

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Arsitektur Tradisional Jawa

Jawa memiliki keanekaragaman keindahan budaya yang terintegrasi dalam kehidupan keseharian masyarakatnya. Keindahan tradisi dan budaya terwujud dalam bentuk-bentuk karya masyarakat Jawa, yaitu batik, keris, alat musik, serta bangunan rumah joglo. Bangunan rumah Jawa tradisional, tidak hanya wujud dari kebutuhan fungsi praktis sebagai hunian dan tempat berlindung, tapi juga merupakan simbol dari cita-cita dan pandangan hidup. Joglo merupakan wujud dari rumah tradisional Jawa yang memiliki susunan yang paling lengkap, sehingga banyak poin-poin nilai kearifan yang terus digali pada joglo hingga sekarang (Djono *et al.*, 2012).

Arsitektur tradisional dalam bentuk rumah tinggal merupakan wujud dari budaya yang bersifat nyata/ konkrit, begitu juga dengan arsitektur rumah Joglo (Prihatmaji, 2007). Dalam proses atau tata cara membangun rumah tinggal, masyarakat Jawa membentuk konstruksi-konstruksi nilai religi. Tata cara membangun inilah yang diharapkan mampu menghadirkan nilai-nilai sakral yang memberikan kenyamanan dan ketentraman penghuninya serta hidup dengan lingkungan hidupnya (Budiwiyanto, 2013). Lebih lanjut lagi, menurut Budiwiyanto (2013), masyarakat Jawa memiliki tiga pertimbangan pokok dalam membangun rumah, yaitu tempat dimana membangun, bahan yang digunakan, serta waktu dalam mendirikan rumah. Hal ini dipercaya masyarakat Jawa sebagai bagian dari membentuk keharmonisan dalam rumah tinggal.

Menurut Djono *et al.* (2012) cara pandang terhadap bangunan tradisional Jawa dapat melalui dua skala, yaitu horizontal dan vertikal. Dalam skala horizontal, perihal yang terwujud adalah ruang-ruang dan zonasinya, sedangkan dalam skala vertikal merupakan pembagian ruang dari struktur kaki (pondasi/ umpak), badan (tiang, dinding), dan kepala (atap).

Susunan ruang dalam rumah tradisional Jawa, secara garis besar terbagi dalam dua bagian yang bersifat privat intim (*petanen*) dan yang berhubungan dengan ruang luar disebut pelataran (*njaba*). Ruang dalam dan ruang luar masing-masing diwakili oleh bagian yang berbeda. *Dalem Ageng* mewakili ruang yang bersifat privat, dan *pendapa* serta pelataran mewakili ruang luar yang bersifat terbuka dan menerima. Perbedaan antara ruang dalam dan luar dianggap sebagai hal yang bukan saling bertentangan,

melainkan sebagai suatu keseimbangan antara luar-dalam hidup pribadi dan masyarakat agar tercapai keseimbangan (Budiwiyanto, 2013).

2.2 Rumah Adat Jawa

Joglo merupakan jenis bangunan tradisional Jawa yang berfungsi sebagai hunian bagi masyarakat golongan menengah ke atas. Bangunan joglo berkembang dan tumbuh sebagaimana berkembangnya kebutuhan sosial, ekonomi, maupun budaya masyarakat Jawa (Sudarwanto *et al.*, 2013). Menurut Djono *et al.* (2012) bangunan Jawa Joglo merupakan transformasi dari bentuk candi. Hal ini dilihat dari bentuk dan struktur rumah Joglo yang sama dengan bentuk dan struktur candi-candi Hindu.

Budiwiyanto (2013) menjelaskan bahwa struktur ruang dalam rumah tinggal joglo, terdiri dari dua bagian, yaitu bangunan utama dan bangunan tambahan. Bagian dari bangunan utama terdiri dari *kuncungan*, *pendapa*, *pringgitan*, dan *dalem ageng*. *Dalem ageng* sendiri memiliki tiga bagian ruang, yaitu *senhong tengen*, *senhong tengah* serta *senhong kiwo*.

1. *Pendapa*

Merupakan tempat yang berfungsi sebagai area terima tamu, tempat pertemuan, dan tempat pertunjukan/pagelaran (tarian).

2. *Pringgitan*

Merupakan area yang bersifat semi terbuka. Terletak diantara *pendapa* dan *dalem ageng*, dibatasi oleh dinding semi permanen yang disebut *gebyok*. *Pringgitan* berfungsi sebagai tempat pagelaran wayang saat acara-acara tertentu pemilik rumah, seperti pernikahan, *khitanan*, *ruwatan*, dan lain-lain.

3. *Dalem Ageng*

Dalem ageng merupakan ruang yang bersifat privat. Memiliki fungsi sebagai ruang keluarga dan merupakan pusat dari susunan ruang-ruang lain. Di dalam *dalem ageng*, terdapat tiga ruang yang disebut *senhong*.

4. *Senhong*

Senhong adalah kamar yang disusun sejajar berurutan dan menghadap ke arah Selatan. Terdiri dari tiga ruang yang disebut *senhong tengen*, *senhong tengah*, dan *senhong kiwo*.

