongan panel harus menunjukkan campuran yang merata, tidak berlubang-lubang atau terbelah-belah.

2.6. Kuat Lentur pada Panel Lapis Gedek

Kuat lentur yang dimaksud adalah kuat lentur hasil pengamatan yang diperoleh dari hasil pengujian benda uji. Pengujian dimaksudkan untuk menentukan apakah panel dengan variasi penambahan busa lerak dan variasi gedek memiliki cukup kekuatan untuk menahan beban lentur yang bekerja.



Gambar 2.4 Pembebanan uji lentur

$$\sigma = \frac{M \cdot y}{I_k}$$

(2 – 1)

dengan :

σ = tegangan lentur yang terjadi (kg/cm²)

M = momen maksimum yang terjadi (kgcm)

y = panjang dari garis netral penampang sampai titik serat terluar (cm)

I_k = momen inersia komposit (cm⁴)

Pada saat pengujian lentur, benda uji diletakkan di atas alat uji yang dibuat sedemikian rupa sehingga panel dapat tertumpu pada dudukan yang telah disediakan. Penelitian ini menguji kuat lentur panel lapis gedek dengan variasi penambahan busa lerak dan variasi gedek dengan campuran spesi yang sama. Beban atas atau beban kritis adalah beban maksimum yang mampu ditahan sampai benda uji mengalami runtuh.

Dari skema pembebanan terlihat bahwa panel mengalami momen lentur karena beban. Tegangan yang terjadi karena momen lentur ini dikenal sebagai tegangan lentur.

Untuk panel dengan keruntuhan lentur murni ditandai terjadinya deformasi yang berlebihan akibat dari beban luar.

2.7. Struktur Komposit

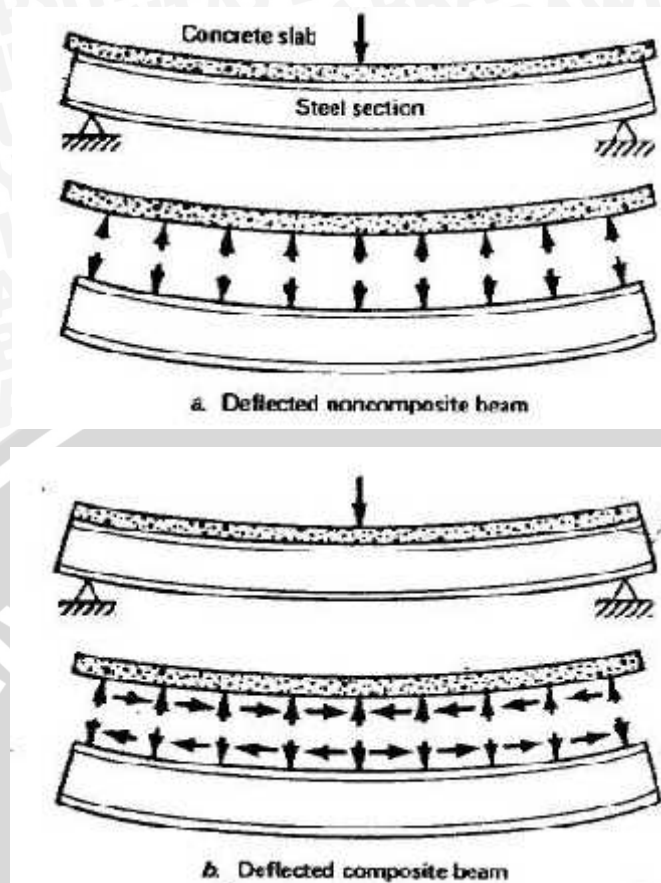
Struktur komposit (*composite*) merupakan suatu struktur yang terdiri dari dua atau lebih elemen struktur dengan bahan material yang berbeda dan bekerja bersama-sama membentuk suatu kesatuan, dimana masing-masing bahan atau material tersebut mempunyai kekuatan sendiri-sendiri, sehingga menghasilkan sifat gabungan yang baik. Perencanaan komposit mengasumsi bahwa dua material tersebut bekerja sama dalam memikul beban yang bekerja, sehingga akan menghasilkan elemen yang lebih ekonomis.

Dalam perencanaan ini diharapkan terjadi aksi komposit antara panel beton dan gedek. Direncanakan dengan anggapan bahwa gedek ditransformasikan ke dalam ekivalensi beton dimana beton lebih berperan dalam menahan beban yang bekerja. Disamping itu struktur komposit juga mempunyai beberapa kelebihan, diantaranya adalah lebih kuat (*stronger*) dan lebih kaku (*stiffer*) dari pada struktur non-komposit.

Penampang komposit memiliki kekuatan batas dalam menahan beban-beban yang terjadi, yang mana *failure* hanya boleh terjadi oleh suatu beban kerja yang telah dikalikan dengan suatu faktor beban tertentu. Karena itu dalam perencanaan besarnya kapasitas momen batas akibat beban-beban berfaktor harus lebih kecil dari kapasitas momen batas akibat penampang itu sendiri.

Pada perhitungan kapasitas momen batas penampang komposit berlaku anggapan sebagai berikut :

1. Bidang lurus tetap bidang lurus setelah lentur
2. Semua bagian gedek mencapai tegangan leleh
3. Slip antara plat beton dan gedek diabaikan
4. Distribusi tegangan disederhanakan berupa blok diagram tegangan



Gambar 2.5 Perbandingan antara balok yang mengalami defleksi dengan dan tanpa aksi komposit

Sumber : Salmon & Johnson (1991)

Jika gesekan antara panel dengan gedek diabaikan, maka masing-masing memikul suatu bagian beban secara terpisah. Bila panel mengalami deformasi akibat beban vertikal, permukaan bawahnya akan tertarik dan memanjang. Sedangkan permukaan atasnya tertekan dan memendek. Jadi diskontinuitas akan terjadi pada bidang kontak. Karena gesekan diabaikan, maka hanya gaya dalam vertikal yang bekerja antara panel dengan gedek. Gambar 2.5 adalah gambar balok yang diberi gaya lentur sehingga balok tersebut melendut. Pada detail dibawahnya memperlihatkan terjadinya pengangkatan pada masing-masing bidang kontak karena masing-masing material memikul bebannya sendiri-sendiri dimana keduanya mempunyai elastisitas yang berbeda-beda pula (Salmon, 1991).

Bila suatu sistem bekerja secara komposit maka panel dan gedek tidak akan tergelincir satu dengan yang lainnya. Gaya horisontal yang timbul dan bekerja pada permukaan bawah panel membuat panel tertekan dan memendek. Pada saat yang sama

gaya horisontal yang bekerja di permukaan atas panel akan memanjang. Gaya horisontal yang timbul antara panel dengan gedek ditahan agar penampang komposit bekerja monolit. Walaupun lekatan yang timbul antara panel dengan gedek mungkin cukup besar, lekatan ini tidak dapat diandalkan untuk interaksi yang diperlukan. Juga gaya gesek antara panel dengan gedek tidak mampu mengembangkan interaksi ini. Untuk itu diperlukan penyambung geser.

Pada penampang komposit, terbentuk satu kesatuan untuk menerima beban, dalam hal ini antara gedek dengan spesi. Akibat beban dari luar, maka pada panel tersebut terjadi lenturan sehingga akan terjadi gesekan antara permukaan gedek dengan permukaan spesi yang akan ditahan oleh kawat penghubung geser (*shear connector*).

2.8. Hipotesis Penelitian

Setelah mempelajari tinjauan pustaka dan permasalahan di atas, maka dapat diambil hipotesis penelitian sebagai berikut :

1. Diduga penambahan busa lerak dapat mengurangi berat pada panel lapis gedek.
2. Diduga penambahan busa lerak dapat mengurangi kekuatan lentur pada panel lapis gedek.
3. Diduga interaksi jumlah lapisan gedek dan penambahan busa lerak dapat mempengaruhi kekuatan lentur pada panel lapis gedek.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang. Waktu penelitian dimulai pada bulan Oktober 2012 sampai dengan selesai.

3.2. Peralatan dan Bahan

3.2.1. Peralatan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Timbangan → merk : Quatro; kapasitas : 150 gram; ketelitian : 1 gram.
2. Alat uji tekan → merk : MBT (Mektan Babakan Tujuh); kapasitas : 2000 kN; ketelitian : 1 kN.
3. *Load cell* → merk : MBT (Mektan Babakan Tujuh); kapasitas : 5 ton; ketelitian : 0,1 kg.
4. Dongkrak → merk : Lokal
5. Mesin pencampur beton → merk : Honda; kapasitas : 150 kg.
6. Saringan
7. Alat pemeras lerak
8. Gelas ukur
9. Cetakan ($80 \times 45 \times 4$) cm
10. Alat perata
11. Jangka sorong → merk : Inhill.
12. Cetok
13. Sekop
14. Kuas
15. Pengaduk kecepatan tinggi (*mixer*)

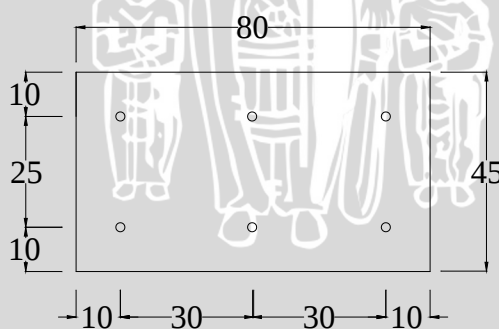
3.2.2. Bahan

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah :

1. Semek Gresik tipe I yang merupakan semen hidrolis yang dipergunakan secara luas untuk konstruksi umum, seperti konstruksi bangunan yang tidak memerlukan persyaratan khusus. Bila tidak ditemukan semen tersebut di pasaran, maka diganti dengan menggunakan PPC (*Portland Pozzolan Cement*) yang juga merupakan semen hidrolis namun dibuat dengan cara menggiling terak, *gypsum*, dan bahan *pozzolan* yang digunakan untuk bangunan umum dan bangunan yang memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang.
2. Gedek (anyaman bambu) dengan ukuran (75×40) cm.
3. Agregat halus (pasir) yang didapat dari pasaran di lokasi penelitian.
4. Air dari PDAM yang tersedia di laboratorium Bahan dan Konstruksi Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang.
5. Penghubung geser (*shear connector*) dari kawat.
6. Buah lerak yang akan digunakan untuk menghasilkan busa lerak.
7. Cat kayu *waterproof*.

3.3. Rancangan Penelitian

3.3.1. Penempatan Kawat Penghubung Geser (*Shear Connector*)

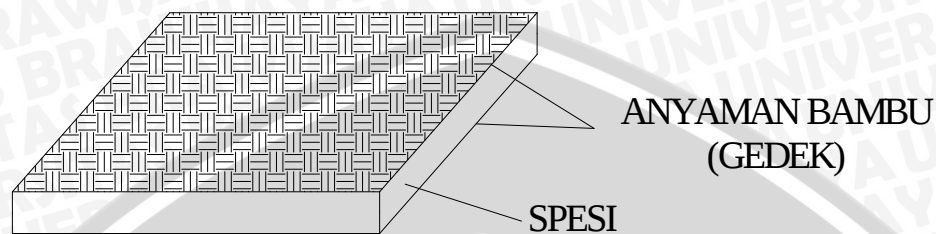


Gambar 3.1 Penempatan *shear connector*

3.3.2. Variasi Gedek (Anyaman Bambu)

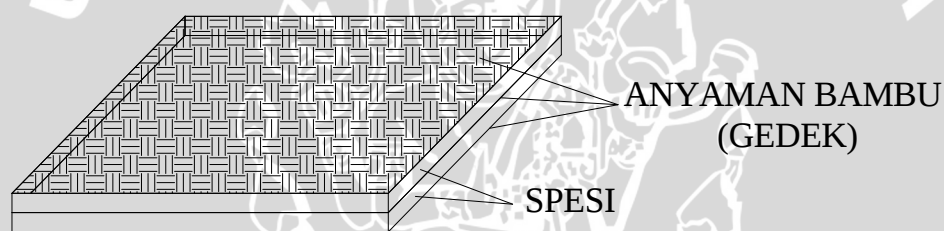
Variasi gedek dalam penelitian tersebut adalah sebagai berikut :

1. Gedek variasi 1



Gambar 3.2 Gedek variasi 1

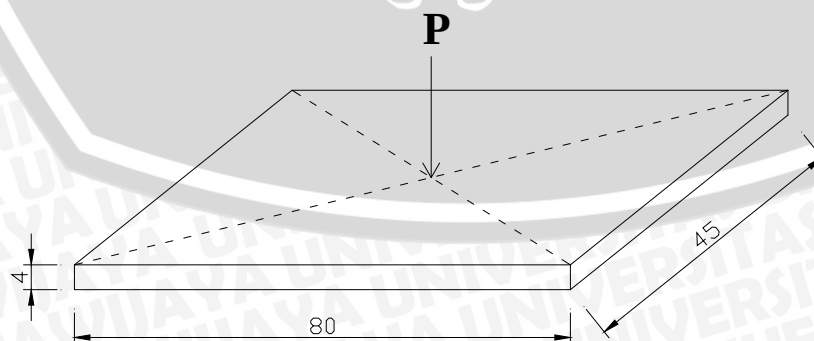
2. Gedek variasi 2



Gambar 3.3 Gedek variasi 2

3.3.3. Skema Pembebanan Panel

Skema pembebanan panel adalah sebagai berikut :



Gambar 3.4 Skema pembebanan panel

3.3.4. Rancangan Benda Uji

Rancangan penelitian tersebut disusun untuk pengujian lentur panel lapis gedek pada umur 28 hari. Keseluruhan jumlah benda uji 24 buah dengan variasi panel sebagai berikut :

Tabel 3.1 Rancangan Benda Uji

Variasi Gedek	Kadar Busa Lerak			
	0 cc	100 cc	200 cc	300 cc
1	3	3	3	3
2	3	3	3	3
Jumlah	24			

3.4. Pembuatan Benda Uji

3.4.1. Penyiapan Bahan Busa Lerak

Penyiapan bahan busa lerak adalah sebagai berikut :

1. Perendaman buah lerak ke dalam air kurang lebih 10 jam dengan perbandingan 1 kg buah lerak : 3,5 liter air.
2. Peremasan buah lerak dan pembuangan bijinya.
3. Penyaringan air hasil remasan buah lerak.
4. Air hasil remasan buah lerak dimasukkan ke dalam sebuah tempat kemudian diaduk dengan menggunakan *mixer*. Pengadukan dilakukan sampai didapat busa yang padat.

