

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian (Purnawan Gunawan, Slamet Prayitno, Warsino) bahwa beton ringan dengan teknologi gas diperoleh dengan cara mencampurkan mortar beton dengan aluminium pasta. Solusi untuk meningkatkan kuat tekan, kuat tarik belah, modulus elastisitas dan sifat getas yang dimiliki beton ringan yaitu dengan menambahkan serat *polyethylene*. Persentase serat yang dilakukan adalah 0%; 0,25%; 0,5%; 0,75%; dan 1%. Data yang digunakan yaitu analisis statistik dengan regresi pada batas elastis menggunakan program *Microsoft Excel* dan analisis dengan konsep material gabungan yang mengacu pada *simple mixture rule*. Berat jenis rata-rata beton ringan gas berserat adalah 1854kg/m³. Kuat tekan maksimum dengan persentase 0,5% serat *polyethylene* sebesar 10,478 MPa meningkat sebesar 25,573% dibanding dengan 0% serat *polyethylene*. Kuat tarik belah maksimum dengan persentase 0,5% serat *polyethylene* sebesar 2,566 MPa meningkat sebesar 24,346% dibanding dengan 0% serat *polyethylene*. Modulus elastisitas maksimum dengan persentase 0,5% serat *polyethylene* sebesar 6083 MPa.

Hasil penelitian (Purnawan Gunawan, Sunarmasto, Andi Dwi Yunanto) bahwa berat jenis adalah salah satu aspek yang diperhitungkan ketika merencanakan struktur bangunan karena berpengaruh pada perhitungan beban. Beton ringan *foam* dibuat dengan menambahkan *foam agent* yang terdiri dari *spektafoam*, *barder maild*, dan *polymer* kedalam campuran mortar. Pemakaian beton ringan masih ditujukan pada beton nonstructural saja karena beton ringan memiliki kuat tekan rendah. Solusi untuk meningkatkan kuat tarik belah, kuat tekan, modulus elastisitas yang dimiliki beton ringan yaitu dengan menambahkan serat polyester. Metode yang digunakan adalah pengamatan secara eksperimental dan kemudian dilakukan analisis secara teoritis untuk mendukung kesimpulan akhirnya. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm berjumlah 3 buah untuk 1 variasi persentase serat. Persentase serat yang digunakan adalah 0%; 0,25%; 0,5%; 0,75% dan 1%. Alat yang digunakan untuk pengujian adalah CTM (*Compression Testing Machine*). Hasil dari penelitian ini

adalah peningkatan nilai kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas beton ringan *foam* setelah ditambah serat polyester pada kadar 0,75% berturut-turut sebesar 36,31%; 55,43% ; dan 35,46%.

1.2 Mortar

Mortar (sering disebut juga mortel atau spesi) adalah bahan bangunan terdiri dari agregat halus, bahan perekat serta air, dan diaduk sampai homogen. Adukan mortar dibuat kelecakannya cukup baik sehingga mudah dikerjakan (diaduk, dibawa ke tempat pembuatan dengan “uji sebar” dengan sifatnya, misalnya kuat tekan, berat jenis, kuat tarik, daya serap air, kuat rekat dengan bata merah, susutan, dan sebagainya. (Tjokrodijuljo, K 2012).

1.2.1 Jenis Mortar

Tjokrodijuljo, K (2012) membagi mortar berdasarkan jenis bahan ikatnya menjadi empat jenis, yaitu mortar lumpur, mortar kapur, mortar semen dan mortar khusus.

1. Mortar Lumpur

Mortar lumpur dibuat dari campuran air, tanah liat/lumpur, dan agregat halus. Perbandingan campuran bahan-bahan tersebut harus tepat untuk memperoleh adukan yang kelecakannya baik dan mendapatkan mortar (setelah keras) yang baik pula. Terlalu sedikit pasir menghasilkan mortar yang retak-retak setelah mengeras sebagai akibat besarnya susutan pengeringan. Terlalu banyak pasir menyebabkan adukan kurang dapat melekat dengan baik. Mortar lumpur ini dipakai untuk bahan dinding tembok atau bahan tungku api di pedesaan.