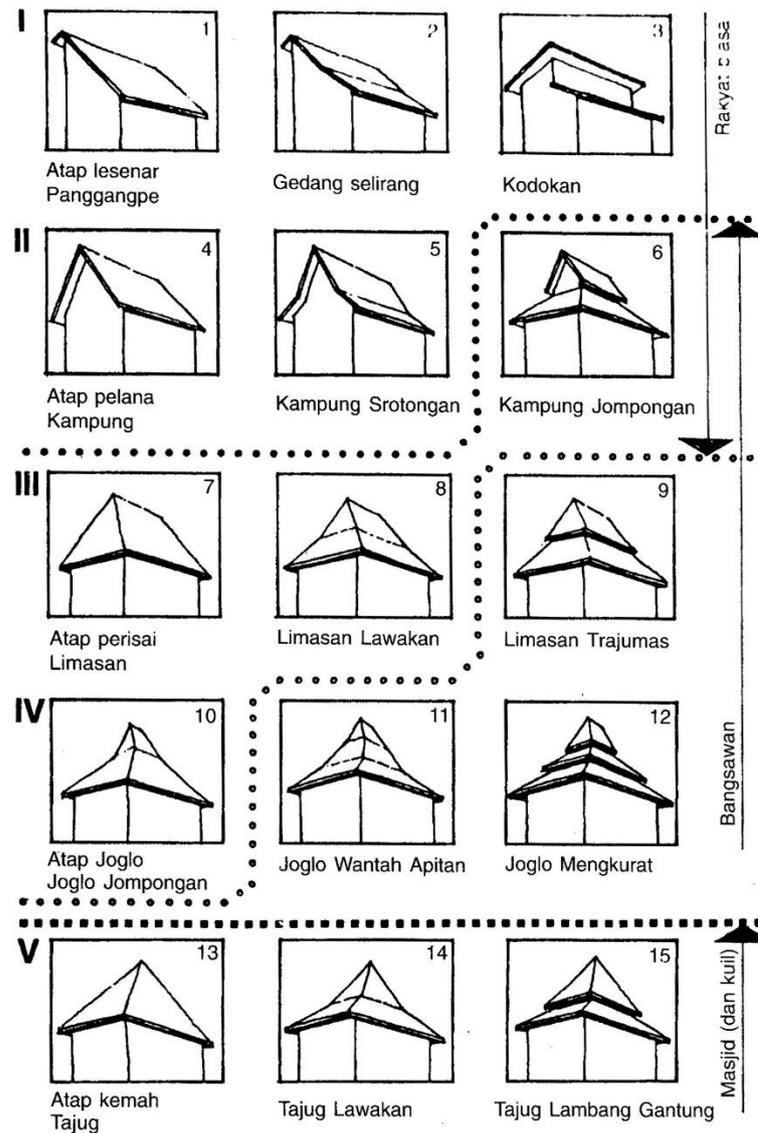
5. *Kuncungan*

Terletak di depan *pendapa*, dan berfungsi sebagai teras serta *drop off*.

Bangunan tambahan pada rumah joglo terdiri dari lima ruang, diantaranya *gandok kiwo* yang berfungsi sebagai ruang tidur laki-laki, *gandok tengen* sebagai ruang tidur perempuan, *gadri* yang merupakan ruang makan, dapur serta *pekiwan* (Budiwiyanto, 2013).

Rumah adat Jawa, joglo khususnya merupakan rumah adat yang memiliki bentuk yang tanggap terhadap kondisi lingkungan iklim tropis. Bentuk tanggapan atau penyesuaian terhadap iklim tersebut adalah hadirnya teras depan yang berdimensi luas dengan atap gantung lebar sehingga terlindung dari sinar matahari dan meluas ke segala sudut (Djono, 2012).

Frick (1997) menjelaskan, bahwa terdapat setidaknya 15 jenis rumah adat Jawa yang dibedakan berdasarkan hubungan bentuk atap dengan pendudukan sosial penghuninya. Pada gambar 2.1 ditunjukkan bagaimana kondisi sosial penghuni dalam sebuah bangunan menjadi bahasa dalam menentukan bentuk arsitektur.

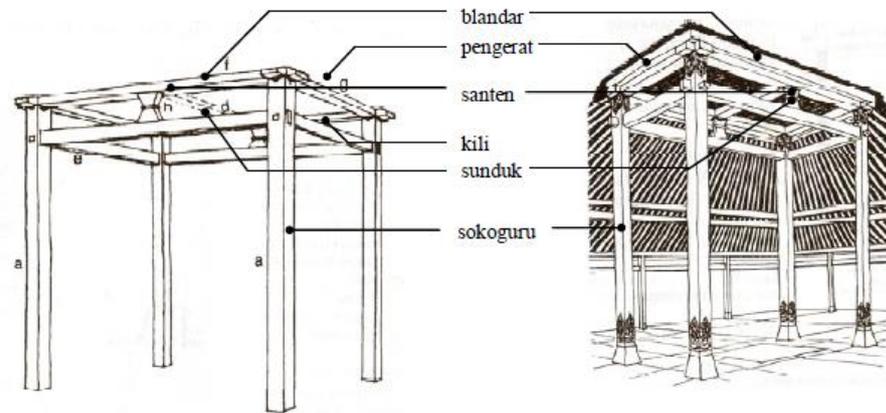


Gambar 2.1 Bentuk atap dan kondisi sosial penghuni pada bangunan Jawa
Sumber: Frick (1997)

