

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1. Penelitian Sebelumnya

Yung dkk (2013) melakukan penelitian yang berjudul “Studi Tentang Sifat Ketahanan Karet Ban Bekas yang Diterapkan untuk Beton yang Memadat Sendiri”. Tujuan dari penelitian ini menguji sifat campuran beton dan karet ban bekas dengan komposisi yang berbeda. Metode yang digunakan ialah membuat benda uji dengan komposisi 5%, 10%, 15%, 20%, yang selanjutnya akan dilakukan uji tekan, uji ultrasonic, dan penyusutan. Benda uji berbentuk silinder, benda uji dilakukan pengujian pada umur 7 hari, 28 hari, dan 91 hari. Hasil dari eksperimen yang dilakukan didapatkan kuat tekan pada campuran ban bekas 10% memiliki nilai yang lebih tinggi daripada campuran lain, penyusutan lebih tinggi terjadi pada campuran ban bekas 20%, dan kecepatan ultrasonik berkurang ketika lebih banyak campuran ban bekas didalam beton.

Yuhesti (2014) telah melakukan penelitian yang berjudul “Kajian Eksperimental Penggunaan Limbah Biji Karet Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton Ringan Kombinasi Pasir Tajung Raja dan *Conplast* WP421”. Tujuan dari penelitiannya adalah untuk mengetahui berat jenis beton dengan penggantian agregat kasar menjadi biji karet, serta mengetahui kuat tekan beton campuran beton dan biji karet. Pengujian yang dilakukan meliputi uji *Slump*, uji kuat tekan. Benda uji yang digunakan dalam melakukan eksperimen adalah biji karet yang akan menjadi pengganti agregat kasar dalam campuran beton. Digunakan bahan tambah *Integral Waterproofing* dengan jenis *Conplast* WP421. Kadar *Conplast* WP421 yang digunakan adalah 1,5 liter/m³. Hasil yang didapatkan setelah melakukan eksperimen adalah tidak menunjukkan peningkatan kuat tekan dibanding dengan beton normal, hal ini dimungkinkan karena tingkat *workability* kecil sehingga kerekatan campuran tidak maksimal.

Putra (2015) telah melakukan penelitian yang berjudul “Perilaku Lentur Beton Yang Menggunakan Limbah Ban Sebagai Agregat”. Tujuan dari penelitian ini menganalisis perilaku lentur dan kekuatan lentur balok yang menggunakan limbah ban bekas sebagai pengganti agregat. Metode yang digunakan yaitu membuat benda uji dengan cetakan ukuran $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}^3$ sebanyak 21 buah dimana semuanya akan dilakukan pengujian kuat lentur. Benda uji yang digunakan adalah substitusi variasi *crumb rubber* pada pasir dan *tire chips* pada kerikil dalam beton yaitu 0%, 10%, 20%, dan 30%. Pembuatan benda uji meliputi beton normal 3 buah, beton pengganti agregat kasar dengan berbagai variasi masing-masing 3 buah, dan beton pengganti agregat halus dengan berbagai variasi masing-masing 3 buah. Hasil penelitian pada umur 28 hari kuat lentur beton menunjukkan pada variasi 10% lebih tinggi dibandingkan beton normal, namun pada variasi lebih dari 10% menunjukkan bahwa kuat lentur yang dimiliki lebih kecil daripada beton normal.

Liang dkk (2016) telah melakukan penelitian yang berjudul “Properti Redaman Beton Agregat Daur Ulang”. Tujuan dari penelitian ini adalah meneliti pengaruh pergantian agregat kasar dengan agregat daur ulang terhadap tingkat redaman yang dihasilkan. Metode yang digunakan yaitu membuat benda uji dengan variasi persentase pergantian agregat daur ulang. Terdapat 2 variasi benda uji yaitu benda uji berbentuk silinder dan balok. Benda uji silinder digunakan untuk menguji lentur dengan alat uji lentur dinamis dengan menggunakan perangkat, kemudian pada benda uji balok dilakukan uji redaman. Benda uji yang digunakan dibedakan menjadi 4 variasi, yaitu beton biasa, beton pergantian agregat daur ulang ukuran 5 – 20 mm, beton pergantian agregat daur ulang ukuran 5 – 10 mm, dan beton pergantian agregat daur ulang ukuran 10 – 20 mm. Hasil dari pengujian yang dilakukan didapatkan hasil bahwa terjadi peningkatan yang cukup signifikan, pada uji lentur diketahui mengalami peningkatan lentur dibandingkan dengan beton biasa, dan hasil dari uji redaman memiliki nilai yang tinggi dibandingkan dengan beton biasa.