2. Mortar Kapur

Mortar kapur dibuat dari campuran pasir, kapur, semen merah dan air. Kapur dan pasir mula-mula dicampur dalam keadaan kering kemudian ditambahkan air. Air diberikan secukupnya untuk memperoleh adukan dengan kelecakan yang baik. Selama proses pelekatan kapur mengalami susutan sehingga jumlah pasir yang umum digunakan adalah tiga kali

volume kapur. Mortar ini biasa dipakai untuk perekat bata merah pada dinding tembok bata, atau perekat antar batu pada pasangan batu.

3. Mortar Semen

Mortar semen dibuat dari campuran air, semen Portland, dan agregat halus dalam perbandingan campuran yang tepat. Perbandingan antara volume semen dan volume agregat halus berkisar antara 1 : 2 dan 1 : 8. Mortar ini lebih besar daripada mortar lumpur atau mortar kapur, oleh karena itu biasa dipakai untuk tembok, pilar, kolom, atau bagian bangunan lain yang menahan beban. Karena mortar semen ini lebih rapat air (dibandingkan dengan mortar lain sebelumnya) maka juga dipakai untuk bagian luar bangunan dan atau bagian bangunan yang berada dibawah tanah (terkena air).

4. Mortar Busa

Mortar busa adalah campuran berisi semen, pasir, air, dan busa. Khusus semen dapat menggunakan semen Portland yang biasa digunakan untuk bahan bangunan, demikian pula dengan air. Sedangkan untuk pasir dan busa memiliki ukuran khusus, untuk pasir memang bisa digunakan pasir pantai, sungai, atau gunung. Tapi harus punya gradasi ukuran yang sesuai dengan ketentuan Pusjatan (Peneliti terdahulu mengenai mortar busa).

Sementara itu, busa yang dipakai adalah busa dari bahan protein nabati. Bentuknya sekilas mirip pasta sebelum dimasukkan ke alat khusus penghasil busa. Selain dari bahan nabati, ada jenis busa berbahan sintesis yang biasa dipergunakan untuk mencuci mobil. Tetapi busa dari bahan sintesis cepat meletus sehingga tidak bisa tahan lama dan kurang stabil karena gelembungnya mudah pecah. Para peneliti memanfaatkan gelembung-gelembung busa untuk menciptakan ruang berongga dalam struktur mortar busa. Ruang berongga tersebut secara otomatis juga mengurangi kebutuhan pasir dan semen. Kekuatannya ditentukan bisa menahan tekanan hingga 20 kilogram tiap sentimeter persegi, dipakai untuk spesifikasi lapis pondasi. Sedangkan lapis pondasi bawah bisa menahan tekanan hingga 8 kg.

1.2.2 Sifat-sifat Mortar

Menurut Tjokrodinuljo, K (2012) mortar yang baik harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

- a. Murah.
- b. Tahan lama.
- c. Mudah dikerjakan (diaduk, diangkat, dipasang dan diratakan).
- d. Melekat dengan baik dengan bata, batu dan sebagainya.
- e. Cepat kering dan mengeras.
- f. Tahan terhadap rembesan air.
- g. Tidak timbul retak-retak setelah dipasang.

Pemakaian mortar pada kondisi bangunan tertentu disyaratkan untuk memenuhi mutu adukan yang tertentu pula. Sebagai contoh untuk bangunan gedung bertingkat banyak diisyaratkan menggunakan mortar yang kuat tekan minimumnya 3,0 MPa.

1.2.3 Berat Jenis

Menurut Scott (1993) yang dikutip oleh Mawaddah (2007 : 14), berat jenis (specific gravity) atau sekarang disebut sebagai kerapatan relatif (relative density) adalah berat sebuah bahan tanpa udara dibagi dengan berat air dengan volume yang sama pada suhu 4°C. Berat jenis dinyatakan dalam angka tanpa satuan karena sebuah perbandingan. Untuk menentukan berat jenis suatu bahan, berat jenis relatifnya harus dikalikan dengan berat jenis air 1 g/cm³ atau 1000 kg/m³.

Menurut ASTM C 127-84, berat jenis didefinisikan sebagai perbandingan massa atau berat di udara dari satu unit volume suatu material terhadap massa air pada volume yang sama pada suhu yang statis atau tetap.

1.2.4 Kuat Tekan Mortar

Kekuatan tekan adalah kemampuan pasta dan mortar menerima gaya tekan persatuan luas. Mulyono (2004 : 9), menyatakan kuat tekan adalah kemampuan untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki,

semakin tinggi pula mutu yang dihasilkan. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan mortar adalah proporsi bahan-bahan penyusunnya, metode perancangan, perawatan, dan keadaan pada saat pengecoran dilaksanakan.