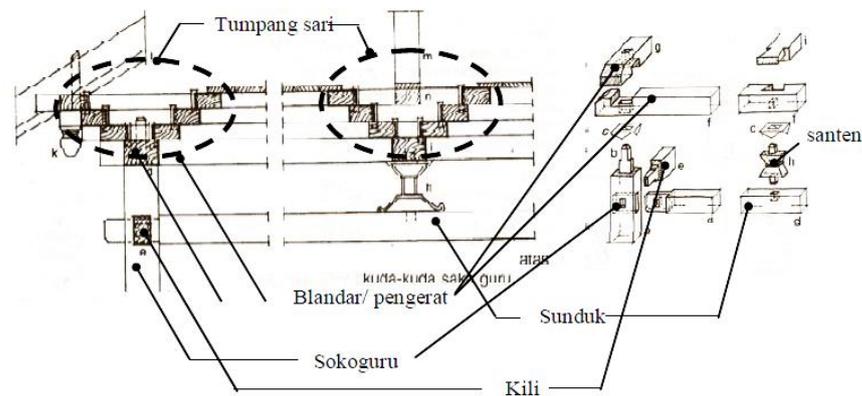
2.2.1 Struktur dan konstruksi rumah adat Jawa

Secara vertikal, rumah joglo yang lengkap terdiri dari tujuh susun unsur, yaitu *mala*, *ander*, *tumpangsari*, *sunduk*, *kili*, *sokoguru*, *umpak*, dan pondasi. Elemen-elemen struktur tersebut disederhanakan menjadi tiga bagian utama struktur, yaitu struktur atas, tengah, dan bawah. Bagian struktur atas terdiri dari *mala-ander*, sedangkan struktur bawah terdiri dari pasangan *umpak-baturan*. Diantara struktur bawah dan atas, terdapat struktur yang saling mengapit, satu struktur tengah mengapit dua struktur lainnya, yaitu *tumpangsari-sunduk*, *kili-sakaguru*. Unsur-unsur struktur tersebut masing-masing memiliki pasangan/ hubungan satu sama lain. (Subiyantoro, 2010).

Rumah joglo memiliki jenis struktur yang stabilitasnya berpusat pada sistem struktur bangunan *sokoguru*. Bagian struktur ini bertugas mendukung beban horizontal sepenuhnya. Di atas *blandar/ pengerat*, dipasang *tumpangsari* yang berbentuk mengerucut yang terbuat dari susunan balok-balok kayu (Maer, 2008).



Gambar 2.2 Struktur bangunan sokoguru
Sumber: Maer (2008)



Gambar 2.3 Detail dan join *tumpangsari*, *sokoguru*, *blandar*, *sunduk*, *santen*
Sumber: Maer (2008)

Sokoguru berdiri diatas *umpak*, dengan maupun tanpa ikatan. *Sokoguru* yang berdiri diatas *umpak* dan bertumpu tanpa ikatan yang berarti hanya diletakkan, di-idealisasikan sebagai tumpuan rol. Tumpuan *umpak* terhadap *sokoguru* ini berarti hanya bekerja menahan gaya vertikal yang tegak lurus pada bidang bertemunya kedua elemen ini (Maer, 2008).

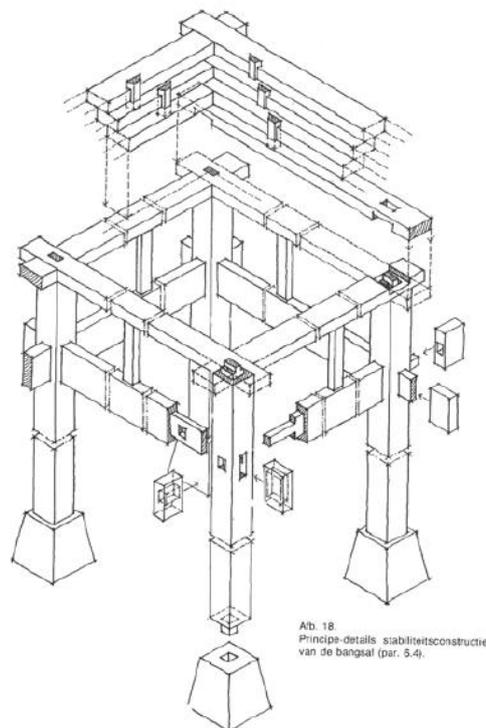
2.2.2 Struktur tahan gempa rumah adat Jawa

Rumah adat Jawa, joglo khususnya adalah sebagai produk budaya masyarakat Jawa, memiliki potensi yang unggul dalam menanggapi potensi gempa yang mungkin

terjadi di tanah Jawa. Kesan berat yang muncul dari struktur *rong-rongan* berfungsi sebagai penahan beban lateral. Kesatuan sistem pembebanan yang diterapkan di rumah joglo dipandang sebagai kesatuan sistem *earthquake responsive building* (Prihatmaji, 2007).