3.4.2. Penyiapan Cetakan Benda Uji

Penyiapan cetakan benda uji adalah sebagai berikut :

1. Pemilihan jenis gedek sesuai dengan literatur.
2. Pemotongan gedek dengan ukuran (75 × 40) cm, diutamakan kerataan dan presisi dari ukuran.
3. Pengecatan kedua sisi gedek dengan cat kayu *waterproof*, kemudian dianginkan. Setelah kering dicat ulang kemudian ditaburi pasir di kedua sisinya, kemudian dianginkan kembali hingga kering.
4. Pembuatan *frame* benda uji yang digunakan untuk mencetak benda uji. Alas cetakan dari triplek disiapkan dengan berukuran sama dengan ukuran panel yaitu (80 × 45) cm dan dibatasi dengan kayu reng pada keempat sisinya.

3.4.3. Penyiapan Benda Uji

Penyiapan benda uji adalah sebagai berikut :

1. Peletakan cetakan di tempat yang datar.
2. Lembaran gedek bawah diberi kawat penghubung geser (*shear connector*) berjumlah 6 buah tiap benda uji dan diletakkan di atas alas cetakan.
3. Setelah semua cetakan siap, sebelum diberi spesi cetakan dibasahi dengan air secukupnya.
4. Pembuatan adukan spesi sesuai dengan campuran dan volume yang diperlukan untuk sekali pencetakan. Perencanaan campuran yang dibuat berdasarkan perbandingan volume antara semen dengan pasir yaitu 1 : 3.
5. Pembuatan benda uji panel sesuai dengan rencana ($80 \times 45 \times 4$) cm.
6. Pembuatan sampel berbentuk silinder untuk diuji kuat tekannya.
7. Adukan spesi dituang dan diratakan sampai dengan ketebalan yang diinginkan.
8. Kawat penghubung geser (*shear connector*) dimasukkan pada lembaran gedek atas yang telah dilubangi dan ditekan pada adukan agar adukan melekat pada gedek.
9. Kawat penghubung geser (*shear connector*) diikatkan agar kencang tetapi jangan sampai merusak permukaan lapis gedek maupun spesi yang berada di dalamnya.
10. Panel dibiarkan mengering dalam suhu ruangan sampai umur 28 hari.

3.5. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian adalah sebagai berikut :

1. Benda uji masing-masing ditimbang untuk ditinjau beratnya.
2. Benda uji ditempatkan di atas dudukan alat uji yang dibuat sedemikian rupa sehingga panel dapat tertumpu pada semua sisi-sisi bingkai yang telah disiapkan.
3. Pemasangan *dial gauge* dengan memasang jarum bacaan pada permukaan benda uji untuk semua *dial* yang dipasangkan yang mewakili seluruh benda uji.
4. Pemasangan alat dongkrak dengan kapasitas 10 ton di atas benda uji dengan posisi di pusat massa dari benda uji.
5. Penambahan beban dilakukan sampai benda uji mengalami perubahan bentuk (runtuh).

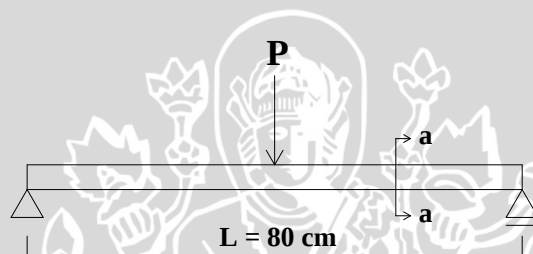
3.6. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang diukur adalah sebagai berikut :

1. Variabel bebas adalah variabel yang bebas ditentukan oleh peneliti, mengikuti aturan yang sering digunakan. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah perbandingan kadar busa lerak dan perletakan tulangan gedek pada panel.
2. Variabel tak bebas adalah variabel yang nilainya tergantung dari variabel bebas. Variabel tak bebas dalam penelitian ini adalah berat dan kuat lentur pada panel lapis gedek.

3.7. Analisis Data

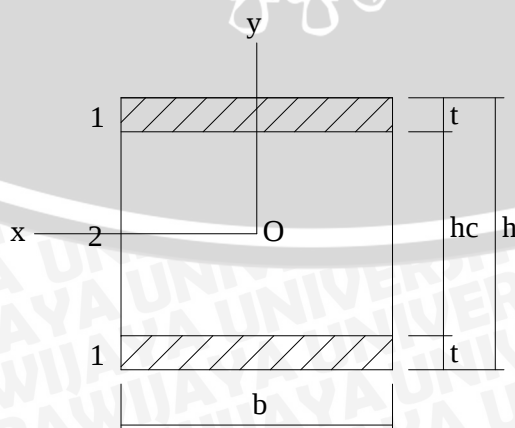
3.7.1. Analisis Kuat Lentur Panel



Gambar 3.5 Skema pembebanan



Gambar 3.6 Potongan a-a



Gambar 3.7 Penampang panel yang mempunyai dua sumbu simetri

Kuat lentur panel pada setiap kelompok benda uji dihitung dengan rumus :

$$\sigma_{x1} = \pm \frac{MyE_1}{E_1I_1 + E_2I_2} \quad \sigma_{x2} = \pm \frac{MyE_2}{E_1I_1 + E_2I_2} \quad (3-1a, b)$$

$$M = \frac{1}{4}PL \quad (3-2)$$

$$n = \frac{E_2}{E_1} \quad (3-3)$$

$$I_k = I_1 + nI_2 \quad (3-4)$$

$$I_1 = \frac{b}{12}(h^3 - h_c^3) \quad (3-5)$$

$$I_2 = \frac{b}{12}h_c^3 \quad (3-6)$$

dengan :

- σ = tegangan lentur yang terjadi (kg/cm²)
- M = momen maksimum yang terjadi (kgcm)
- y = panjang dari garis netral penampang sampai titik serat terluar (cm)
- P = beban yang mampu ditahan oleh panel hingga hancur (kg)
- E = modulus elastisitas (kg/cm²)
- n = rasio modular
- L = panjang panel (cm)
- b = lebar panel (cm)
- h = tinggi panel (cm)
- h_c = tinggi spesi (cm)
- I_k = momen inersia komposit (cm⁴)

3.7.2. Analisis Statistik

Hasil penelitian yang diperoleh dari pengujian 8 variasi benda uji panel lapis gedek kemudian diolah dan dianalisis menurut prosedur analisis statistik. Untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan busa lerak dan variasi gedek terhadap berat dan kuat lentur pada panel, dilakukan dengan analisis varian dua arah dan analisis regresi. Pernyataan ada tidaknya pengaruh perbandingan variasi penambahan busa lerak dan variasi gedek terhadap berat dan kekuatan lenturnya dinyatakan secara statistik sebagai berikut :

1. α = pengaruh faktor variasi gedek
2. β = pengaruh faktor variasi kadar busa lerak
3. $(\alpha \beta)$ = pengaruh interaksi kedua faktor

Ketiga hipotesisnya ditulis :

1. $H'_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_a = 0$,
 H'_1 : paling sedikit satu α_i yang tidak sama dengan nol.
2. $H''_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_b = 0$,
 H''_1 : paling sedikit satu β_j yang tidak sama dengan nol.
3. $H'''_0 : (\alpha\beta)_{11} = (\alpha\beta)_{12} = \dots = (\alpha\beta)_{ab} = 0$,
 H'''_1 : paling sedikit satu $(\alpha\beta)_{ij}$ yang tidak sama dengan nol.

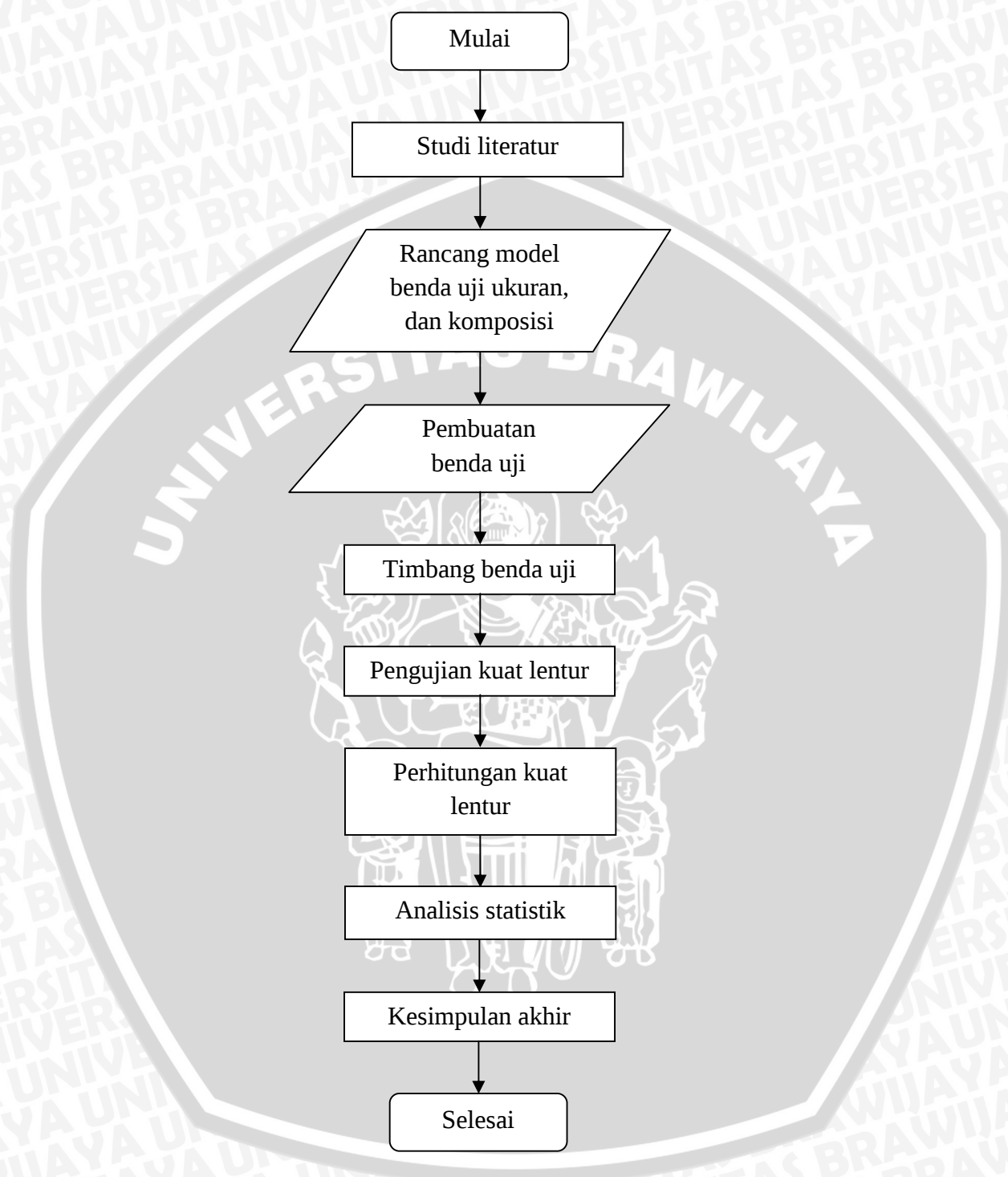
dengan :

H_0 = menyatakan tidak ada pengaruh dari variabel bebas terhadap tak bebas

H_1 = menyatakan minimal ada dua pasang perlakuan yang berbeda pengaruh

Dari analisis data secara statistik didapat harga F_{hitung} yang akan dibandingkan dengan F_{tabel} . Apabila $F_{hitung} > F_{tabel}$ berarti H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini dapat dikatakan bahwa terdapat pengaruh yang nyata dari variasi penambahan busa lerak terhadap berat dan kuat lentur panel lapis gedek. Demikian juga sebaliknya $F_{hitung} < F_{tabel}$ berarti H_0 diterima dan H_1 ditolak. Hal ini dapat dikatakan bahwa tidak terdapat pengaruh yang nyata dari penambahan busa lerak terhadap berat dan kuat lentur pada panel lapis gedek.

3.8. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.8 Diagram alir penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Bahan

Di dalam penelitian kali ini analisa terhadap semen dan agregat halus tidak dilakukan namun tetap disesuaikan dengan aturan yang berlaku. Campuran spesi yang digunakan adalah 1 : 3 dengan menggunakan perbandingan volume antara semen dan pasir dengan fas 0,5. Untuk bambu menggunakan data hasil penelitian terdahulu.

4.1.1. Semen

Semen yang digunakan yaitu PPC (*Portland Pozzolan Cement*) yang berasal dari Gresik. PPC merupakan semen hidrolis yang dibuat dengan cara menggiling terak, *gypsum*, dan bahan *pozzolan*. Semen tersebut digunakan untuk bangunan umum dan bangunan yang memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang.

4.1.2. Pasir (Agregat Halus)

Pasir yang digunakan untuk bahan cor adalah pasir yang umumnya terdapat di pasaran dengan syarat ukuran butiran kurang dari 4 mm. Untuk memenuhi persyaratan itu dilakukan pengayakan pada pasir tersebut.

4.1.3. Air

Air yang digunakan untuk pembuatan campuran beton adalah air yang berasal dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Malang yang sudah umum digunakan, sehingga tidak perlu diadakan penelitian.

4.1.4. Lerak

Sari lerak yang digunakan berasal dari remasan buah lerak yang sudah direndam dengan air panas sampai lunak dan sudah dibuang bijinya. Sari lerak tersebut diaduk dengan kecepatan tinggi untuk mendapatkan busa lerak yang padat.

4.1.5. Gedek (Anyaman Bambu) Sebagai Tulangan

Gedek yang digunakan berukuran (75 × 40) cm. Gedek dilapisi cat di kedua sisinya dengan cat kayu *waterproof* sebanyak dua kali untuk perawatan bambu supaya kedap air dan tidak dimakan rayap. Gedek juga ditaburi pasir tipis-tipis di kedua sisinya supaya melekat dengan spesi. Cara perletakan gedek terdapat dua macam, yang pertama yaitu di bagian atas dan bawah spesi, yang kedua di bagian atas, bawah, dan tengah spesi. Setiap spesi diberi kawat penghubung geser (*shear connector*) berjumlah 6 buah.