Menurut SNI 03-2493-1991 tentang Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji di Laboratorium, diameter benda uji silinder tidak boleh kurang dari 5 cm. Untuk benda uji berbentuk silinder, disyaratkan panjang silinder sama dengan 2 kali diameter silinder. Oleh karena mortar merupakan bahan komposit dari berbagai bahan penyusun yang kekuatannya tidak sama, ada kecenderungan semakin besar benda uji, kekuatannya semakin mendekati kekuatan bahan penyusun yang terendah. Dengan demikian, semakin besar benda uji, semakin kecil kekuatannya.

Apabila dilakukan uji kuat tekan pada benda uji silinder dengan panjang dan diameter silinder berbeda dengan standar yang telah ditetapkan yaitu 10 cm x 20 cm, maka harus dilakukan nilai koreksi nilai kuat tekan, dengan faktor koreksi kuat tekan silinder diameter benda uji ($L/D=2$) berdasarkan SNI 03-1974-2008 yang tercantum pada Tabel 2.1 :

Tabel 2.1 Faktor koreksi untuk uji kuat tekan silinder

Diameter (D) mm	Panjang (L) mm	Faktor koreksi
50	100	1.09
75	150	1.06
100	200	1.04
125	250	1.02
150	300	1.00
175	350	0.98
200	400	0.96
250	500	0.93
300	600	0.91

(Sumber: SNI-1974-2008)

Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji silinder sampai hancur. Tata cara pengujian umumnya dipakai standar ASTM C39-86. Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi (f'_c) yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan (Dipohusodo, 1994 : 7).

Kuat tekan mortar dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (2.1) menurut Amri (2005 : 162) :

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

di mana:

- f'c = kuat tekan silinder (kg/cm²);
- P = beban tekan maksimum/hancur (kg); dan
- A = luas penampang benda uji (cm²).

Seperti pada beton, kekuatan pasta dan mortar ditentukan oleh kandungan semen dan faktor air semen dari campuran. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan pasta dan mortar diantaranya adalah faktor air semen, jumlah semen, umur mortar, dan sifat agregat. (Asia, N.2014).

1) Faktor Air Semen

Faktor air semen adalah angka perbandingan antara berat air dan berat semen dalam campuran pasta atau mortar. Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai f.a.s maka semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, nilai f.a.s. yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Nilai f.a.s. yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. (Asia,N.2014).

2) Jumlah Semen

Pada mortar dengan f.a.s sama, mortar dengan kandungan semen lebih banyak belum tentu mempunyai kekuatan lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena jumlah air yang banyak, demikian pula pastinya, menyebabkan kandungan pori lebih banyak daripada mortar dengan kandungan semen yang lebih sedikit. Kandungan pori inilah yang mengurangi kekuatan mortar. Jumlah semen dalam mortar mempunyai nilai optimum tertentu yang memberikan kuat tekan tinggi. (Asia, N.2014).

3) Umur Mortar

Kekuatan mortar akan meningkat seiring dengan bertambahnya umur dimana pada umur 28 hari pasta dan mortar akan memperoleh kekuatan yang diinginkan. (Asia, N.2014).

4) Sifat Agregat

Sifat agregat yang berpengaruh terhadap kekuatan ialah bentuk, kekasaran permukaan, kekerasan dan ukuran maksimum butir agregat. Bentuk dari agregat akan berpengaruh terhadap interlocking antar agregat. (Asia, N.2014).

1.2.5 Kuat Tarik Belah Mortar

Kuat tarik belah adalah ukuran kuat tarik belah mortar yang diakibatkan oleh suatu gaya untuk mengetahui batas kuat tarik belah dari benda uji. Benda uji mortar ini setelah keras kemudian diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji ditekan. Nilai kuat tarik yang diperoleh dihitung dari besar beban tarik maksimum (N) dikalikan dua dibagi dengan panjang dan diameter benda uji (mm²), seperti dirumuskan pada persamaan 2.2 sebagai berikut (Tjokrodimuljo, K. 2012) .

$$f_t = \frac{2P}{\pi L D} \dots\dots\dots (2.2)$$

di mana:

- f_t = kuat tarik belah silinder (kg/cm²);
- P = beban uji maksimum/hancur (N);
- L = panjang benda uji (cm);
- D = diameter benda uji (cm).