Implementasi konsep sistem struktur dalam aplikasi disain adalah bahwa bagian-bagian sistem harus mengantisipasi gempa (gaya lateral) dan dimensi dari elemen konstruksi dari bawah sampai keatas semakin kecil, baik dimensi maupun beban yang diterima (Triwiyono, 2011). Karakter sistem struktur dan konstruksi bangunan griya jawa khususnya joglo dapat dijadikan referensi bangunan tahan gempa, karena sifat lentur strukturnya. Ruang yang terbentuk oleh *sokoguru* disebut rong-rongan yang merupakan struktur penahan gaya lateral dan tumpuan koneksi pada *sokoguru* dan *brunjang* yang bersifat rol/ elastis, sehingga tahan terhadap gempa (Sudarwanto *et al.*, 2013).

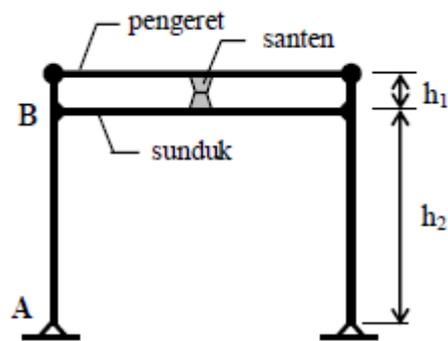
Ruang bentukan soko guru disebut '*rong-rongan*' merupakan struktur inti sebagai penahan gaya lateral dan tumpuan yang terjadi pada koneksi *sokoguru* dan *brunjang* yang bersifat rol/elastis merupakan satu sistem struktur ramah terhadap gempa (Prihatmaji, 2007).



Gambar 2.4 Detail sambungan struktur *rong-rongan*
Sumber: Prihatmaji (2007)

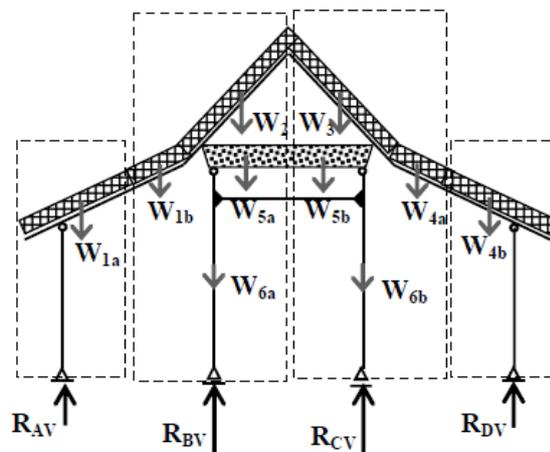
Menurut Prihatmaji (2007), struktur joglo terwujud sebagai struktur *core in frame*. Struktur tersebut terdiri dari dua struktur utama, yaitu struktur *rong-rongan* yang terdiri atas *umpak-sokoguru-blandar* dan merupakan inti dari kekuatan struktur rumah joglo, sedangkan kekakuannya dicapai dengan struktur rangka ruang yang terdiri dari *soko samping-blandar-usuk*.

Joglo dibangun dengan konstruksi kayu dan tumpuan sendi didasar *sokoguru*. Prinsip joglo adalah bangunan yang beraturan, hal ini didasarkan menurut SNI 03-1762-2002 (Maer, 2008). Berikut gambar idealisasi struktur joglo:

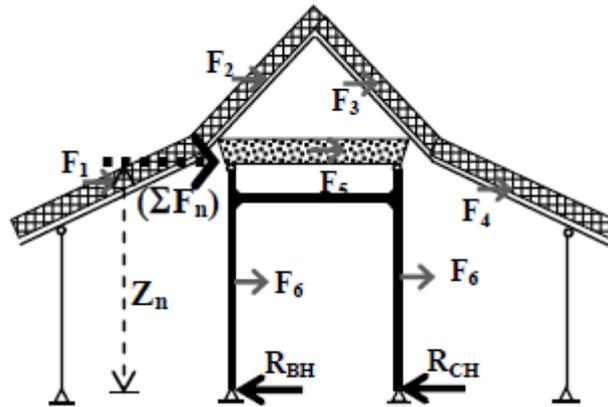


Gambar 2.5 Idealisasi struktur bangunan *sokoguru*
Sumber: Maer (2008)

Pembebanan gravitasi pada *sokoguru*, beban atap dan *tumpangsari* didistribusikan ke pondasi umpak berdasarkan bagian areanya dari *sokoguru* dan *sokopengarak* (gambar 2.6). Namun, dalam tinjauan terhadap gempa, beban geser yang diakibatkan oleh gempa adalah beban keseluruhan dari *tumpangsari* serta seluruh atap bangunan (gambar 2.7). (Maer, 2008)



Gambar 2.6 Beban gravitasi pada *sokoguru*
Sumber: Maer (2008)



Gambar 2.7 Beban gempa pada *sokoguru*
Sumber: Maer (2008)

Maer (2008) lebih lanjut menjelaskan mengenai beban gempa pada *sokoguru*, bahwa seluruh gaya geser yang diakibatkan oleh gempa, didukung hanya oleh struktur *sokoguru* saja. Titik berat struktur *sokoguru* berada pada ujung atas, hal ini dikarenakan berat massa berada pada atap. Seluruh beban gempa yang terjadi, ditahan oleh struktur *sokoguru*, dikarenakan struktur *sokoguru* berperilaku sebagai portal kaku dengan join *sokoguru* dan *sunduk-kili* merupakan join kaku. Hal ini menyebabkan perilaku *sokoguru* yang elastik penuh dalam menanggapi beban gempa. *Sokoguru* akan mengalami simpangan horizontal yang besar secara bolak-balik.