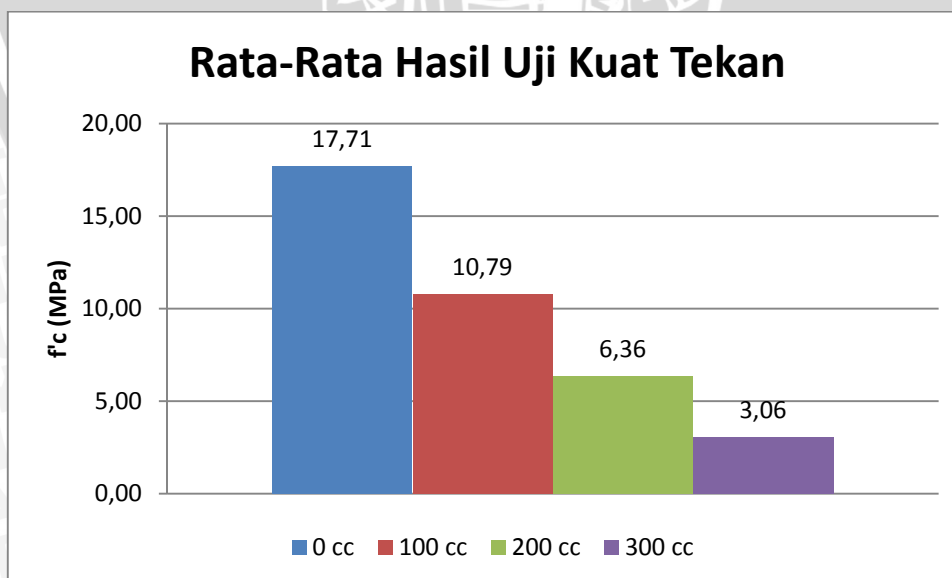
4.2. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian dilakukan pada saat umur beton lebih dari 28 hari, dimana pengujian kuat tekan beton ini bertujuan untuk mengetahui mutu beton yang telah dicor. Untuk setiap pengecoran panel lapis gedek diambil 1 sampel silinder uji. Bentuk benda uji yang dipakai adalah silinder dengan ukuran standar yang digunakan untuk memperoleh kuat tekan yaitu diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

Adapun data yang didapatkan dari pengujian kuat tekan tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil Uji Kuat Tekan

Variasi Lerak	Benda Uji	Berat (kg)	Beban Maksimum (kg)	A (cm ²)	f'c (MPa)	f'c rata-rata (MPa)
0 cc	1	13,23	32300	17671,46	18,28	17,71
	2	12,19	31700	17671,46	17,94	
	3	11,21	29870	17671,46	16,90	
100 cc	1	9,62	20400	17671,46	11,54	10,79
	2	9,80	13500	17671,46	7,64	
	3	9,68	23300	17671,46	13,19	
200 cc	1	6,68	12740	17671,46	7,21	6,36
	2	5,80	7004	17671,46	3,96	
	3	6,09	13961	17671,46	7,90	
300 cc	1	5,37	5995	17671,46	3,39	3,06
	2	5,31	3559	17671,46	2,01	
	3	5,16	6643	17671,46	3,76	



Gambar 4.1 Grafik rata-rata hasil pengujian kuat tekan beton

4.3. Pengujian Benda Uji Panel

Benda uji berupa panel lapis gedek dengan ukuran $(80 \times 45 \times 4)$ cm. Diuji dengan jarak tumpuan 80 cm pada bentang Ly. Pengujian lendutan dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari. Pengujian dilakukan dengan pemberian beban terpusat secara bertahap.

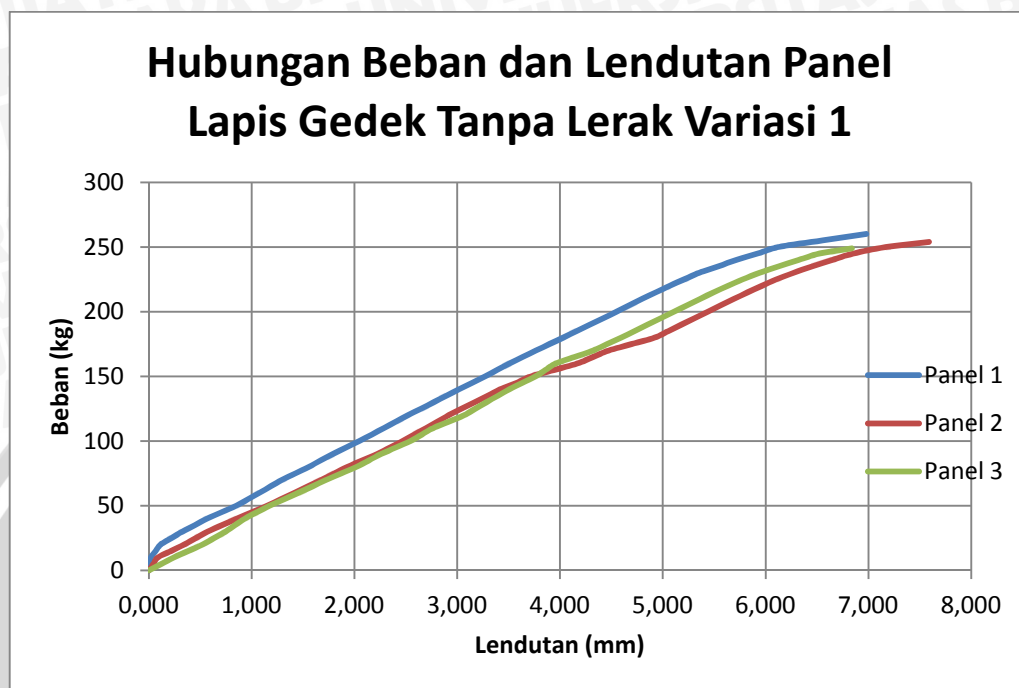
Pengujian panel dilakukan dengan memberikan beban melalui *load cell* yang dibantu dengan plat besi sepanjang lebar panel sebagai media pemerataan beban. Pada bagian bawah panel tepat di tengah bentang dipasang LVDT (*Linear Variable Differential Transformers*) untuk mengukur defleksi yang terjadi. Beban yang diberikan adalah beban terpusat. Segala kejadian pada proses pengujian diamati dan dicatat. Pembacaan juga dilakukan pada *load cell digital* untuk mengetahui besar beban yang bekerja. Pada penelitian ini, pemberian beban dilakukan secara bertahap sampai panel tidak mampu menahan beban lagi. Hal ini ditunjukkan bila pembacaan beban pada *load cell digital* berkurang terus dari beban terakhir yang seharusnya dibaca. Letak LVDT bisa dilihat pada gambar berikut ini :



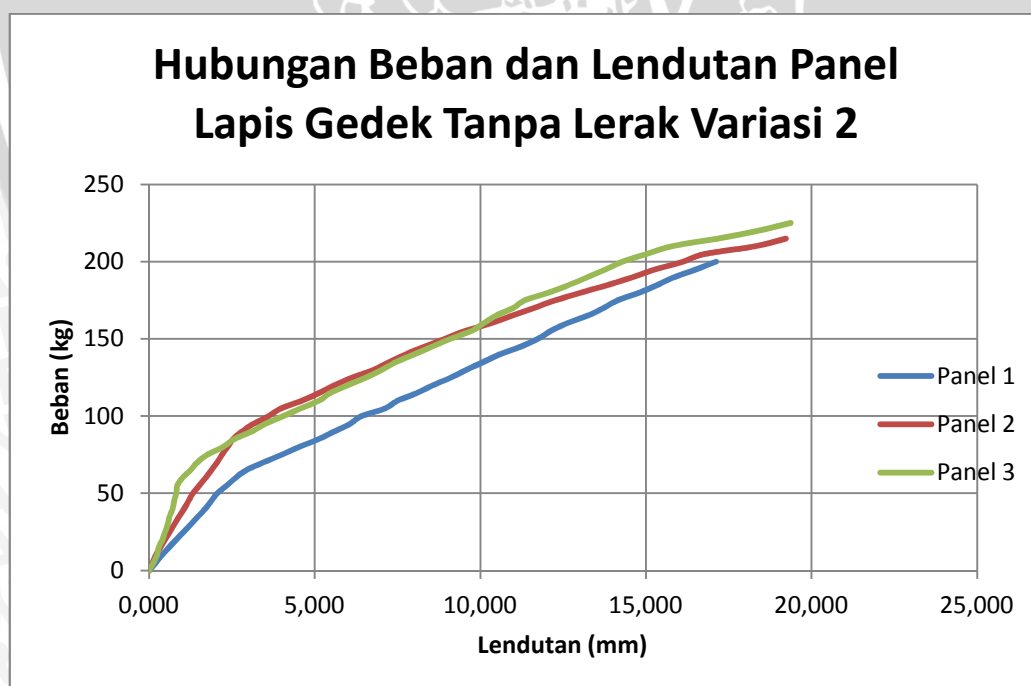
Gambar 4.2 Letak LVDT

Adapun besar beban dan lendutan yang bekerja pada masing-masing panel selengkapnya disajikan dalam lampiran. Sedangkan Hasil penelitian tersebut dapat

digambarkan dalam grafik hubungan antara beban terpusat yang diterima panel dan lendutan.

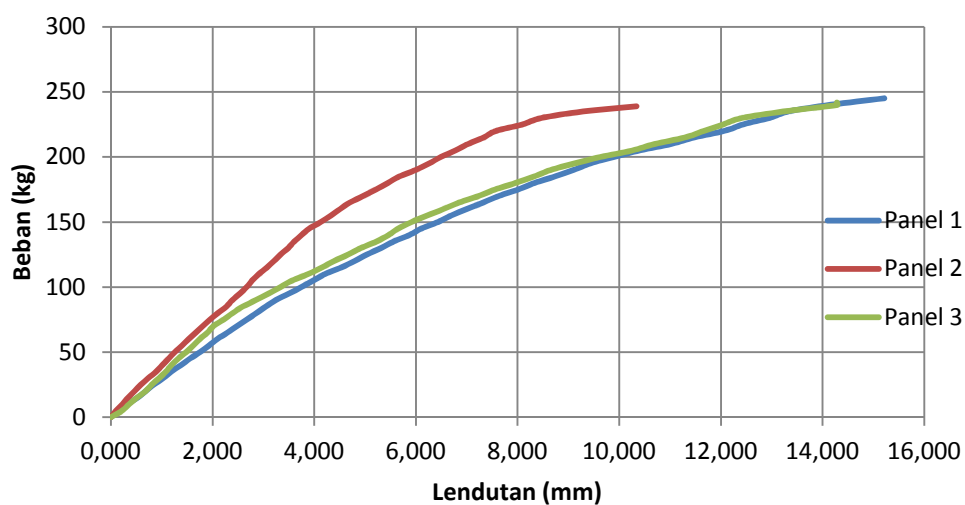


Gambar 4.3 Hubungan beban dan lendutan panel tanpa lerak variasi 1



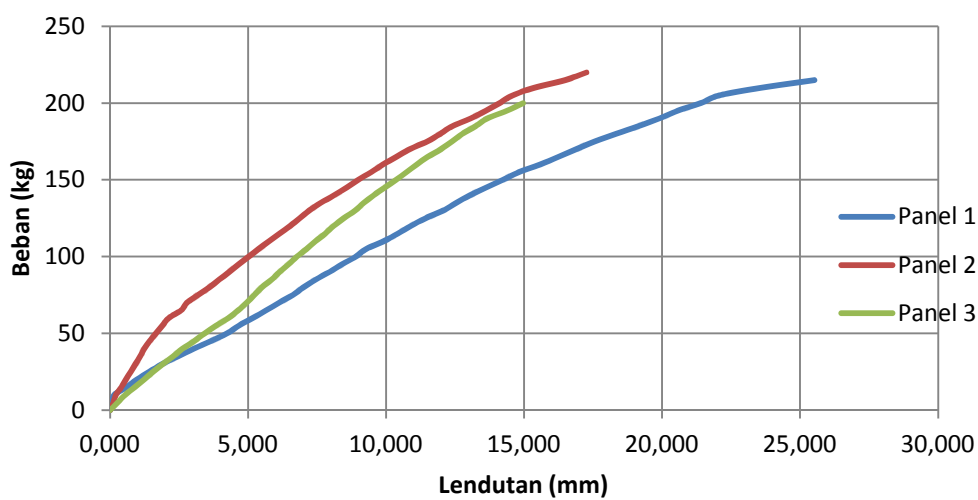
Gambar 4.4 Hubungan beban dan lendutan panel tanpa lerak variasi 2