1.2.6 Penyerapan Air Mortar

Daya serap air adalah persentase berat air yang mampu diserap oleh suatu agregat jika direndam dalam air. Pori dalam butir agregat mempunyai ukuran dengan variasi cukup besar. Pori-pori tersebar di seluruh butiran, beberapa merupakan pori-pori yang tertutup dalam materi, beberapa yang lain terbuka terhadap permukaan butiran. Beberapa jenis agregat yang sering dipakai mempunyai volume pori tertutup sekitar 0 % sampai 20 % dari volume butirnya. (Tjokrodimulyo, K 2012). Menurut Tjokrodimuljo, K (2012) menyatakan bahwa dalam adukan beton atau mortar, air, dan semen membentuk pasta yang disebut pasta semen. Pasta semen ini selain mengisi pori-pori diantara butir-butir agregat halus, juga bersifat sebagai perekat atau pengikat dalam proses pengerasan, sehingga butir-butiran agregat saling terikat dengan kuat dan terbentuklah suatu massa yang kompak atau padat.

1.2.7 Tipe Mortar

1) Mortar Tipe M

Mortar tipe M merupakan campuran dengan kuat tekan yang tinggi yang direkomendasikan untuk pasangan bertulang maupun pasangan tidak bertulang yang akan memikul beban tekan yang besar. Mortar tipe M dipakai untuk dinding bata bertulang, dinding dekat tanah, pasangan pondasi, adukan pasangan pipa kotor, adukan dinding penahan tanah, dan untuk tanah. Kuat tekan minimumnya adalah 17,2 MPa.

2) Mortar Tipe S

Mortar tipe ini direkomendasikan untuk struktur yang akan memikul beban tekan normal tetapi dengan kuat lekat lentur yang diperlukan untuk menahan beban lateral besar yang berasal dari tekanan tanah, angin dan beban gempa. Karena keawetannya yang tinggi, mortar tipe S juga direkomendasikan untuk struktur pada atau di bawah tanah, serta yang selalu berhubungan dengan tanah, seperti pondasi, dinding penahan tanah, perkerasan, saluran pembuangan dan mainhole. Kuat tekan minimumnya adalah 12,4 MPa.

3) Mortar Tipe N

Tipe N merupakan mortar yang umum digunakan untuk konstruksi pasangan di atas tanah. Mortar ini direkomendasikan untuk dinding penahan beban interior maupun eksterior. Mortar dengan kekuatan sedang ini memberikan kesesuaian yang paling baik antara kuat tekan dan kuat lentur, workabilitas, dan dari segi ekonomi yang direkomendasikan untuk aplikasi konstruksi pasangan umumnya. Kuat tekan minimumnya adalah 5,2 MPa.

4) Mortar Tipe O

Mortar tipe O adalah jenis adukan dengan kuat tekan rendah. Mortar tipe O merupakan mortar dengan kandungan kapur tinggi dan kuat tekan yang rendah. Mortar tipe ini direkomendasikan untuk dinding interior dan eksterior yang tidak menahan beban struktur, yang tidak menjadi beku dalam keadaan lembab atau jenuh. Mortar tipe ini sering digunakan untuk pekerjaan setempat, memiliki workabilitas yang baik dan biaya yang ekonomis. Kuat tekan minimumnya adalah 2,4 MPa.

5) Mortar Tipe K

Mortar tipe K memiliki kuat tekan dan kuat lekat lentur yang sangat rendah. Mortar tipe ini jarang digunakan untuk konstruksi baru, dan direkomendasikan dalam ASTM C270 hanya untuk konstruksi bangunan lama yang umumnya menggunakan mortar kapur. Kuat tekan minimumnya adalah 5,25 kg/cm².

1.3 Flow Test

Flow Test adalah metode untuk menentukan konsistensi segar mortar. Flow test juga digunakan untuk mengidentifikasi batas kelembaban kargo curah padat yang dapat diangkut. Flow test digunakan terutama untuk menilai mortar yang terlalu cair (dapat dikerjakan) untuk diukur menggunakan uji kemerosotan, karena mortar tidak dapat mempertahankan bentuknya ketika kerucut dilepas.