Yansiku (2017) telah melakukan penelitian yang berjudul “Perilaku Kekuatan Beton dengan Partikel Gelas dan Karet Ban Bekas Sebagai Pengganti Pasir Alam”. Tujuan dari penelitian ini menentukan karakteristik beton yang tersusun dari material bekas siap pakai sebagai pengganti pasir alam. Pengujian yang dilakukan meliputi uji *slump*, kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur. Target yang dicapai untuk keseluruhan adalah 40 MPa. Pengujian dilakukan dengan 5 benda uji, yaitu beton normal (CC40), campuran beton dengan gelas (GS100) penggantian pasir dengan gelas 100%, dan campuran beton dengan karet ban bekas (R1, R2, R3) dengan campuran karet ban bekas 10%, 20%, 30%. Hasil dari eksperimen yang telah dilakukan diketahui bahwa penggantian material pasir alam dengan karet dalam rasio kecil menghasilkan kapasitas tekan, tarik dan lentur yang lebih baik dibandingkan dengan penggantian dalam jumlah lebih besar. Beton dengan kandungan partikel karet minimal dapat mempertahankan tingkat daya serap air yang lebih baik dibandingkan beton konvensional, namun menurunkan kuat tekan beton secara signifikan.

Gerges dkk (2018) telah melakukan penelitian yang berjudul “Beton Karet : Sifat Mekanis dan Dinamis”. Tujuan dari penelitian ini untuk melakukan eksperimen efek dari penggantian agregat halus dengan bubuk karet daur ulang dalam campuran beton. Metode yang digunakan adalah membuat benda uji sebanyak 20 benda uji dengan berbagai capaian target MPa yang telah ditentukan, dan juga ketentuan berapa persen penggantian agregat halus dengan karet daur ulang. Setelah itu akan diuji kuat tekan beton, kuat tarik, dan tumbukan. Target f_c' yang ditentukan adalah 30 MPa, 35 MPa, 40 MPa, dan 50 MPa. Masing-masing target f_c' terdapat 4 benda uji dengan penggantian agregat halus dengan karet daur ulang yaitu 5%, 10%, 15%, dan 20%. Total keseluruhan benda uji sebanyak 20 benda uji, dan pengujian dilakukan pada umur 28 hari. Hasil dari eksperimen yang dilakukan diketahui bahwa kuat tekan dan kuat lentur yang dihasilkan mengalami penurunan pada campuran beton dan karet daur ulang dengan beton tanpa campuran, serta mengalami penurunan kuat tumbukan ada campuran beton dan karet daur ulang dibandingkan dengan beton tanpa campuran.

Lee dkk (2018) telah melakukan penelitian yang berjudul “Properti Redaman Beton Pracetak dengan Agregat Kasar Dilapisi dengan Poliuretan”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan tingkat rasio redaman antara beton pracetak normal, dengan beton pracetak campuran poliuretan. Metode yang digunakan adalah membuat 2 benda uji, yaitu beton pracetak biasa, dan beton dengan campuran poliuretan. Pengujian yang dilakukan yaitu uji kepadatan, kekuatan dan redaman. Hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penambahan campuran poliuretan pada beton meningkatkan daya redam yang cukup signifikan yaitu 10% dalam kisaran 10 Hz hingga 200 Hz, kurang lebih 10 kali lipat dari beton pracetak biasa, tetapi mengalami penurunan dalam hal mekanik.