Hubungan Beban dan Lendutan Panel Lapis Gedek Lerak 100 cc Variasi 1

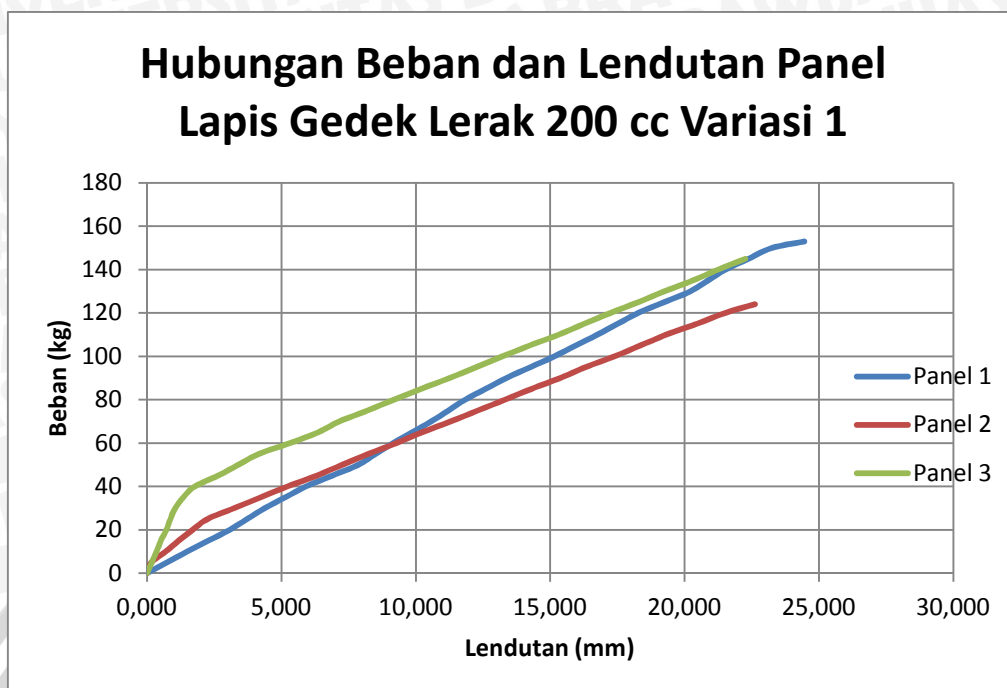


Gambar 4.5 Hubungan beban dan lendutan panel lerak 100 cc variasi 1

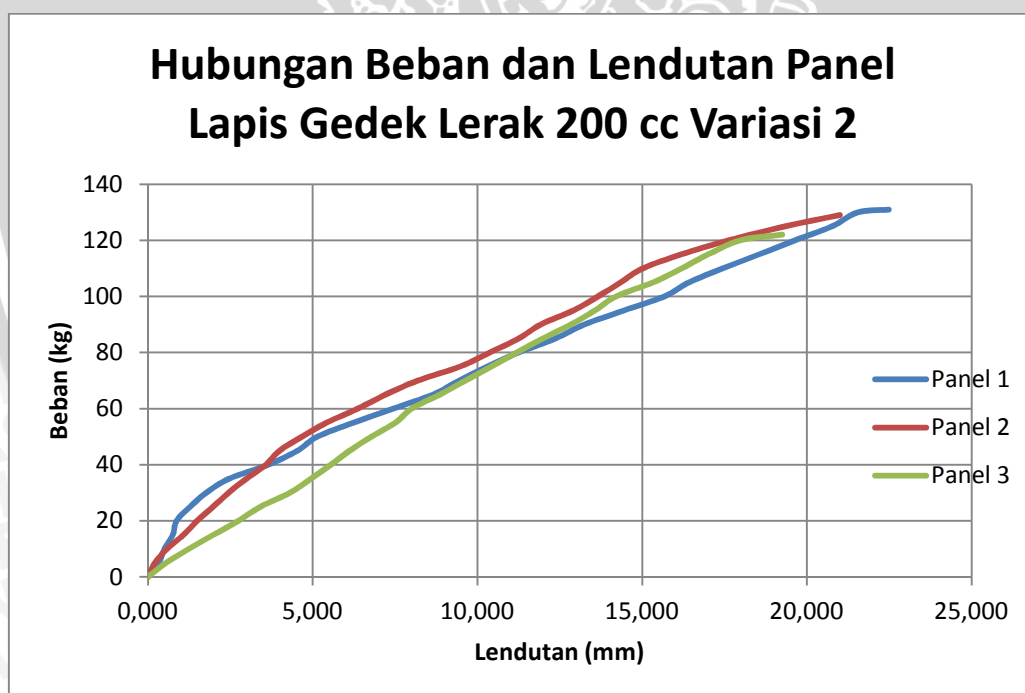
Hubungan Beban dan Lendutan Panel Lapis Gedek Lerak 100 cc Variasi 2



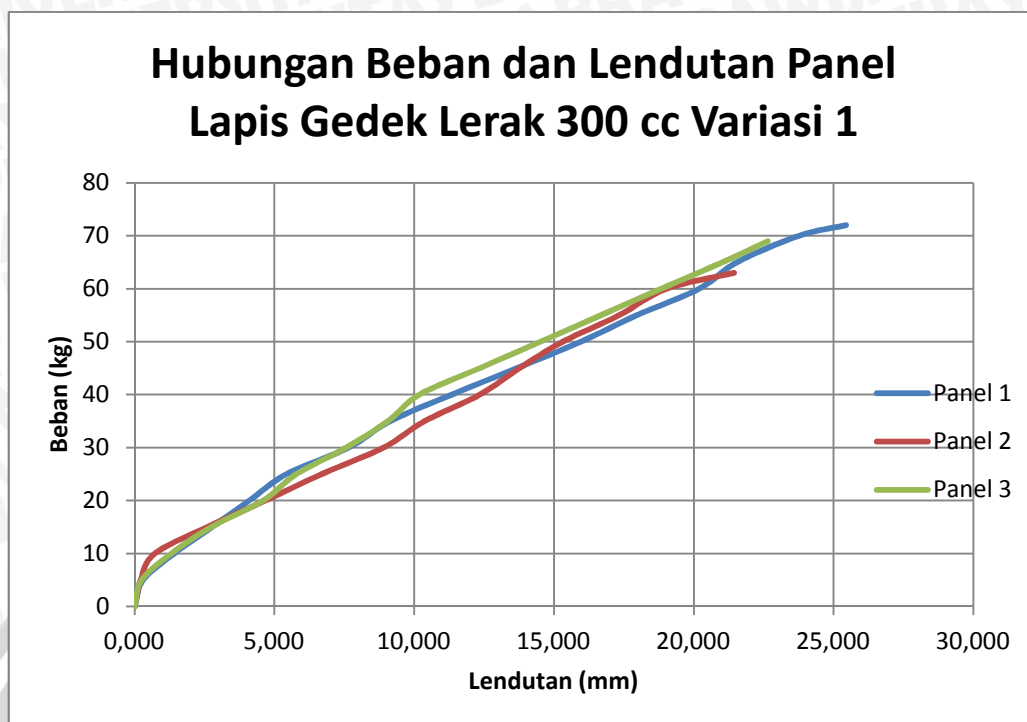
Gambar 4.6 Hubungan beban dan lendutan panel lerak 100 cc variasi 2



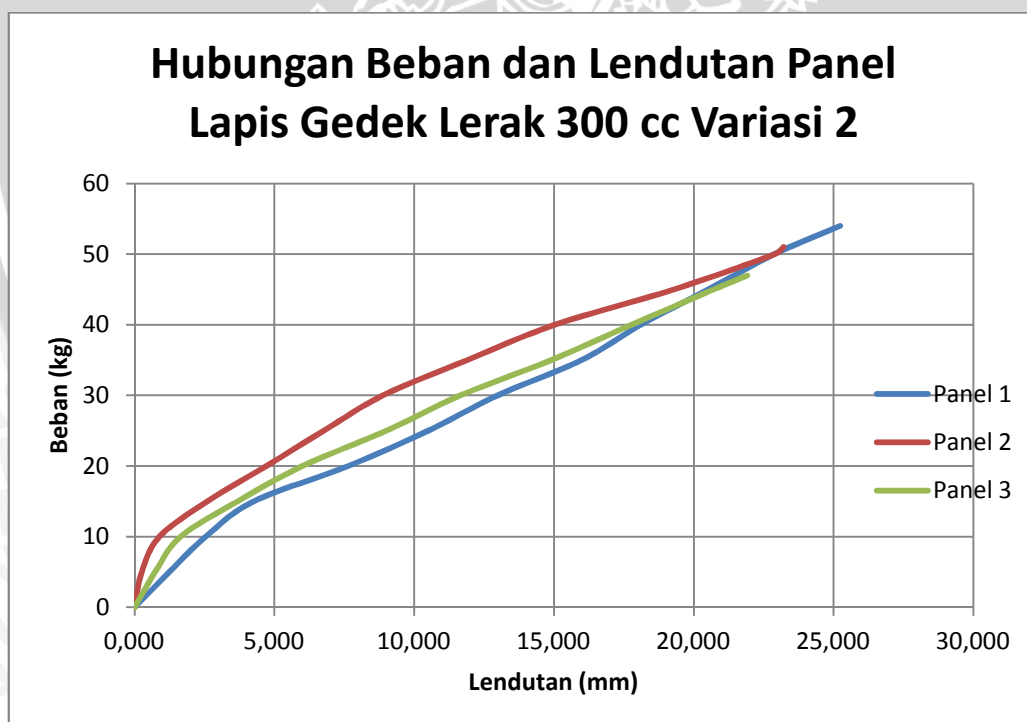
Gambar 4.7 Hubungan beban dan lendutan panel lerak 200 cc variasi 1



Gambar 4.8 Hubungan beban dan lendutan panel lerak 200 cc variasi 2



Gambar 4.9 Hubungan beban dan lendutan panel lerak 300 cc variasi 1



Gambar 4.10 Hubungan beban dan lendutan panel lerak 300 cc variasi 2

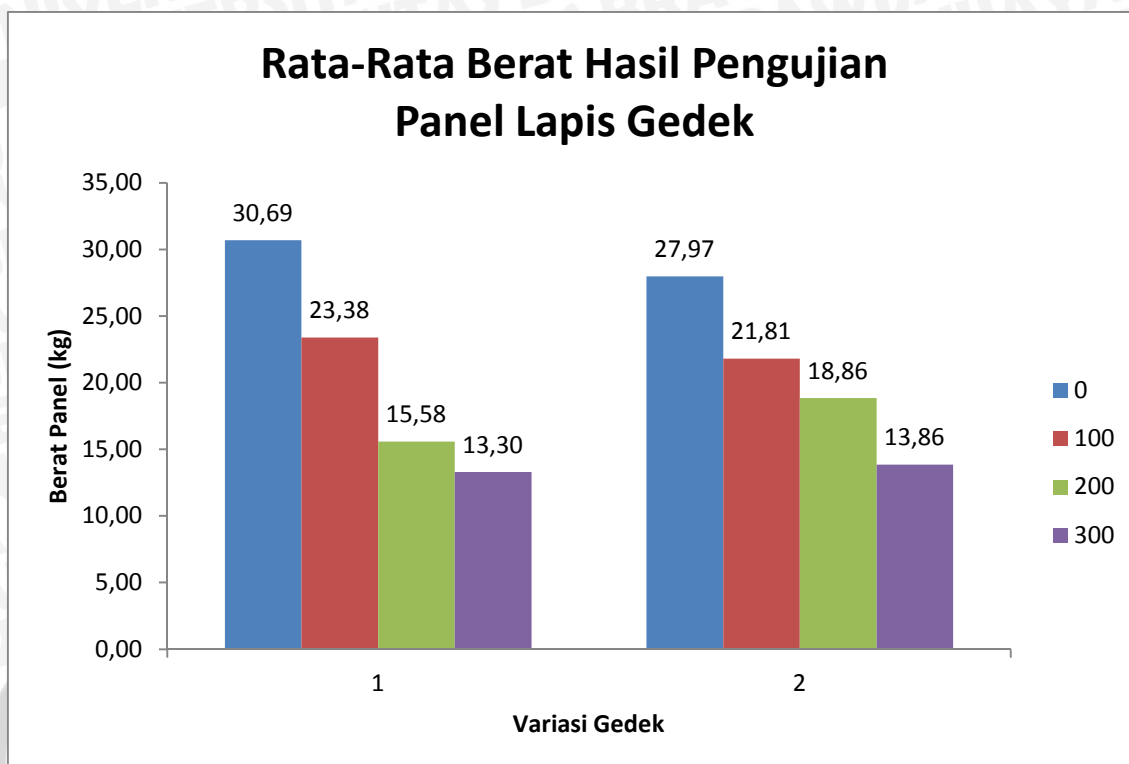
4.4. Pembahasan

4.4.1. Analisis Berat Hasil Penelitian

Dalam penelitian ini panel lapis gedek yang dihasilkan menggunakan beton aerasi dengan mencampurkan bahan yang menimbulkan busa yaitu sari buah lerak ke dalam adonan semen, pasir dan air. Proses pemasukan udaranya dicapai dengan cara memasukkan sari buah lerak ke dalam alat pengaduk berkecepatan tinggi sampai keluar busa yang padat. Cara ini menghasilkan beton ringan dengan rongga-rongga yang sengaja dibuat untuk mengurangi berat jenisnya. Berat jenis dari beton ringan jenis ini dapat dibuat serendah mungkin dengan memvariasikan kadar busa lerak itu sendiri. Berat hasil penelitian pada panel lapis gedek ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Rekapitulasi Berat Hasil Pengujian Panel Lapis Gedek

Variasi Jenis Panel		No	Rekapitulasi Berat	
			Berat Pengujian (kg)	Berat Rata-rata (kg)
Gedek 1	0 cc	1	32,46	30,69
		2	29,88	
		3	29,74	
	100 cc	1	23,60	23,38
		2	23,02	
		3	23,52	
	200 cc	1	16,38	15,58
		2	14,22	
		3	16,15	
	300 cc	1	13,69	13,30
		2	13,02	
		3	13,18	
Gedek 2	0 cc	1	26,06	27,97
		2	28,74	
		3	29,12	
	100 cc	1	20,98	21,81
		2	22,86	
		3	21,58	
	200 cc	1	19,18	18,86
		2	18,76	
		3	18,63	
	300 cc	1	14,12	13,86
		2	13,89	
		3	13,56	



Gambar 4.11 Rata-rata berat panel lapis gedek

Dari gambar 4.12 terlihat bahwa berat rata-rata panel lapis gedek semakin kecil seiring banyaknya kadar busa lerak yang ditambahkan. Untuk berat panel lapis gedek tanpa adanya penambahan busa lerak lebih besar daripada panel lapis gedek dengan kadar busa lerak sebesar 100 cc. Sedangkan untuk berat panel lapis gedek dengan kadar busa lerak sebesar 100 cc lebih besar daripada panel lapis gedek dengan kadar busa lerak sebesar 200 cc. Begitu juga dengan berat panel lapis gedek dengan kadar busa lerak sebesar 200 cc lebih besar daripada panel lapis gedek dengan kadar busa lerak sebesar 300 cc. Ini menunjukkan bahwa variasi kadar busa lerak memiliki pengaruh terhadap berat pada panel lapis gedek.