2.3 Struktur Tahan Gempa

2.3.1 Gempa

Gempa merupakan hasil dari pertemuan antar lempeng yang disebut dengan patahan. Pergerakan lempeng yang terus menerus dan tidak seragam, mengakibatkan terkumpulnya energi potensial yang terus membesar pada material patahan. Hal ini menyebabkan terjadinya tegangan-tegangan maupun regangan-regangan menjadi terkekang yang juga semakin lama semakin membesar. Ketika tegangan maupun regangan tersebut meningkat dan tidak mampu lagi ditahan oleh material patahan, maka keruntuhan material terjadi dan sebagian maupun seluruh energi potensial yang terkekang akan membentuk gelombang gempa yang merambat ke segala arah. Hal inilah yang menghasilkan getaran gempa bumi pada permukaan tanah (Maer, 2008).

Getaran yang dihasilkan oleh gempa bumi berupa gelombang *primary* yang bergetar berhimpitan dengan arah rambatan, gelombang *secondary* yang tegak lurus terhadap rambatan, serta gelombang *large* yang bergerak di permukaan tanah. Getaran

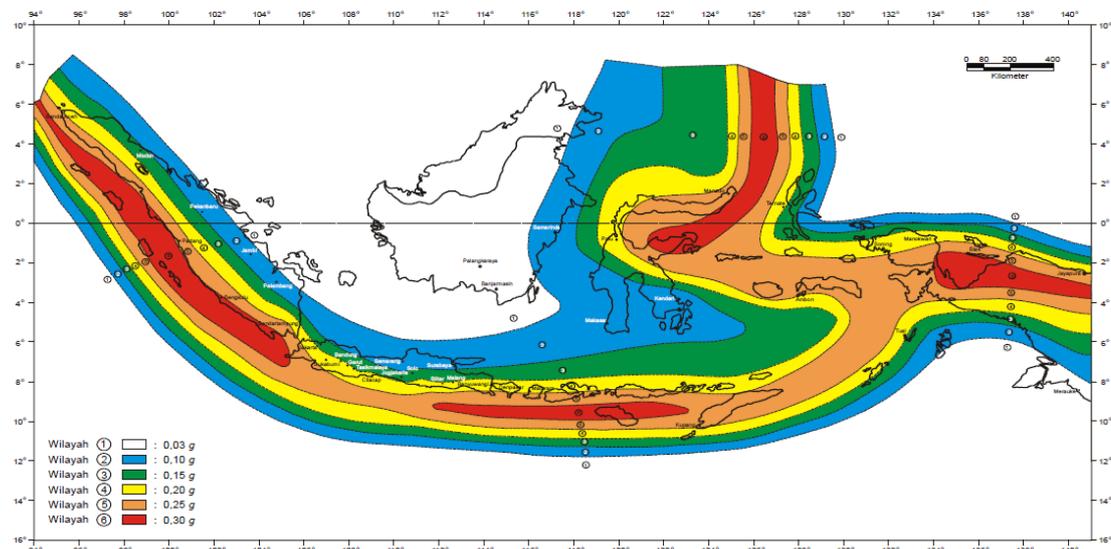
tersebut memberikan pengaruh terhadap bangunan berupa gaya inersia dan gaya guling (Prihatmaji, 2007).

Berdasarkan DPU (2006) Indonesia ditetapkan memiliki 6 wilayah gempa, seperti ditunjukkan pada gambar 2.8. Wilayah gempa 1 merupakan wilayah dengan tingkat kegempaan paling rendah, sedangkan wilayah 6 merupakan wilayah dengan tingkat kegempaan paling tinggi. Pembagian wilayah gempa ini merupakan hasil dari perhitungan atas percepatan puncak batuan dasar akibat pengaruh gempa rencana yang dihitung dalam periode ulang 500 tahun.

Tabel 2.1 Percepatan Puncak Batuan Dasar dan Percepatan Puncak Muka Tanah

Wilayah Gempa	Percepatan Puncak Batuan Dasar (g)	Percepatan Puncak Muka Tanah A_0 (g)			
		Tanah Keras	Tanah Sedang	Tanah Lunak	Tanah Khusus
1	0,03	0,04	0,05	0,08	Diperlukan evaluasi khusus di setiap lokasi
2	0,10	0,12	0,15	0,20	
3	0,15	0,18	0,23	0,30	
4	0,20	0,24	0,28	0,34	
5	0,25	0,28	0,32	0,36	
6	0,30	0,33	0,36	0,38	

Sumber: BSN (2002)



Gambar 2.8 Wilayah gempa Indonesia

Sumber: DPU (2006)

Wilayah Jawa secara umum merupakan wilayah yang masuk dalam kategori daerah gempa sedang atau daerah gempa III. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan akan bangunan yang tanggap terhadap gempa cukup mendesak sebagai bentuk adaptasi terhadap lingkungan.