Wang dkk (2019) melakukan penelitian yang berjudul “Evaluasi Kinerja Mekanik dan Daya Tahan Lapisan Karet Beton Epoksi yang Dimodifikasi” yang memiliki tujuan untuk meneliti sifat mekanik dari campuran beton dan karet. Metode yang digunakan melalui tes laboratorium yang akan diteliti mengenai perilaku antar partikel karet dengan beton, dan sifat mekanik yang dimiliki. Benda uji yang digunakan yaitu campuran beton dengan penambahan karet sebesar 5% dan 10%. Hasil yang didapatkan dari eksperimen melalui laboratorium adalah melalui pengamatan gambar SEM dapat diketahui bahwa ikatan antar partikel baik antara karet dan resin epoksi, serta partikel yang ditambahkan pada campuran meningkatkan kinerja mekanik dari beton epoksi terutama pada kuat tekan dan kuat tarik.

Martinez-Barrera dkk (2019) melakukan penelitian yang berjudul “Serat Ban Daur Ulang yang Dimodifikasi Oleh Radiasi Gamma dan Penggunaannya Pada Peningkatan Beton Polimer”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk perbaikan sifat beton polimer dengan penggunaan serat ban daur ulang sebagai pengganti pasir. Pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tekan dan uji kuat lentur. Metode yang digunakan yaitu membuat benda uji dengan penggantian pasir silika sebanyak 0,3%, 0,6%, 0,9%, dan 1,2 % terhadap volume pasir silika yang digunakan pada campuran beton. Hasil dari eksperimen yang dilakukan dapat diketahui bahwa perbaikan sifat mekanik beton polimer berdasarkan penggunaan serat ban daur

ulang dan radiasi gamma, terjadi peningkatan tertinggi kekuatan tekan sebanyak 41%, dan peningkatan tertinggi pada kekuatan lentur hingga 37%. Sedangkan, untuk beton dengan serat ban dan radiasi langsung menggunakan analisi XRD diketahui bahwa terjadi deformasi tekan sebanyak 95%, dan terjadi ikatan silang antara radiasi dengan resin polyester dan serat ban daur ulang.

Bihst dan P. V. Ramana (2019) melakukan penelitian yang berjudul “Konversi Limbah Menjadi Sumber Daya Serbuk Karet untuk Produksi Beton Tahan Asam Sulfat”. Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah untuk memanfaatkan limbah ban bekas sebagai pengganti agregat halus dalam beton, dan meneliti perilaku konkret yang terjadi terhadap asam lingkungan. Metode yang digunakan yaitu membuat benda uji dengan tingkat substitusi 4%, 4,45%, 5%, dan 5,5% terhadap agregat halus. Pengujian yang dilakukan adalah uji ketahanan bahan kimia asam kemudian dilakukan uji tekan, kemudian serbuk yang hancur dilakukan uji sinar X untuk identifikasi radiasi panjang gelombang. Pengujian lain yang dilakukan adalah uji FESEM/EDAX yang bertujuan untuk identifikasi perubahan struktur mikro pada sampel beton, selanjutnya dilakukan uji analisis termal dengan menggunakan *Analyzer termal perkinelmer* pada tingkat pemanasan 10 C/menit. Pengujian terakhir yaitu uji gugus molekul dalam sampel beton dengan Transmisi FTIR. Hasil dari eksperimen yang telah dilakukan didapatkan bahwa pencampuran beton dengan serbuk karet mengurangi pemecahan beton dan disintegrasi, dan telah terbukti melalui difraksi sinar X. Penggunaan serbuk karet sebagai pengganti agregat halus 4% dapat mencegah penurunan kinerja kondisi asam yang dapat merusak beton, sehingga penggunaan serbuk karet sebagai pengganti agregat halus dapat diterapkan sebagai pengurangan ketergantungan terhadap agergat halus alami untuk pembuatan beton non struktural.

Faizah dkk (2019) melakukan penelitian yang berjudul “Investigasi Sifat Mekanik dan Redaman Perilaku Mortar Keras dengan Serutan Ban Karet”. Tujuan dari penelitian ini adalah meningkatkan kekuatan dinding dengan mortar campuran serutan ban bekas, guna mencegah keruntuhan secara tiba-tiba. Metode yang digunakan adalah membuat 3 macam benda uji yaitu kubus ukuran 50x50x50 mm³, benda uji tarik, dan balok ukuran 100x100x500 mm³ yang akan diuji kuat tekan,

kuat lentur, dan kuat tarik, serta redam. Hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa penambahan serutan karet ban menyebabkan menurunnya kekuatan tekan, kekuatan tarik, dan lentur. Meskipun secara kekuatan mekanik beton mengalami penurunan pada setiap bertambahnya campuran serutan karet ban, namun pada kemampuan daya redam getaran, benda uji mengalami peningkatan daya redam yang signifikan.