4.4.2. Analisis Beban Batas Hasil Penelitian

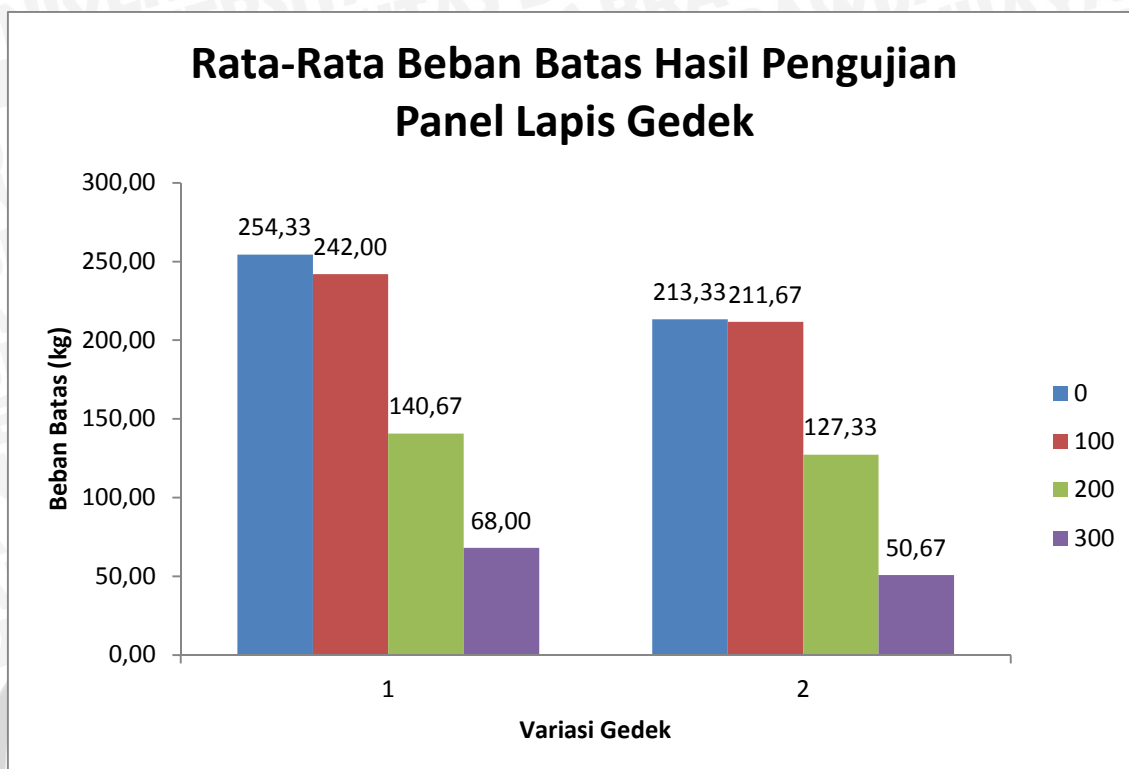
Beban yang diperoleh dari hasil pengujian merupakan beban batas hingga panel lapis gedek mengalami keruntuhan. Pada saat mengalami pembebanan pertama, panel lapis gedek masih memikul beban secara bersama-sama. Karena beban semakin bertambah maka panel lapis gedek akan mengalami deformasi yang ditandai oleh adanya lendutan yang semakin besar. Akibat adanya lendutan tersebut, akan mengakibatkan terjadinya *slip* atau terlepasnya gedek dari spesi. Hal itu mengakibatkan

gedek tidak lagi memberikan kontribusi kekuatannya dalam menahan beban sehingga yang bekerja menahan beban hanya spesi.

Akibat adanya beban yang semakin lama semakin besar, dimana lendutan yang terjadi juga semakin besar maka panel akan dengan cepat mengalami keretakan pada daerah tarik yang diikuti timbulnya keretakan juga pada bagian tekan. Keretakan pada bagian ini menandakan bahwa panel lapis gedek tidak mampu lagi menahan beban secara bersama-sama. Hal ini ditandai dengan retak yang semakin terbuka pada panel yang terus melendut seiring dengan waktu. Beban hasil penelitian yang mengakibatkan beban batas pada panel lapis gedek ditunjukkan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Rekapitulasi Beban Batas Hasil Pengujian Panel Lapis Gedek

Variasi Jenis Panel		No	Rekapitulasi Beban Batas	
			Beban Pengujian (kg)	Beban Rata-rata (kg)
Gedek 1	0 cc	1	260	254,33
		2	254	
		3	249	
	100 cc	1	245	242,00
		2	239	
		3	242	
	200 cc	1	153	140,67
		2	124	
		3	145	
	300 cc	1	72	68,00
		2	63	
		3	69	
Gedek 2	0 cc	1	200	217,33
		2	222	
		3	230	
	100 cc	1	215	211,67
		2	220	
		3	200	
	200 cc	1	131	127,33
		2	129	
		3	122	
	300 cc	1	54	50,67
		2	51	
		3	47	



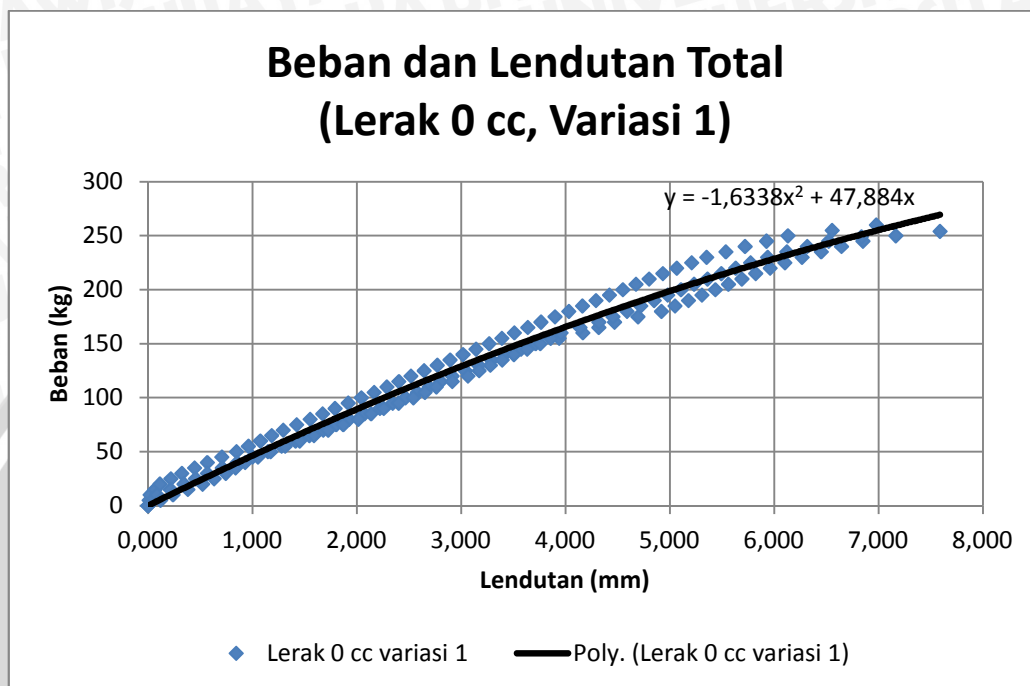
Gambar 4.12 Rata-rata beban batas panel lapis gedek

Dari gambar 4.13 terlihat bahwa beban batas rata-rata panel lapis gedek akibat beban maksimum semakin kecil seiring banyaknya kadar busa lerak yang ditambahkan. Untuk kekuatan panel lapis gedek tanpa adanya penambahan busa lerak lebih besar daripada panel lapis gedek dengan kadar busa lerak sebesar 100 cc. Sedangkan untuk kekuatan panel lapis gedek dengan kadar busa lerak sebesar 100 cc lebih besar daripada panel lapis gedek dengan kadar busa lerak sebesar 200 cc. Begitu juga dengan kekuatan panel lapis gedek dengan kadar busa lerak sebesar 200 cc lebih besar daripada panel lapis gedek dengan kadar busa lerak sebesar 300 cc. Ini menunjukkan bahwa variasi kadar busa lerak memiliki pengaruh terhadap kekuatan lentur pada panel lapis gedek.

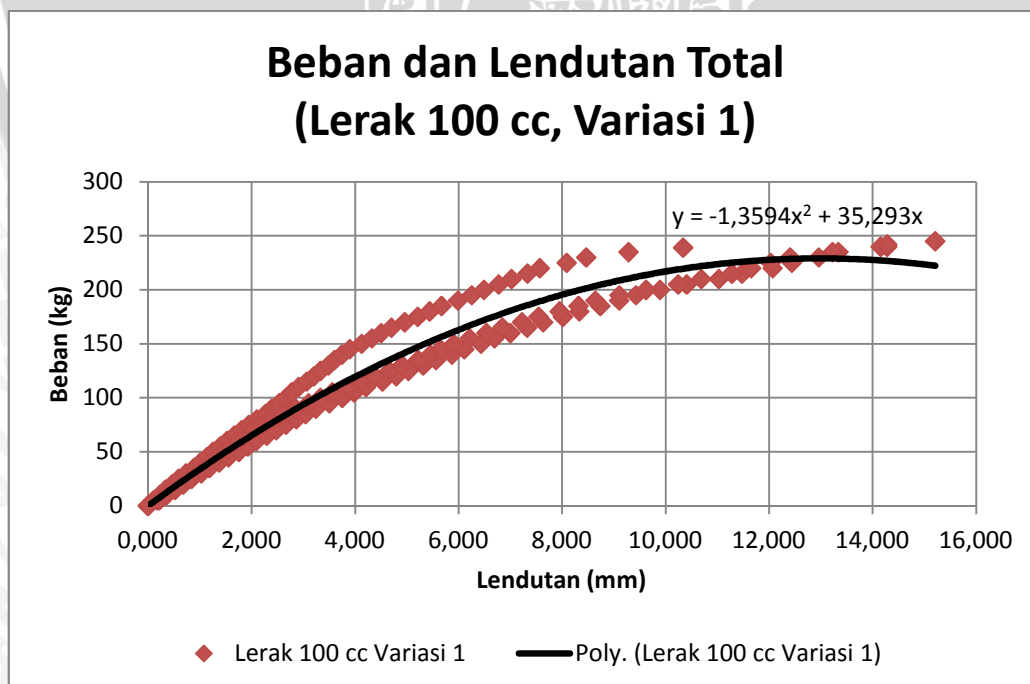
4.4.3. Analisis Lendutan Hasil Penelitian

Secara teoritis kurva yang terbentuk dapat diidialisasikan menjadi bentuk trilinear. Dimana regresi terjadi dalam tiga tahap sebelum terjadinya *rapture* atau keruntuhan yaitu tahap praretak, tahap pasca retak dan tahap *serviceability*. Namun mengingat keragaman data maka regresi linier akan sangat sulit dilakukan. Hal ini disebabkan karena batas antara tahapan pada grafik tersebut belum tentu terlihat dengan jelas. Dengan pertimbangan ini, maka regresi yang dilakukan adalah regresi yang paling

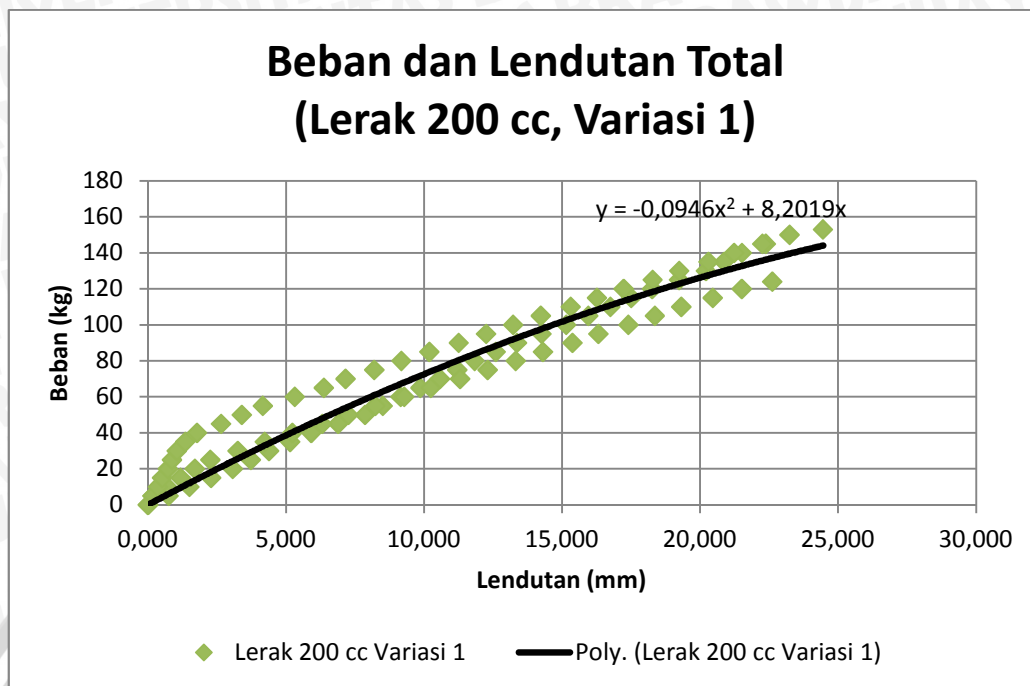
mendekati seluruh titik pembacaan, regresi yang digunakan adalah regresi polinomial orde 2. Sehingga didapatkan grafik hubungan regresi antara beban dan lendutan dapat dilihat pada gambar berikut.