2.3.2 Prinsip struktur bangunan tahan gempa

Standar keamanan minimal bangunan dapat dikatakan sebagai bangunan tahan gempa menurut Dinas Pekerjaan Umum (2006) adalah: apabila terjadi gempa ringan, bangunan tidak mengalami kerusakan pada elemen struktural maupun non-strukturalnya; apabila terjadi gempa sedang, bangunan boleh mengalami kerusakan pada elemen-elemen non-strukturalnya, tetapi tidak boleh rusak pada elemen strukturalnya; dan apabila mendapat beban gempa kuat, bangunan tidak boleh runtuh baik sebagian maupun keseluruhannya, tidak boleh mengalami kerusakan yang tidak dapat diperbaiki, serta apabila terdapat kerusakan dapat diperbaiki secara cepat.

Maer (2008) menjelaskan terdapat dua komponen getaran gempa bumi yang berpengaruh terhadap bangunan, yaitu arah horizontal dan vertikal. Komponen yang ditanggapi secara dominan oleh bangunan adalah arah horizontal, sedangkan arah vertikal berpengaruh pada bagian-bagian struktur tertentu saja dan bagian-bagian non-struktural bangunan.

Berdasarkan ketentuan dari Dinas Pekerjaan Umum (2006), SNI 03-1726-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung, serta SNI 7973:2013 tentang Spesifikasi Desain untuk Konstruksi Kayu, terdapat prinsip-prinsip dasar dalam sebuah rancangan bangunan untuk dapat mencapai standar sebagai bangunan tahan gempa. Poin-poin yang harus dipenuhi tersebut dalam merancang bangunan adalah sebagai berikut:

1. Denah memiliki bentuk sederhana, serta simetris terhadap kedua arah sumbu bangunan. Apabila dikehendaki tidak simetris, maka harus dibuat dilatasi dari susunan denah-denah yang dimetris.
2. Material bangunan harus ringan, terutama bagian atas. Dapat diwujudkan melalui sistem struktur rangka kaku, baik menggunakan material beton bertulang, baja, maupun kayu.
3. Struktur bangunan harus dirancang sehingga memiliki daktilitas yang baik (baik material maupun strukturnya); elastisitas pada struktur; serta memiliki daya tahan terhadap kerusakan.

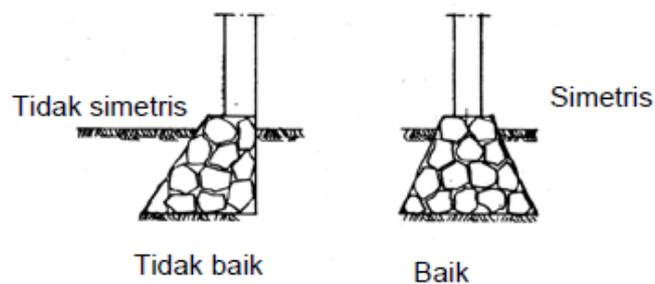
Beberapa poin kunci bangunan tahan gempa juga diungkapkan oleh Sukamta (2006). Rumah tinggal sederhana yang tahan terhadap gempa, harus memenuhi pemakaian sloof, kolom praktis dan ring balok yang terbuat dari beton bertulang yang disatukan dengan pasangan dinding bata. Selanjutnya adalah penggunaan atap yang relatif ringan dengan koneksi yang baik terhadap konstruksi atapnya. Untuk gedung

dengan konstruksi beton, kait sengkang harus cukup dengan ujung yang panjang dan ditekuk 135° serta kolom harus lebih kuat dari baloknya.

DPU (2006) telah mengatur pedoman teknis dalam perencanaan bangunan tahan gempa. Hal-hal yang diatur meliputi elemen-elemen: pondasi, denah bangunan, lokasi bangunan, desain struktur, serta kuda-kuda.

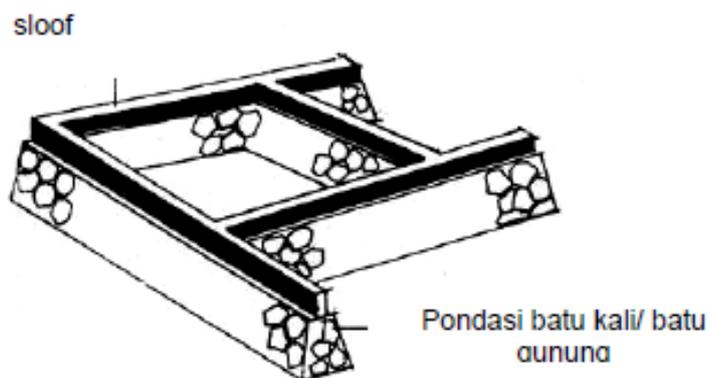
1. Pondasi

Pondasi harus diletakkan pada tanah keras dan penampang melintang pondasi harus simetris. Penempatan pondasi sebagian tidak berada pada tanah keras harus dihindari.



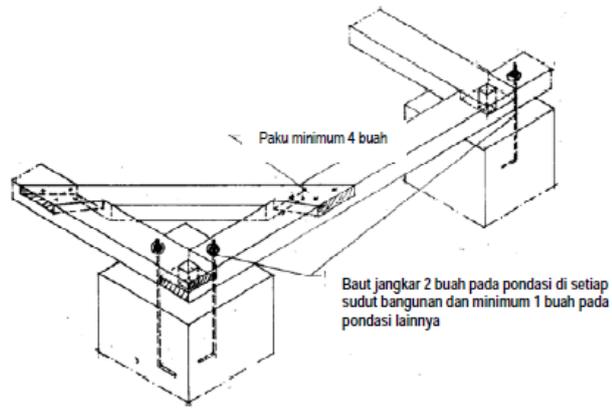
Gambar 2.9 Penampang melintang pondasi
Sumber: DPU (2006)

Disarankan menggunakan pondasi menerus sesuai dengan panjang denah bangunan dengan pemasangan pada kedalaman yang sama.