2.1.2. Perbedaan Penelitian Sebelumnya dan Sekarang

Tabel 2.1 Perbedaan penelitian sebelumnya dan sekarang

No	Penelitian	Tahun	Jenis Penelitian	Perbedaan	
				Terdahulu	Sekarang
1.	A Study Of The Durability Properties Of Waste Tire Rubber Applied To Self-Compacting Concrete	2013	Uji Lab	Bahan yang digunakan campuran karet ban bekas dan beton yang memadat sendiri	Bahan yang digunakan serutan karet ban bekas dan beton normal
2.	Kajian Eksperimental Penggunaan Limbah Biji Karet Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton Ringan Kombinasi Pasir Tanjung Raja Dan <i>Conplast</i> Wp421	2014	Uji Lab	Penggantian agregat kasar dengan biji karet	Penggantian agregat halus dengan serutan karet ban bekas
3.	Perilaku Lentur Beton Yang Menggunakan Limbah Ban Sebagai Agregat	2015	Uji Lab	Penggantian agregat kasar dengan limbah ban	Penggantian agregat halus dengan serutan karet ban bekas
4.	The Damping Property Of Recycled Aggregate Concrete	2016	Uji Lab	Penggantian agregat kasar dengan agregat daur ulang	Penggantian agregat halus dengan serutan karet ban bekas

Tabel 2.1 Perbedaan penelitian sebelumnya dan sekarang(lanjutan)

No	Penelitian	Tahun	Jenis Penelitian	Perbedaan	
				Terdahulu	Sekarang
5.	Perilaku Kekuatan Beton Dengan Partikel Gelas Dan Karet Ban Bekas Sebagai Pengganti Pasir Alam	2017	Uji Lab	Penggantian agregat halus (pasir alam) dengan partikel gelas dan karet ban bekas	Penggantian agregat halus dengan serutan karet ban bekas
6.	Rubber concrete: Mechanical And Dynamical Properties	2018	Uji Lab	Uji tekan, kuat tarik, dan tumbukan	Uji tekan, dan daya redam
7.	Damping Property Of Prepacked Concrete Incorporating Coarse Aggregates Coated With Polyurethane	2018	Uji Lab	Bahan campur beton pracetak normal dan poliuretan (campuran plastik dan karet yang dicairkan)	Bahan pengganti agregat halus dengan serutan karet ban bekas
8.	Mechanical And Durability Performance Evaluation Of Crumb Rubber-Modified Epoxy Polymer Concrete Overlays	2019	Uji Lab	Menganalisis perilaku partikel beton dan karet, serta sifat dinamik yang dimiliki	Menganalisis daya redam campuran beton dan serutan karet ban bekas (karet)
9.	Modified Recycled Tire Fibers By Gamma Radiation And Their Use On The Improvemen Of Polymer Concrete	2019	Uji Lab	Bahan pengganti yang digunakan modifikasi serat ban daur ulang dan radiasi gamma	Bahan pengganti yang digunakan serutan karet ban bekas
10.	Waste To Resource Conversion Of Crumb Rubber For Production Of Sulphuric Acid Resistant Concrete	2019	Uji Lab	Uji tekan dengan tambahan kimia asam	Uji tekan tanpa tambahan bahan kima

Tabel 2.1 Perbedaan penelitian sebelumnya dan sekarang(lanjutan)

No	Penelitian	Tahun	Jenis Penelitian	Perbedaan	
				Terdahulu	Sekarang
11.	An Investigation on Mechanical Properties and Damping Behaviour of Hardened Mortar with Rubber Tire Crumbs (RTC)	2019	Uji Lab	Benda uji menggunakan campuran agregat halus dan semen (mortar)	Benda uji menggunakan campuran agregat halus, kasar, dan semen.