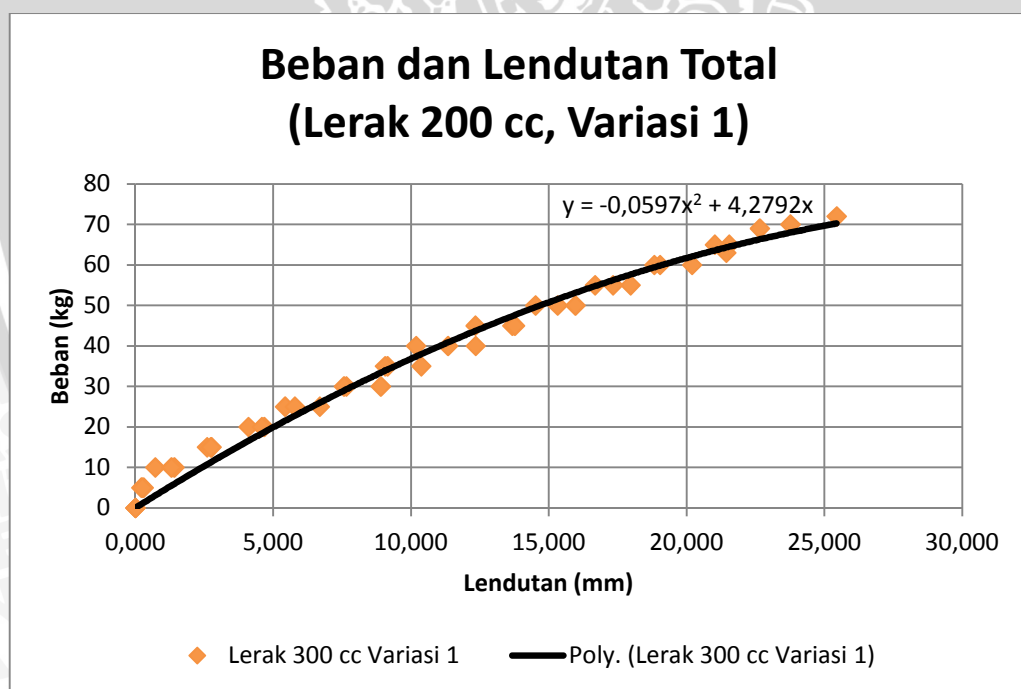
Gambar 4.13 Hubungan regresi beban dan lendutan total panel tanpa lerak variasi 1



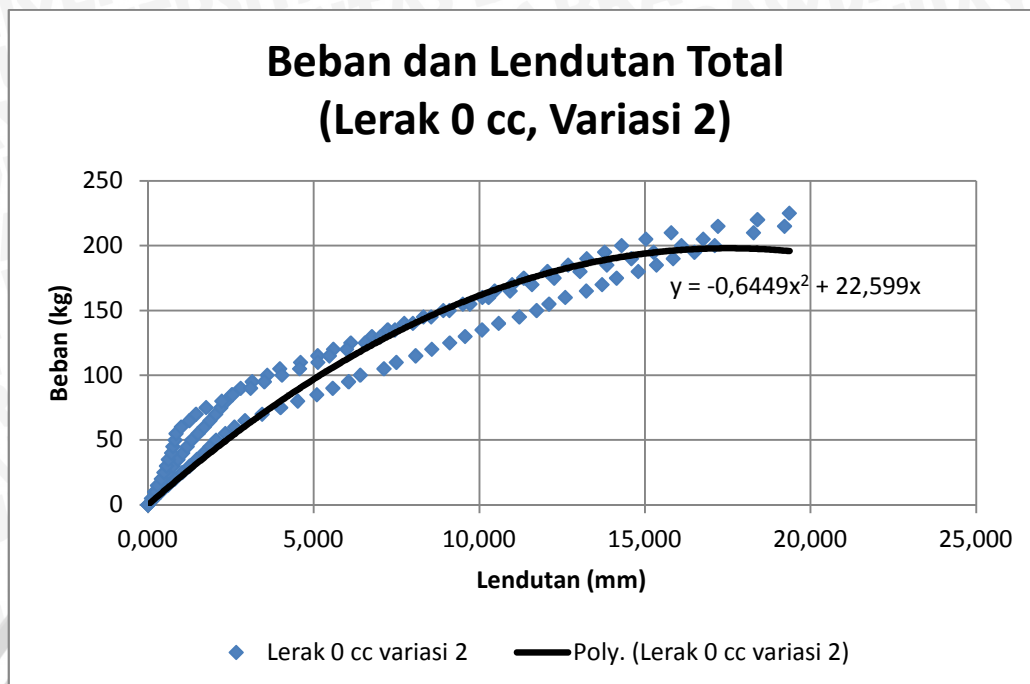
Gambar 4.14 Hubungan regresi beban dan lendutan total panel lerak 100 cc variasi 1



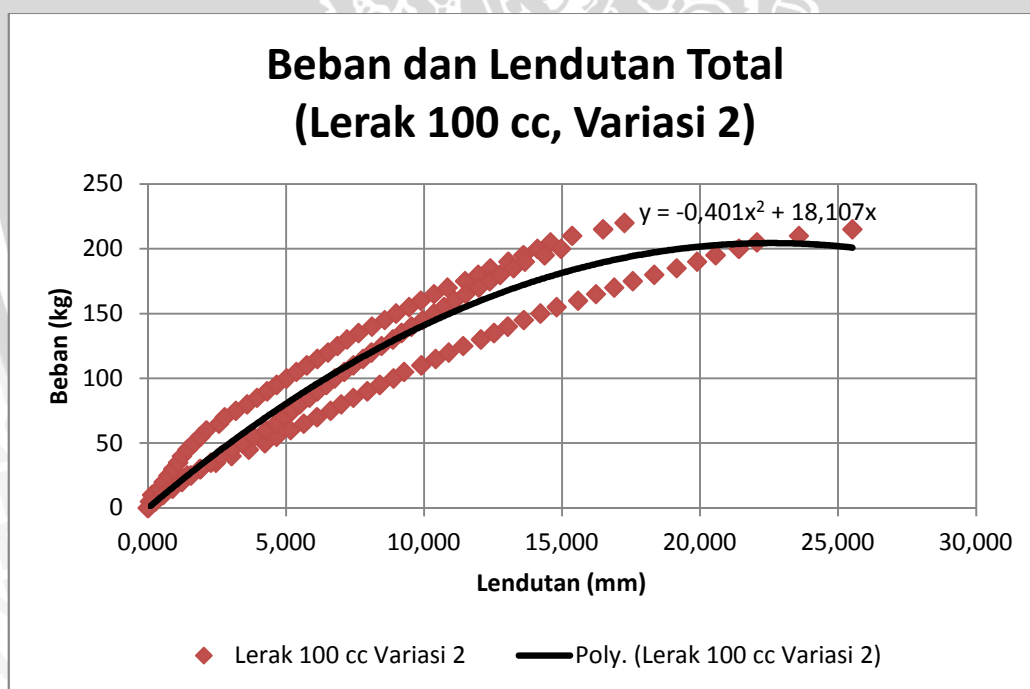
Gambar 4.15 Hubungan regresi beban dan lendutan total panel lerak 200 cc variasi 1



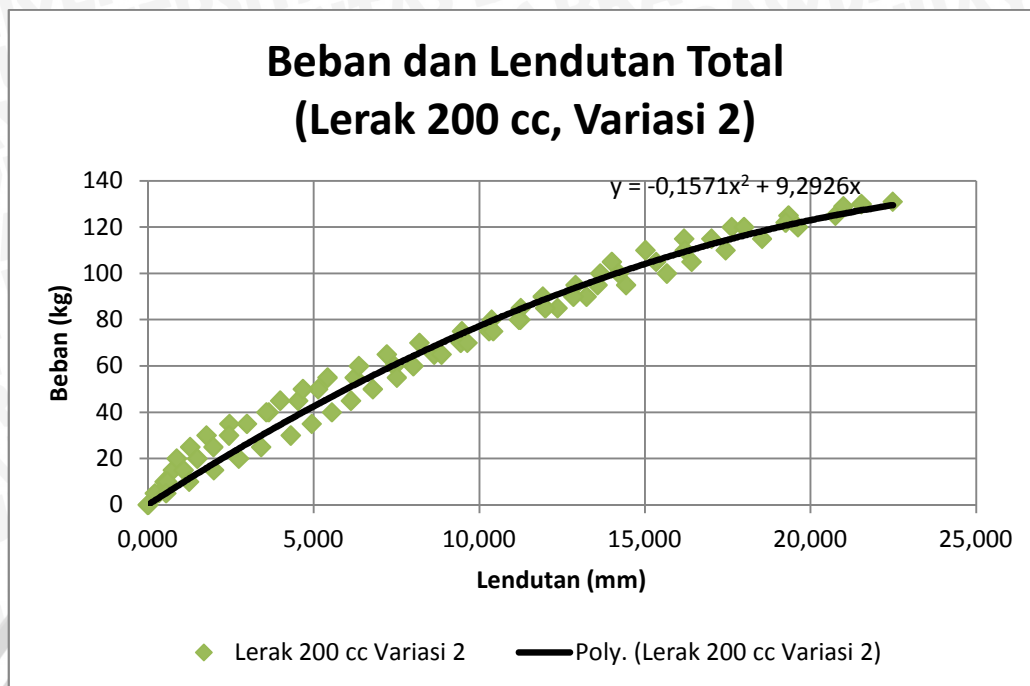
Gambar 4.16 Hubungan regresi beban dan lendutan total panel lerak 300 cc variasi 1



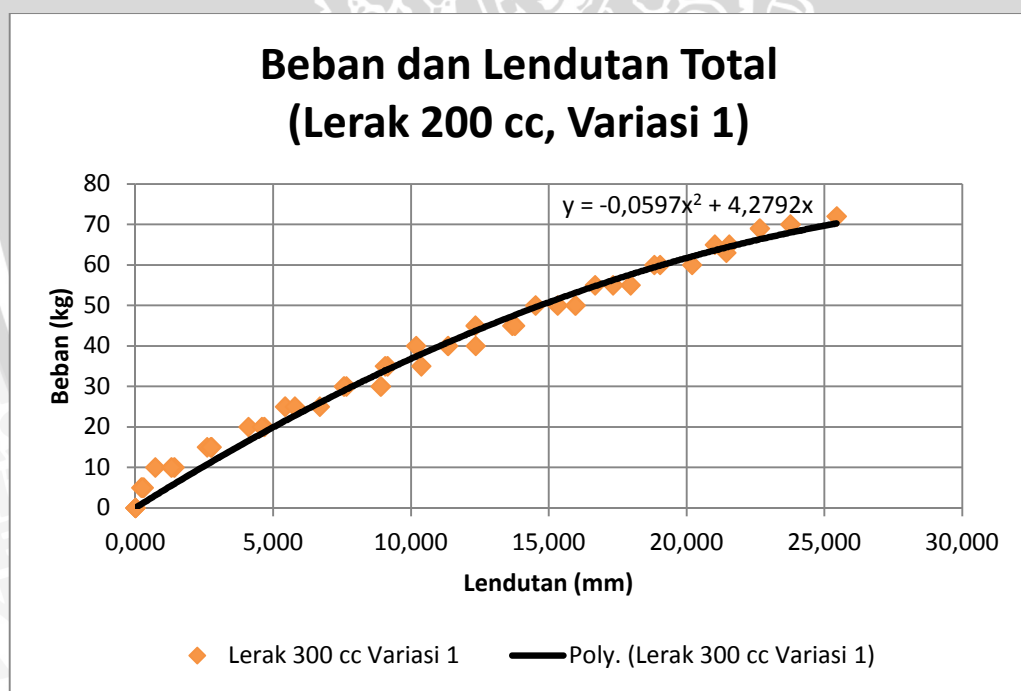
Gambar 4.17 Hubungan regresi beban dan lendutan total panel tanpa lerak variasi 2



Gambar 4.18 Hubungan regresi beban dan lendutan total panel lerak 100 cc variasi 2

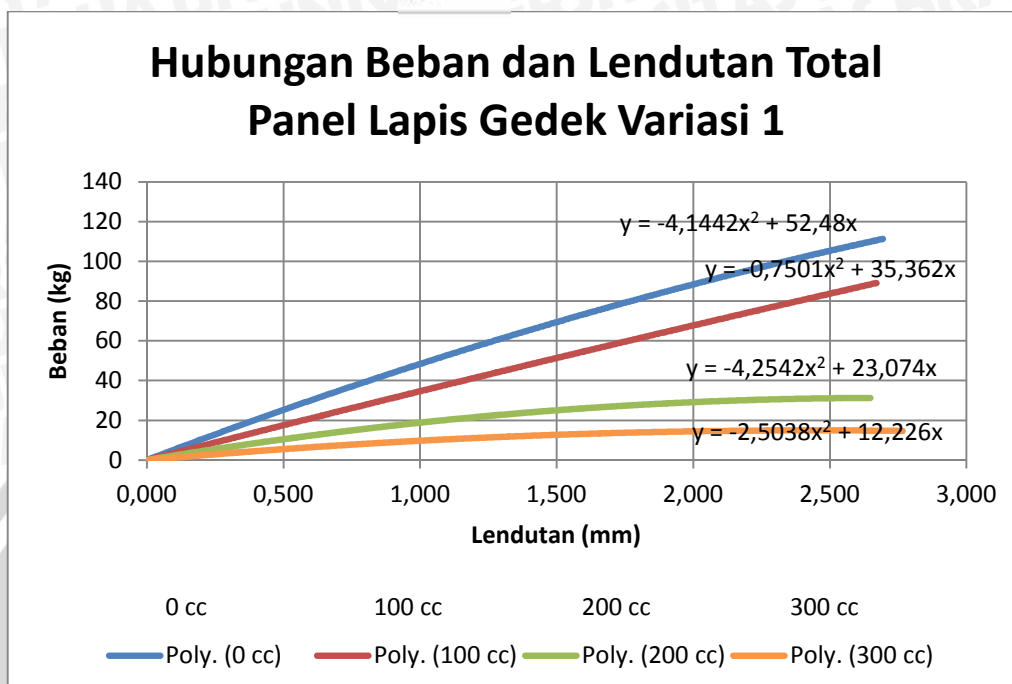


Gambar 4.19 Hubungan regresi beban dan lendutan total panel lerak 200 cc variasi 2

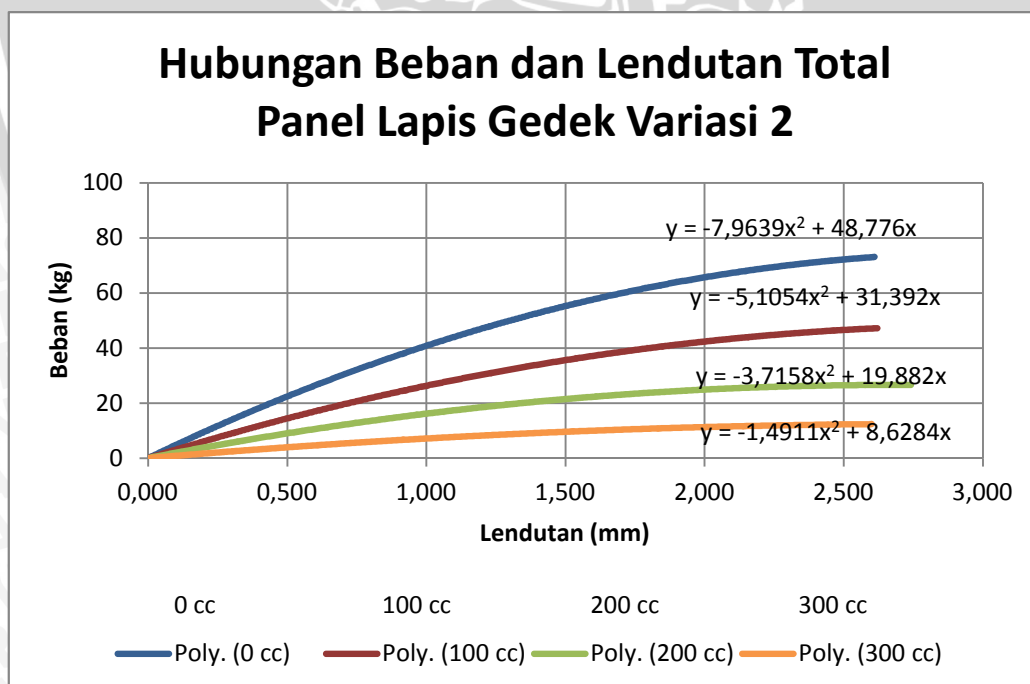


Gambar 4.20 Hubungan regresi beban dan lendutan total panel lerak 300 cc variasi 2

Sedangkan grafik hubungan regresi antara beban dan lendutan untuk kriteria kenyamanan panel pada lendutan $\frac{L}{300}$ dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.21 Hubungan regresi beban dan lendutan pada lendutan 2,667 mm panel lapis gedek variasi 1



Gambar 4.22 Hubungan regresi beban dan lendutan pada lendutan 2,667 mm panel lapis gedek variasi 2

Tabel 4.4 Rekapitulasi Beban Hasil Pengujian Panel Lapis Gedek
Saat Lendutan 2,667 mm

Variasi Jenis Panel		No	Rekapitulasi Beban	
			Beban Pengujian (kg)	Beban Rata-rata (kg)
Gedek 1	0 cc	1	125	113,33
		2	110	
		3	105	
	100 cc	1	75	86,67
		2	100	
		3	85	
	200 cc	1	15	28,33
		2	25	
		3	45	
	300 cc	1	15	15,00
		2	15	
		3	15	
Gedek 2	0 cc	1	60	76,67
		2	85	
		3	85	
	100 cc	1	35	48,33
		2	70	
		3	40	
	200 cc	1	35	30,00
		2	35	
		3	20	
	300 cc	1	10	13,33
		2	15	
		3	15	

4.5. Pengujian Hipotesis

Hipotesis statistik dilakukan agar kita dapat membuat keputusan, yaitu keputusan menolak atau tidak menolak hipotesis yang sedang diuji. Pengujian ini tidak dapat dipakai untuk menentukan benar atau salah suatu percobaan yang dilakukan. Keputusan yang diambil bisa benar dan juga bisa salah, sehingga menyebabkan timbulnya resiko dalam pembuatan keputusan. Besar kecilnya resiko dinyatakan dalam nilai probabilitas.