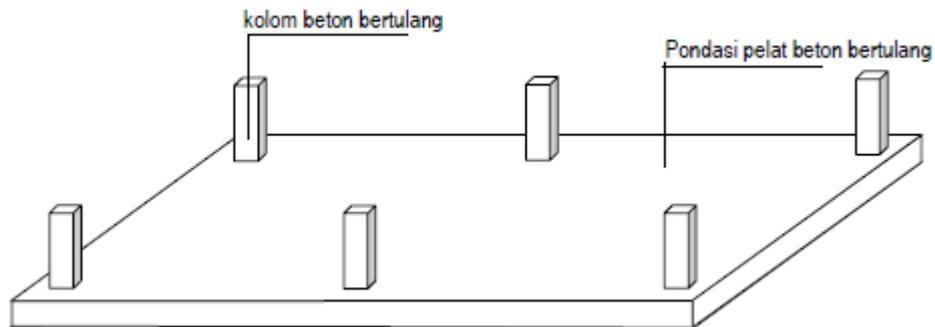
Gambar 2.10 Pondasi menerus
Sumber: DPU (2006)

Apabila digunakan pondasi setempat, maka harus diikat satu sama lain dengan balok pengikat.



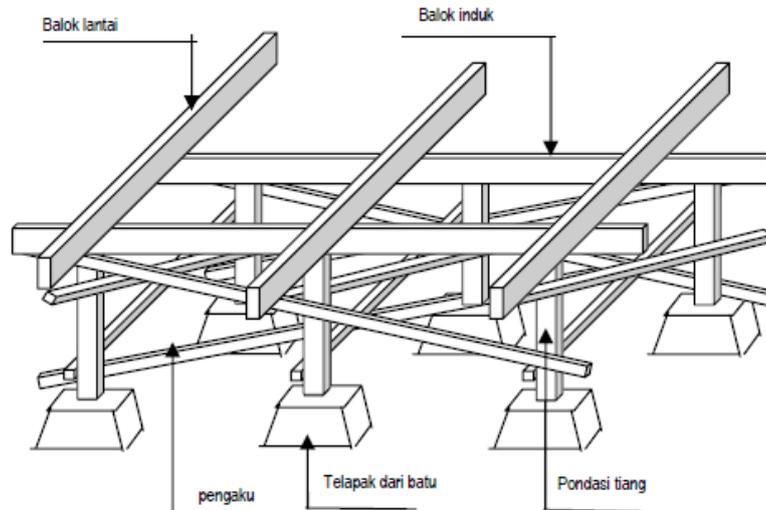
Gambar 2.11 Balok pengikat pondasi setempat
Sumber: DPU (2006)

Apabila lokasi berada pada tanah lunak, maka dapat digunakan pondasi plat beton atau sejenisnya.



Gambar 2.12 Pondasi setempat plat beton
Sumber: DPU (2006)

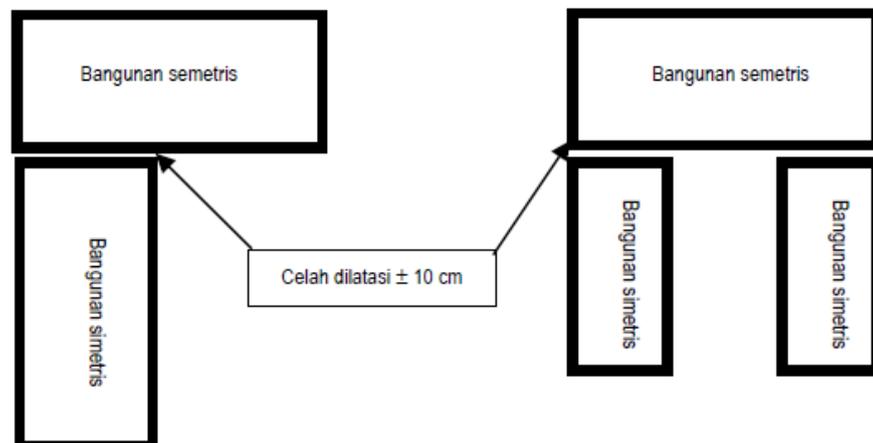
Bangunan rumah tinggal yang berbentuk panggung dan berdiri pada tanah keras serta menggunakan pondasi tiang, maka tiang-tiang harus diikat dengan balok silang pengaku. Tumpuan diatas tanah, harus diletakkan pada batu telapak, sehingga beban dipikul secara merata.