2.1.3. Keaslian Penelitian

Dari berbagai penelitian sebelumnya perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai campuran beton dan serutan karet ban bekas untuk mengetahui kelayakan pemanfaatan serutan karet ban bekas, guna menciptakan beton ramah lingkungan yang tahan akan getaran. Oleh karena itu, penelitian kali ini akan membandingkan beton normal dengan beton dengan campuran serutan karet ban bekas terhadap daya redam yang dimiliki dengan alat uji *akselerometer* getaran.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Beton

Beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. (SNI 03-2847-2002) Beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat jenis tidak lebih dari 1900 kg/m³. (SNI 03-2847-2002). Material penyusun beton adalah

1. Semen

Semen adalah bahan pengikat yang bersifat adesif maupun kohesif. Menurut Standar Insudtri Indonesia, semen Portland yaitu semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis bersama bahan-bahan yang biasa digunakan yaitu gypsum. (SII, 0013-1981).

Sedangkan menurut SNI, semen OPC (*Ordinary Portland Cement*) yaitu semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen Portland

terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. (SNI 15-2049-2004).

2. Agregat

Agregat merupakan material granular, misalnya pasir, krikil, batu pecah dan kerak tungku pijar yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton atau adukan semen hidrolik (SNI 03 – 2847 – 2002).

3. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disentrigrasi alami dari batuan taua berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 4,75 mm (No.4) sampai 40 mm (No. 1,5 inci). (SNI 1970-2008). Agregat kasar terdiri dari kerikil atau batu pecah dengan partikel butir lebih besar dari 5 mm atau antara 9,5 mm dan 37,5 mm. (ASTM C33)

4. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat besar butir maksimum 4,76 mm berasal dari alam atau hasil alam, sedangkan agregat halus olahan adalah agregat halus yang dihasilkan dari pecahan dan pemisahan butiran dengan cara penyaringan atau cara lainnya dari batuan atau terak tanur tinggi. (SNI 03-6820-2002). Agregat halus umumnya berupa pasir dengan partikel butir lebih kecil dari 5 mm atau lolos saringan No.4 dan tertakan pada saringan No.200. (ASTM C33)

5. Air

Air dalam pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membahasi agregat dan memberi kemudahan dalam pengerjaan beton. Air yang digunakan pada proses pencampuran beton jika terlalu sedikit maka menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, tetapi jika terlalu banyak beton akan mengalami penyusutan saat beton mengeras, dan kuat tekan beton akan menurun.

2.2.2. Limbah Ban Karet

Limbah ban karet adalah ban karet yang sudah tidak digunakan lagi karena faktor tertentu yang menyebabkan ban tersebut tidak layak pakai untuk kendaraan. Semakin banyak ban karet yang tidak digunakan semakin banyak sampah ban karet yang menumpuk, dan sulit untuk diatasi karena tidak mudah dalam mendaur ulang ban karet. Limbah ini sulit terurai selayaknya limbah plastic yang tidak akan hancur atau terurai dengan sendirinya selama bertahun-tahun. Dilansir dari salah satu media *Daily Mail* (2013) setiap tahunnya di wilayah tandus Sulaibiya, Kuwait City, digali untuk menampung tumpukan ban bekas yang sudah hamper 7 juta ban. Kumpulan ban bekas tersebut tidak hanya berasal dari Kuwait, namun juga berasal dari negara-negara lain.

Di Indonesia, penggunaan kendaraan hampir tidak dapat dihindarkan lagi, bahkan 1 keluarga bisa memiliki leboh dari 1 kendaraan. Pada setiap kendaraan memiliki peraturan penggantian ban kendaraan masing-masing, secara tidak langsung bisa menyebabkan timbulnya masalah limbah ban bekas. Dilansir dari Kementrian Perindustrian Republik Indoensia (2017) menetapkan pembatasan impoer industri ban, selain untuk membatasi banyaknya ban yang ada di Indonesia, juga melindungi industry ban dalam negeri. Kementrian Perindustrian Republik Indonesia juga menetapkan pemeriksaan ketat pada impor ban berupa verifikasi laporan tertulis, bahkan menetapkan sanksi.