4.5.1. Uji Analisis Varian Dua Arah

Pengujian Hipotesis dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah ada pengaruh dari variabel bebas (perbandingan busa lerak dan tulangan gedek) terhadap

variabel tak bebas (berat dan kuat lentur) pada pengujian panel lapis gedek. Pengujian Hipotesis dengan menggunakan analisis varian dua arah.

Perhitungan mengenai masalah analisis variansi untuk percobaan dwifaktor dengan n replikasi adalah sebagai berikut :

Tabel 4.5 Percobaan Dwifaktor dengan n Replikasi

A	B				Jumlah
	1	2	...	b	
1	$T_{11.}$	$T_{12.}$	...	$T_{1b.}$	$T_{1..}$
2	$T_{21.}$	$T_{22.}$	...	$T_{2b.}$	$T_{2..}$
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
a	$T_{a1.}$	$T_{a2.}$	...	$T_{ab.}$	$T_{a..}$
Jumlah	$T_{.1.}$	$T_{.2.}$	...	$T_{.b.}$	$T_{...}$

a. Perhitungan JKT (Jumlah Kuadrat Tengah)

$$JKT = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n y_{ijk}^2 - \frac{T_{...}^2}{abn}$$

b. Perhitungan JKA (Jumlah Kuadrat A)

$$JKA = \frac{\sum_{i=1}^a T_{i..}^2}{bn} - \frac{T_{...}^2}{abn}$$

c. Perhitungan JKB (Jumlah Kuadrat B)

$$JKB = \frac{\sum_{j=1}^b T_{.j.}^2}{an} - \frac{T_{...}^2}{abn}$$

d. Perhitungan JK(AB) (Jumlah Kuadrat Interaksi A dan B)

$$JK(AB) = \frac{\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b T_{ij.}^2}{n} - \frac{\sum_{i=1}^a T_{i..}^2}{bn} - \frac{\sum_{j=1}^b T_{.j.}^2}{an} + \frac{T_{...}^2}{abn}$$

e. Perhitungan JKG (Jumlah Kuadrat Galat)

$$JKG = JKT - JKA - JKB - JK(AB)$$

Tabel 4.6 Analisis variansi untuk percobaan dwifaktor dengan n replikasi

Sumber Variansi	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Rataan Kuadrat	F hitungan
Pengaruh utama A	JKA	$a - 1$	$S_1^2 = \frac{JKA}{a - 1}$	$F_1 = \frac{S_1^2}{S^2}$
Pengaruh utama B	JKB	$b - 1$	$S_2^2 = \frac{JKB}{b - 1}$	$F_2 = \frac{S_2^2}{S^2}$
Interaksi dwifaktor AB	JK(AB)	$(a - 1)(b - 1)$	$S_3^2 = \frac{JK(AB)}{(a - 1)(b - 1)}$	$F_3 = \frac{S_3^2}{S^2}$
Galat	JKG	$ab(n - 1)$	$S^2 = \frac{JKG}{ab(n - 1)}$	
	JKT	$abn - 1$		

4.5.1.1. Pengujian Hipotesis untuk Mengetahui Pengaruh Variasi Busa Lerak dan Tulangan Gedek terhadap Berat Panel Lapis Gedek

Pengujian hipotesis pada penelitian ini dapat dilakukan untuk mengetahui apakah ada pengaruh variasi busa lerak dan tulangan gedek terhadap berat panel lapis gedek. Berikut adalah kriteria pengujian analisis varian dua arah :

H_0 = Tidak terdapat pengaruh variasi busa lerak dan tulangan gedek terhadap berat panel lapis gedek

H_1 = Terdapat pengaruh variasi busa lerak dan tulangan gedek terhadap berat panel lapis gedek

Level of significance $\alpha = 5\% = 0,05$

$n = 3$ (jumlah benda uji tiap perlakuan)

$a = 2$ (variasi tulangan gedek)

$b = 4$ (variasi kadar busa lerak)

Tabel 4.7 Data Analisis Statistik untuk Berat Panel Lapis Gedek

Variasi Gedek	Variasi Busa Lerak								Jumlah
	0 cc		100 cc		200 cc		300 cc		
1	32,46	92,08	23,60	70,14	16,38	46,75	13,69	39,89	248,86
	29,88		23,02		14,22		13,02		
	29,74		23,52		16,15		13,18		
2	26,06	83,92	20,98	65,42	19,18	56,57	14,12	41,57	247,48
	28,74		22,86		18,76		13,89		
	29,12		21,58		18,63		13,56		
Jumlah	176,00		135,56		103,32		81,46		496,34

Perhitungan jumlah kuadrat :

$$JKT = 32,46^2 + 29,88^2 + \dots + 13,56^2 - \frac{496,34^2}{2 \times 4 \times 3} = 11157,58 - 10264,72 = 892,85$$

$$JKA = \frac{248,86^2 + 247,48^2}{4 \times 3} - \frac{496,34^2}{2 \times 4 \times 3} = 10264,80 - 10264,72 = 0,079$$

$$JKB = \frac{176^2 + 135,56^2 + 103,32^2 + 81,46^2}{2 \times 3} - \frac{496,34^2}{2 \times 4 \times 3} = 11110,54 - 10264,72 = 845,82$$

$$JK(AB) = \frac{92,08^2 + 83,92^2 + \dots + 41,57^2}{2} - 10264,8 - 11110,54 + 10264,72 = 31,27$$

$$JKG = 892,85 - 0,079 - 845,82 - 31,27 = 15,68$$

Tabel 4.8 Hasil Analisis Variansi Data terhadap Berat Panel Lapis Gedek

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Rataan Kuadrat	F hitung	F hitung
Tulangan gedek	0,079	1	0,079	0,08	4,49
Kadar busa	845,82	3	281,94	287,70	3,24
lerak	31,27	3	10,42	10,64	3,24
Interaksi Galat	15,68	16	0,98		
Jumlah	892,85	23			

Kesimpulan :

- Karena $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh yang nyata dari variasi tulangan gedek terhadap berat panel lapis gedek.

- b. Karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang nyata dari kadar busa lerak terhadap berat panel lapis gedek.
- c. Karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang nyata dari interaksi variasi tulangan gedek dan kadar busa lerak terhadap berat panel lapis gedek.

4.5.1.2. Pengujian Hipotesis untuk Mengetahui Pengaruh Variasi Busa Lerak dan Tulangan Gedek terhadap Beban Batas Panel Lapis Gedek

Pengujian hipotesis pada penelitian ini dapat dilakukan untuk mengetahui apakah ada pengaruh variasi busa lerak dan tulangan gedek terhadap beban batas panel lapis gedek. Berikut adalah kriteria pengujian analisis varian dua arah :

H_0 = Tidak terdapat pengaruh variasi busa lerak dan tulangan gedek terhadap beban batas panel lapis gedek

H_1 = Terdapat pengaruh variasi busa lerak dan tulangan gedek terhadap beban batas panel lapis gedek

Level of significance $\alpha = 5\% = 0,05$

$n = 3$ (jumlah benda uji tiap perlakuan)

$a = 2$ (variasi tulangan gedek)

$b = 4$ (variasi kadar busa lerak)

Tabel 4.9 Data Analisis Statistik untuk Beban Batas Panel Lapis Gedek

Variasi Gedek	Variasi Busa Lerak								Jumlah
	0 cc		100 cc		200 cc		300 cc		
1	260	763	245	726	153	422	72	204	2115
	254		239		124		63		
	249		242		145		69		
2	200	640	215	635	131	382	54	152	1809
	215		220		129		51		
	225		200		122		47		
Jumlah	1403		1361		804		356		3924

Perhitungan jumlah kuadrat :

$$JKT = 260^2 + 254^2 + \dots + 47^2 - \frac{3936^2}{2 \times 4 \times 3} = 771438 - 641574 = 129864$$

$$JKA = \frac{2115^2 + 1809^2}{4 \times 3} - \frac{3936^2}{2 \times 4 \times 3} = 645475,5 - 641574 = 3901,5$$

$$JKB = \frac{1415^2 + 1361^2 + 804^2 + 356^2}{2 \times 3} - \frac{3936^2}{2 \times 4 \times 3} = 765647 - 641574 = 124073$$

$$JK(AB) = \frac{763^2 + 652^2 + \dots + 152^2}{2} - 645475,5 - 765647 + 641574 = 717,5$$

$$JKB = 129864 - 3901,5 - 124073 - 717,5 = 1172$$

Tabel 4.10 Hasil Analisis Variansi Data terhadap Beban Batas Panel Lapis Gedek

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Rataan Kuadrat	F hitung	F hitung
Tulangan gedek	3901,5	1	3901,5	53,26	4,49
Kadar busa	124073	3	41357,67	564,61	3,24
lerak	717,5	3	239,17	3,27	3,24
Interaksi Galat	1172	16	73,25		
Jumlah	129864	23			

Kesimpulan :

- Karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang nyata dari variasi tulangan gedek terhadap beban batas panel lapis gedek.
- Karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang nyata dari kadar busa lerak terhadap beban batas panel lapis gedek.
- Karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang nyata dari interaksi variasi tulangan gedek dan kadar busa lerak terhadap beban batas panel lapis gedek.

4.5.1.3. Pengujian Hipotesis untuk Mengetahui Pengaruh Variasi Busa Lerak dan Tulangan Gedek terhadap Lendutan Panel Lapis Gedek

Pengujian hipotesis pada penelitian ini dapat dilakukan untuk mengetahui apakah ada pengaruh variasi busa lerak dan tulangan gedek terhadap lendutan panel lapis gedek. Berikut adalah kriteria pengujian analisis varian dua arah :

H_0 = Tidak terdapat pengaruh variasi busa lerak dan tulangan gedek terhadap beban batas panel lapis gedek

H_1 = Terdapat pengaruh variasi busa lerak dan tulangan gedek terhadap beban batas panel lapis gedek

Level of significance $\alpha = 5\% = 0,05$

$n = 3$ (jumlah benda uji tiap perlakuan)

$a = 2$ (variasi tulangan gedek)

$b = 4$ (variasi kadar busa lerak)

Tabel 4.11 Data Analisis Statistik untuk Lendutan Panel Lapis Gedek

Variasi Gedek	Variasi Busa Lerak								Jumlah
	0 cc		100 cc		200 cc		300 cc		
1	6,98		15,21		24,46		25,44		200,12
	7,59	21,41	10,34	39,84	22,62	69,34	21,44	69,54	
	6,84		14,28		22,26		22,65		
2	17,11		25,52		22,49		25,24		246,56
	19,22	55,70	17,26	57,75	21,00	62,74	21,92	70,37	
	19,37		14,97		19,25		23,21		
Jumlah	77,11		97,59		132,08		139,90		446,48

Perhitungan jumlah kuadrat :

$$JKT = 260^2 + 254^2 + \dots + 47^2 - \frac{3936^2}{2 \times 4 \times 3} = 9105,11 - 8313,33 = 791,79$$

$$JKA = \frac{2115^2 + 1821^2}{4 \times 3} - \frac{3936^2}{2 \times 4 \times 3} = 8403,2 - 8313,33 = 89,87$$

$$JKB = \frac{1415^2 + 1361^2 + 804^2 + 356^2}{2 \times 3} - \frac{3936^2}{2 \times 4 \times 3} = 8747,68 - 8313,33 = 434,35$$

$$JK(AB) = \frac{763^2 + 652^2 + \dots + 152^2}{2} - 8403,2 - 8747,68 + 8313,33 = 167,01$$

$$JKG = 791,79 - 89,87 - 434,35 - 167,01 = 100,55$$

Tabel 4.12 Hasil Analisis Variansi Data terhadap Lendutan Panel Lapis Gedek

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Rataan Kuadrat	F hitung	F hitung
Tulangan gedek	89,87	1	89,87	14,30	4,49
Kadar busa lerak	434,35	3	144,78	23,04	3,24
Interaksi	167,01	3	55,67	8,86	3,24
Galat	100,55	16	6,28		
Jumlah	791,79	23			

Kesimpulan :

- Karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang nyata dari variasi tulangan gedek terhadap lendutan panel lapis gedek.
- Karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang nyata dari kadar busa lerak terhadap lendutan panel lapis gedek.
- Karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang nyata dari interaksi variasi tulangan gedek dan kadar busa lerak terhadap lendutan panel lapis gedek.

4.5.2. Uji Analisis Regresi

Beberapa bentuk persamaan regresi dapat dicoba seperti bentuk linier, polinomial atau logaritma. Namun nilai-nilai yang dicari dari percobaan panel lapis gedek berupa kurva lengkung sehingga lebih ditekankan pada bentuk polinomial berganda.