1.4 Bahan Tambah *Foam Agent*

Busa sintetik atau berbasis protein (surfaktan) dapat digunakan untuk menghasilkan busa, karena busa yang menghasilkan asam lemak sabun jarang digunakan untuk memproduksi beton busa. komposisi kimia harus stabil dalam lingkungan alkalin beton, karena semua surfaktan rentan terhadap kerusakan dan foam agent tersebut disimpan pada suhu yang rendah.

Menurut Brady, dkk (2001:C4) surfaktan sintetis dapat diklasifikasikan menurut sifat kelompok hidrofilik, yaitu bagian molekul yang larut dalam air :

- a. Anionik, sekitar 70% persen dari surfaktan yang digunakan untuk menghasilkan busa, yaitu bagian aktif dari molekul yang bermuatan negatif.
- b. Kationik, kurang dari 5% dari surfaktan yang digunakan untuk menghasilkan busa, yaitu hidrofilik yang bermuatan positif.
- c. Non-ionik (polar), sekitar 25% dari surfaktan yang digunakan untuk memproduksi busa, yaitu netral. Kurangnya muatan listrik dapat memberikan stabilitas yang lebih besar untuk campuran beton busa.
- d. Amfoter dan Zwiterion surfaktan jarang digunakan untuk memproduksi beton busa, tergantung pada pH larutan molekul dapat mempertahankan muatan positif atau muatan negatif, atau keduanya.

Sifat kimia diatas digunakan secara beragam, karena pengaruh sifat surfaktan pada sifat-sifat beton berbusa sebagian besar tidak diketahui, surfaktan dipilih secara empiris. Kinerja surfaktan bervariasi dengan jenis pengikat meskipun partikel semen yang dikenal memiliki muatan positif dan muatan negatif, permukaan partikel dalam campuran komposit cenderung menjadi bermuatan negatif dengan penambahan tersebut.

Berat jenis busa yang dihasilkan oleh protein surfaktan sekitar 50 kg/m³ , menurut Dhir et al (1999) yang dikutip oleh Brady, dkk (2001:C5) penggunaan busa dari surfaktan untuk pembuatan elemen strukur memiliki berat jenis sekitar 30 – 50 kg/m³ dan fas (w/c) berkisar 0,3 dan 0,5. *Foam agent* merupakan bahan yang dapat digunakan untuk pembuatan beton ringan atau bata ringan. Menurut ASTM C 869-91, 1. *Scope, foam agent* diformulasikan khusus untuk membuat

busa yang digunakan dalam produksi beton seluler. Menurut ASTM C 796-87a, *Table 1, Foaming Agents for Use in Cellular Concrete Using Preformed Foam*, Banyaknya foam agent yang digunakan dalam suatu percobaan adalah 1 (*foam agent*) : 40 (air).

1.5 Serat *Polyethylene*

Polyethylene adalah bahan termoplastik yang transparan, berwarna putih mempunyai titik leleh bervariasi antara 110°C - 137°C . Umumnya *polietilena* bersifat resisten terhadap zat kimia. Pada suhu kamar, polietilena tidak larut dalam pelarut organik dan anorganik.

Polyethylene merupakan polimer yang sangat kristal dan mempunyai sifat *hydrophob* tinggi dengan energi permukaan rendah, serta terbatasnya situs aktif yang ada pada permukaan polietilen yang membatasi dalam pemanfaatannya. Polimer *polyethylene* merupakan bahan yang banyak digunakan untuk pembuatan komposit, namun dalam pembuatannya tidak diperoleh hasil yang homogen karena perbedaan polaritas antara polimer dan bahan pengisi (Yuniari A., 2011).

Untuk meningkatkan interaksi antara bahan pengisi dengan matriks polimer telah dilakukan beberapa cara salah satunya dengan menambahkan senyawa penghubung (*coupling agent*) sehingga meningkatkan sifat antar muka dan adhesi bahan pengisi dengan matriks polimer (Sitepu, I.W., 2009).

Polyethylene dibuat dengan jalan polimerisasi gas etilen yang dapat diperoleh dengan memberi hidrogen gas petroleum pada pemecahan minyak (*nafta*), gas alam atau asetilena. Polimerisasi etilena ditunjukkan pada reaksi di bawah ini (Surdia, S., 1995).