Dalam hal pemanfaatan ban bekas masyarakat sudah kreatif untuk mengelola limbah ban bekas menjadi barang yang bernilai ekonomi. Pemanfaatan ban bekas di masyarakat memiliki beberapa macam pengolahan yaitu, yang pertama dengan mempertahankan bentuk ban seperti hiasan dinding, pot tanaman yan kedua memodifikasi bentuk ban seperti tempat sampah, meja, kursi , dan yang ketiga merubah bentuk ban secara signifikan seperti serutan ban bekas, dan cairan pirolisis. Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan pemanfaatan limbah ban bekas akan semakin bervariasi dan kualitasnya pun akan berkembang lebih baik.

2.2.3. Karakteristik Beton

2.2.3.1 Kuat tekan beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Pengujian kuat tekan beton dilakukan untuk mengetahui kuat tekan beton dari benda uji. Beban maksimum didapat dari pengujian dengan menggunakan alat *compression testing machine*. (Shela Yuhesti, 2014)

Perhitungan kuat tekan menggunakan persamaan (2.1),

$$f'c = \frac{P_{\max}}{A} \dots\dots\dots(2.1)$$

dengan,

$f'c$ = kuat tekan maksimum (MPa)

P_{\max} = beban maksimum (gr)

A = luas penampang (cm²)

2.2.3.2 Kuat redaman rasio redaman beton

Kuat redaman beton adalah kemampuan beton untuk menahan getaran atau tumbukan yang diterima secara langsung, sehingga beton dapat mempertahankan dirinya sendiri atau kembali ke bentuk semula. Hasil dari pengujian ditampilkan dalam bentuk grafik getaran.

Salah satu cara mengukur redaman beton adalah dengan metode *logarithmic decrement*. Redaman dapat dideteksi dari gelombang yang timbul ketika beton digetarkan atau mendapatkan pukulan dari luar. *Logarithmic decrement* merupakan natural logaritma dari rasio 2 simpangan puncak pada getaran secara berturut-turut pada beban getaran redaman. *Logarithmic decrement* disimbolkan dengan δ , dan kemudian dapat diketahui koefisien redaman getaran melalui perhitungan.

Perhitungan daya redam getara menggunakan persamaan (2.2) dan (2.3),

$$\delta = \ln \frac{y_1}{y_2} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$\varepsilon = \frac{\delta}{2\pi} \dots\dots\dots(2.3)$$

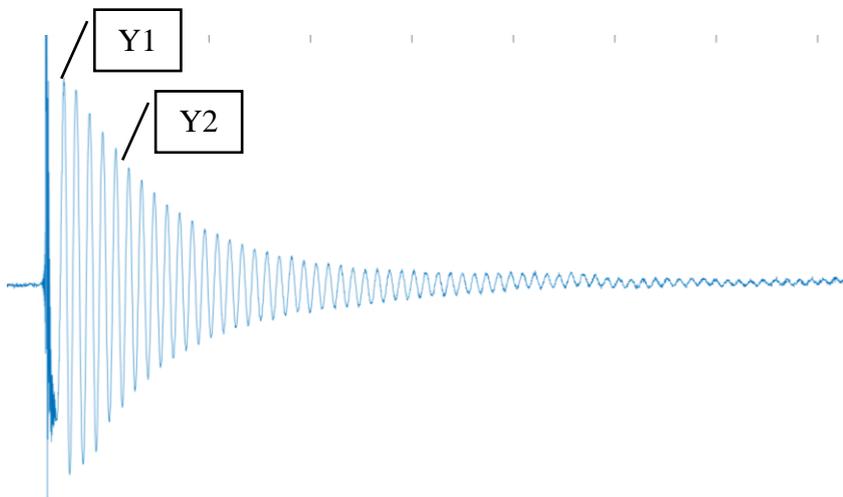
dengan,

δ = *Logarithmic decrement*

y_1 = Amplitudo awal

y_2 = Amplitudo $\frac{1}{2}$ mendekati y_1

ε = *Damping rasio* (%)



Gambar 2.1 Gelombang getaran