Selanjutnya dalam memilih bentuk regresi terbaik digunakan angka determinasi (R^2) dan angka korelasi (R) sehingga kriteria penilaian R^2 dan R yang diperoleh dari analisis regresi menunjukkan keterangan model dan keterkaitan variabel bebas dan variabel terikat.

Dengan bantuan program *SPSS* dicoba persamaan derajat (kuadratik) dan didapatkan hasil sebagai berikut.

4.5.2.1. Analisis Regresi Berat

Didapatkan :

$$y = 7,74 \times 10^{-5}x^2 - 0,076x + 29,35$$

Dimana :

y = berat panel

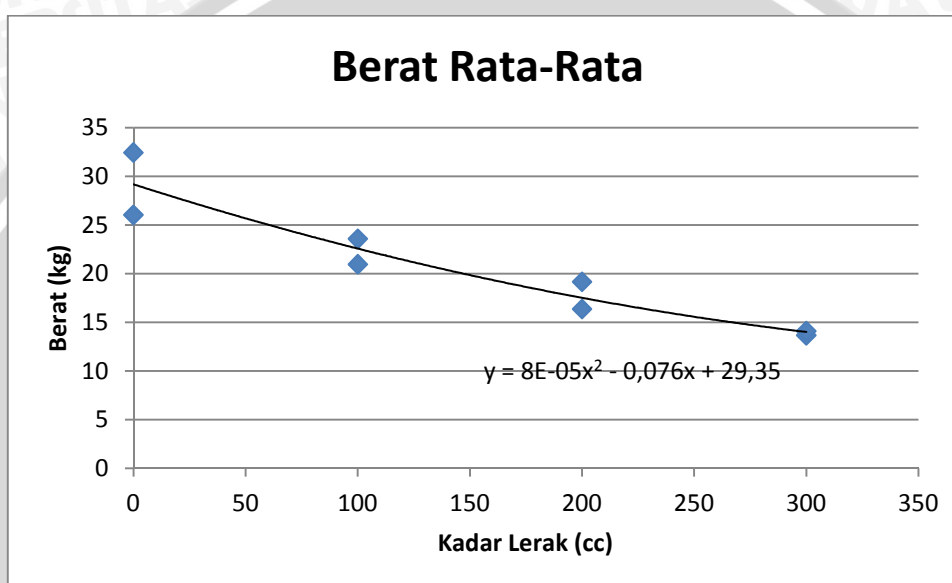
x = kadar busa lerak

Dengan nilai $R^2 = 0,973$ dan $R = 0,947$, menunjukkan bahwa variabel-variabel di atas menyokong berat panel sebesar 97,3%. Selanjutnya dilakukan analisis regresi dengan resiko kesalahan 5% ($\alpha = 0,05$) dan perulangan sebanyak 3 kali.

Tabel 4.13 Analisis Regresi Hubungan Kadar Lerak dengan Berat Panel Lapis Gedek

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F hitung
Regresi	2	845,780	422,890	188,659	4,32
Galat	21	47,073	2,242		
Jumlah	23	892,853			

Pada tabel di atas F hitung regresi > F tabel, maka persamaan regresi dapat digunakan.



Gambar 4.23 Hubungan regresi variasi kadar lerak dan berat panel lapis gedek

4.5.2.2. Analisis Regresi Beban Batas

Didapatkan :

$$y = -0.002x^2 - 0,109x + 239,03$$

Dimana :

y = beban batas panel

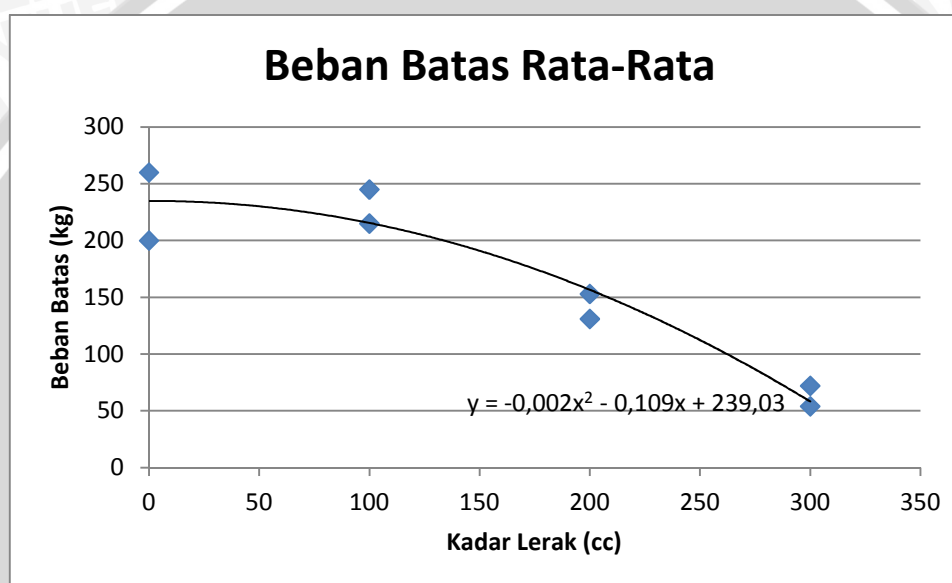
x = kadar busa lerak

Dengan nilai $R^2 = 0,965$ dan $R = 0,930$, menunjukkan bahwa variabel-variabel di atas menyokong beban batas panel sebesar 96,5%. Selanjutnya dilakukan analisis regresi dengan resiko kesalahan 5% ($\alpha = 0,05$) dan perulangan sebanyak 3 kali.

Tabel 4.14 Analisis Regresi Hubungan Kadar Lerak dengan
Beban Batas Panel Lapis Gedek

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F hitung
Regresi	2	120828,200	60414,100	140,408	4,32
Galat	21	9035,800	430,276		
Jumlah	23	129864,000			

Pada tabel di atas F hitung regresi > F tabel, maka persamaan regresi dapat digunakan.



Gambar 4.24 Hubungan regresi variasi kadar lerak dan beban batas panel lapis gedek

4.5.2.3. Analisis Regresi Lendutan

Didapatkan :

$$y = -5,270 \times 10^{-5}x^2 - 0,053x + 12,513$$

Dimana :

y = lendutan panel

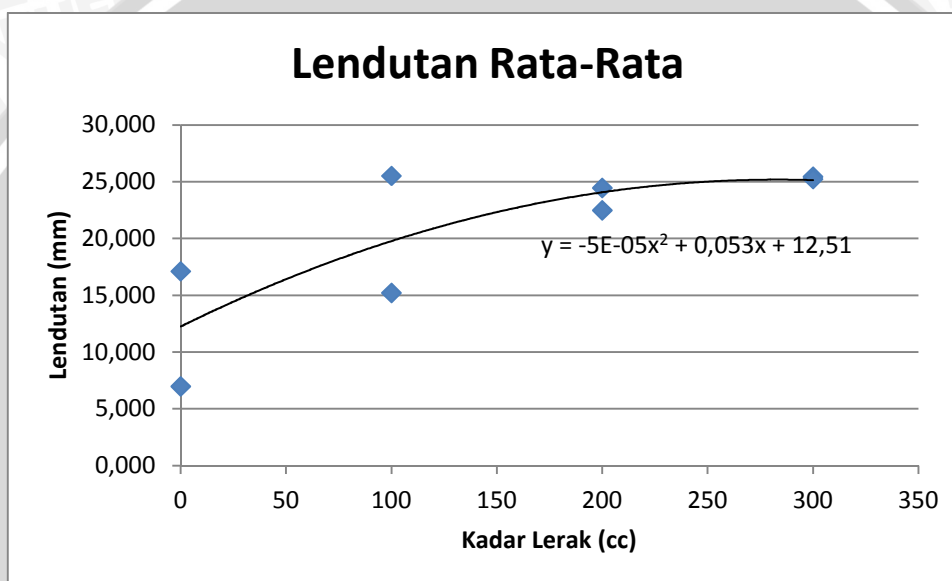
x = kadar busa lerak

Dengan nilai $R^2 = 0,729$ dan $R = 0,531$, menunjukkan bahwa variabel-variabel di atas menyokong lendutan panel sebesar 72,9%. Selanjutnya dilakukan analisis regresi dengan resiko kesalahan 5% ($\alpha = 0,05$) dan perulangan sebanyak 3 kali.

Tabel 4.15 Analisis Regresi Hubungan Kadar Lerak dengan
Lendutan Panel Lapis Gedek

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F hitung
Regresi	2	420,556	210,278	11,896	4,32
Galat	21	371,218	17,677		
Jumlah	23	791,775			

Pada tabel di atas F hitung regresi > F tabel, maka persamaan regresi dapat digunakan.



Gambar 4.25 Hubungan regresi variasi kadar lerak dan lendutan panel lapis gedek

BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian tersebut adalah sebagai berikut :

1. Dari perhitungan analisis variansi untuk faktor variasi kadar busa lerak terhadap berat dengan $\alpha = 0,05$ didapatkan nilai F tabel(3,16) sebesar 3,24 dan nilai F hitung sebesar 287,70. Sehingga F hitung $>$ F tabel maka diambil keputusan H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini menunjukkan bahwa kadar busa lerak mempengaruhi berat panel lapis gedek. Hal ini ditunjukkan juga pada grafik berat rata-rata panel yang menunjukkan bahwa semakin banyak busa lerak yang ditambahkan maka semakin ringan panel tersebut.
2. Dari perhitungan analisis variansi untuk faktor variasi kadar busa lerak terhadap kekuatan lentur didapatkan dua data yaitu beban batas dan lendutan :
 - a. Untuk faktor variasi kadar busa lerak terhadap beban batas dengan $\alpha = 0,05$ didapatkan nilai F tabel(3,16) sebesar 3,24 dan nilai F hitung sebesar 564,61. Sehingga F hitung $>$ F tabel maka diambil keputusan H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini menunjukkan bahwa variasi kadar busa lerak mempengaruhi beban batas pada panel lapis gedek. Hal ini ditunjukkan juga pada grafik beban batas rata-rata panel yang menunjukkan bahwa semakin banyak busa lerak yang ditambahkan maka semakin kecil beban yang dapat ditahan panel tersebut.
 - b. Untuk faktor variasi kadar busa lerak terhadap lendutan dengan $\alpha = 0,05$ didapatkan nilai F tabel(3,16) sebesar 3,24 dan nilai F hitung sebesar 23,04. Sehingga F hitung $>$ F tabel maka diambil keputusan H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini menunjukkan bahwa kadar busa lerak juga ikut mempengaruhi lendutan pada panel lapis gedek.
3. Dari perhitungan analisis variansi untuk faktor interaksi jumlah lapisan gedek dan kadar busa lerak terhadap kekuatan lentur didapatkan dua data yaitu beban batas dan lendutan :
 - a. Untuk faktor interaksi jumlah lapisan gedek dan kadar busa lerak terhadap beban batas dengan $\alpha = 0,05$ didapatkan nilai F tabel(3,16) sebesar 3,24 dan

nilai F hitung sebesar 3,27. Sehingga F hitung $> F$ tabel maka diambil keputusan H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini menunjukkan bahwa interaksi jumlah lapisan gedek dan kadar busa lerak juga ikut mempengaruhi beban batas pada panel lapis gedek.

- b. Untuk faktor interaksi jumlah lapisan gedek dan kadar busa lerak terhadap lendutan dengan $\alpha = 0,05$ didapatkan nilai F tabel(3,16) sebesar 3,24 dan nilai F hitung sebesar 6,28. Sehingga F hitung $> F$ tabel maka diambil keputusan H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini menunjukkan bahwa interaksi jumlah lapisan gedek dan kadar busa lerak juga ikut mempengaruhi lendutan pada panel lapis gedek.

5.2. Saran

Sebelum melakukan penelitian yang perlu diperhatikan perencanaan awal (*preliminary design*), karena hal ini sangat penting dalam menentukan kelancaran dan keakuratan pelaksanaan sebuah penelitian. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penentuan variasi terhadap variabel bebas (tulangan gedek dan kadar busa lerak) agar memperoleh hasil yang lebih baik pada penelitian selanjutnya adalah :

1. Dalam penentuan variasi kadar busa lerak, ternyata berpengaruh terhadap berat dan kuat lentur panel lapis gedek. Dalam penelitian selanjutnya perlu penambahan variasi kadar busa lerak, misalnya dengan interval 25 cc atau 50 cc. Hal ini diharapkan supaya didapatkan variasi kadar busa lerak yang paling optimum untuk panel lapis gedek.
2. Dalam penentuan variasi tulangan gedek, ternyata berpengaruh terhadap kuat lentur panel lapis gedek. Dalam penelitian selanjutnya perlu penambahan variasi banyaknya jumlah lapisan gedek. Hal ini diharapkan dapat diketahui apakah jumlah lapisan gedek berpengaruh nyata terhadap kuat lentur panel lapis gedek didasarkan pada banyaknya jumlah lapisan tulangan.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan penelitian agar memperoleh hasil yang lebih baik pada penelitian selanjutnya adalah :

1. Jumlah benda uji harus dibuat lebih banyak, agar keakuratan data bisa didapatkan.
2. Lerak setelah diambil sarinya jangan terlalu lama disimpan karna diduga bisa menurunkan kualitas dari sari itu sendiri.

3. Mengacu pada penelitian pendahuluan, banyaknya perbedaan hasil diduga disebabkan karena perbedaan bahan yang digunakan. Penentuan bahan-bahan yang lebih baik bisa berpengaruh untuk penelitian ke depannya. Misalnya penggunaan pasir dengan BJ yang lebih rendah sehingga didapatkan beton yang lebih ringan lagi.
4. Pengecoran panel dengan variasi yang sama sebaiknya dilakukan secara bersamaan, agar didapatkan benda uji yang seragam dalam satu variasi. Dalam satu variasi, penuangan busa lerak diusahakan bersamaan antara benda uji yang satu dengan yang lain.
5. Bekisting yang digunakan sebaiknya seragam dan sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan, agar benda uji seragam dan tidak mengalami penggelembungan pada panel. Disarankan untuk menggunakan bekisting besi karena pada saat pelepasan lebih mudah dan bekisting tidak merusak panel seperti pada bekisting kayu.
6. Sebelum pengujian benda uji, diharapkan peneliti mengetahui komponen-komponen pendukung alat tersebut, mengetahui alat tersebut bekerja dengan baik dan mengetahui tata cara alat tersebut bekerja.