Polyethylene adalah plastik yang sering digunakan untuk kepentingan komersial dan plastik ini sudah ada sejak tahun 1930. *Polyethylene* menjadi istimewa karena sifat-sifatnya yang menarik seperti murah, *inert*, sifat listriknya yang bagus, dan pemrosesannya mudah. Umumnya pengklasifikasian *polyethylene* didasarkan pada densitas dan viskositas pelelehan atau indeks pelelehan. Ini menghasilkan *high density polyethylene (HDPE)*, *low density*

polyethylene (LDPE), linear low density polyethylene (LLDPE) dan cross-linked polyethylene (XLPE) (Charrier, 1989 dikutip dari Ni'mah, dkk., 2009).

Tabel 2.2 Sifat Fisik dan Mekanik Serat *Polyethylene*

Sifat Fisik dan Mekanik	<i>LDPE</i> Rantai Cabang	<i>HDPE</i>
Berat jenis (g/cm ³)	0,91-0,94	0,95-0,97
Titik leleh (°C)	105-115	135
Kekerasan	44-48	55-70
Kapasitas panas (kJ kg ⁻¹ K ⁻¹)	1,916	1,916
Regangan (%)	150-600	12-700
Tegangan Tarik (N mm ⁻²)	15,2-78,6	17,9-33,1
Modulus tarik (N mm ⁻²)	55,1-172	413-1034
Tegangan impak	>16	0,8-14
Konstanta dielektrik	2,28	2,32
Resistivitas (Ohm cm)	6 × 10 ¹⁵	6 × 10 ⁵

Besar kekuatan tarik, kekuatan tekan dan kekuatan lentur bahan polimer dapat dilihat dari tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 Kuat Tarik, Tekan, dan Lentur Bahan Polimer

	Kekuatan Tarik (MPa)	Perpanjangan (%)	Modulus Elastisitas (MPa)	Kekuatan Tekan (MPa)	Kekuatan Lentur (MPa)
<i>Polyethylene</i>	21-38	15-100	4-10	22	7

1.6 Uji Validasi Data

Dalam penelitian ini, data mempunyai kedudukan yang paling tinggi, karena data merupakan penggambaran variable yang diteliti dan berfungsi sebagai alat pembuktian hipotesis. Benar tidaknya data, sangat menentukan bermutu tidaknya hasil penelitian. Sedang benar tidaknya data, tergantung dari baik tidaknya instrument pengumpulan data. Pengujian instrument biasanya terdiri dari uji

validasi dan reliabilitas. Validitas adalah tingkat keandalan dan kesahihan alat ukur yang digunakan. Instrument dikatakan valid berarti menunjukkan alat ukur yang dipergunakan untuk mendapatkan data itu valid atau dapat digunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur. Dengan demikian, instrument yang valid merupakan instrument yang benar-benar tepat untuk mengukur apa yang hendak diukur. Sedangkan uji reliabilitas berguna untuk menetapkan apakah instrument yang dalam hal ini kuesioner dapat digunakan lebih dari satu kali, paling tidak oleh responden yang sama akan menghasilkan data yang konsisten. Dengan kata lain, reliabilitas instrument mencirikan tingkat konsistensi.

1.6.1 Metode Regresi

Regresi adalah pengukur hubungan dua variable atau lebih yang dinyatakan dengan bentuk hubungan atau fungsi. Untuk menentukan bentuk hubungan (regresi) diperlukan pemisahan yang tegas antara variable bebas yang sering simbol X dan variabel tidak bebas dengan simbol Y. Untuk memperkirakan hubungan antara dua variabel tidak mungkin tanpa membuat asumsi terlebih dahulu mengenai bentuk hubungan yang dinyatakan dalam fungsi tertentu. Fungsi *polynomial* sering digunakan sebagai pendekatan (*approximation*) atas hubungan yang bukan linier (non linier). Bentuk persamaan dari fungsi *polynomial* dapat dilihat pada persamaan 2.3 berikut:

$$Y = A X^2 + BX + C \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

A, B, dan C = Konstanta atau parameter yang nilainya harus diestimasi fungsi *polynomial*.

R Square (R^2) sering disebut dengan koefisien determinasi, adalah mengukur kabaikan, suai (goodness of fit) dari persamaan regresi; yaitu memberikan proporsi atau persentase variasi total dalam variabel terkait yang

dijelaskan oleh variable bebas. Nilai R^2 terletak antara 0 – 1, dan kecocokan model dikatakan lebih baik kalau R^2 semakin mendekati 1.