Gambar 2.13 Pondasi tiang
Sumber: DPU (2006)

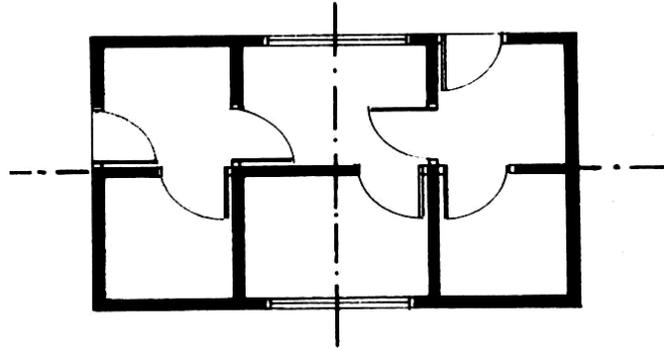
2. Denah bangunan

Denah bangunan disarankan sederhana dan simetris, dengan perbandingan lebar dan panjang bangunan 1:2. Apabila denah bangunan tidak simetris, maka diperlukan pemisah (dilatasi) sehingga bangunan terdiri dari beberapa massa yang masing-masing bagian denah adalah simetris.



Gambar 2.14 Denah bangunan dari rangkaian bangunan yang simetris
Sumber: DPU (2006)

Susunan dinding penyekat dalam rumah harus disusun secara simetris terhadap sumbu denah bangunan, begitu juga dengan bukaan pintu maupun jendela.



Gambar 2.15 Penempatan dinding penyekat dan bukaan
Sumber: DPU (2006)

3. Lokasi bangunan

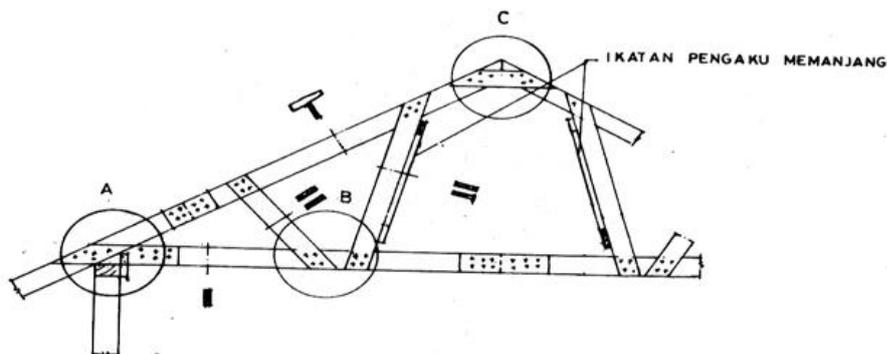
Lokasi berpengaruh terhadap keamanan bangunan terhadap gempa. Terdapat dua hal yang harus diperhatikan dalam penentuan lokasi bangunan. Apabila lokasi berada di daerah perbukitan, maka lereng bukit harus memiliki kondisi yang stabil, sedangkan apabila berlokasi pada lahan datar, maka dihindari dibangun di atas tanah yang sangat halus dan tanah liat mengembang.

4. Desain struktur

Struktur sebagai elemen berdirinya bangunan harus didesain dengan pertimbangan daktilitas yang baik; kelenturan struktur; dan daya tahan baik terhadap kerusakan.

5. Kuda-kuda

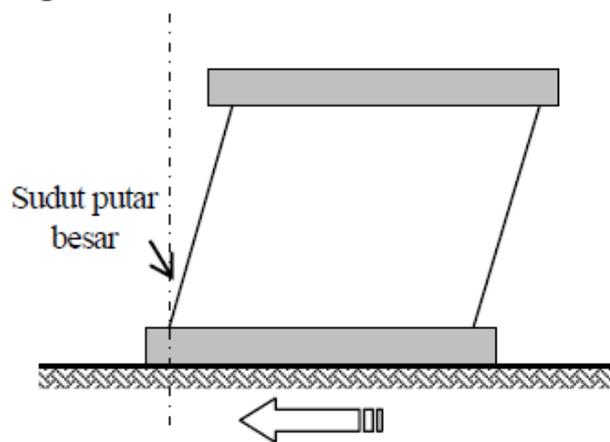
Kuda-kuda atap yang baik digunakan untuk rumah tinggal tahan gempa adalah kuda-kuda papan paku. Sifat dari kuda-kuda ini selain mudah dalam pembuatannya adalah bobot kuda-kuda yang cukup ringan.



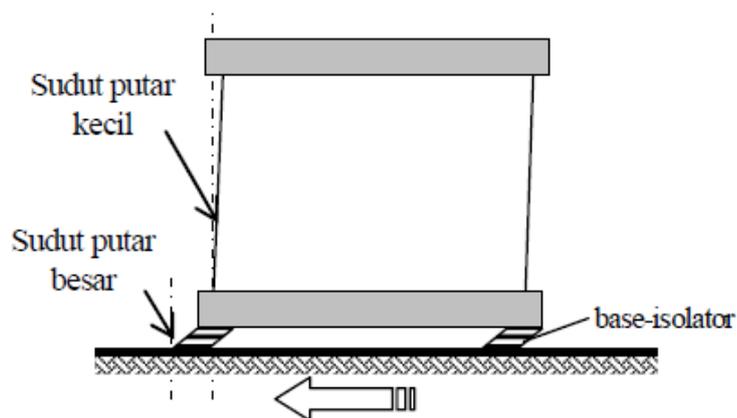
Gambar 2.16 Kuda-kuda papan paku
Sumber: DPU (2006)

Base Isolator

Selain menggunakan sifat lentur dan elastis struktur bangunan dalam meredam gaya gempa, ada sistem lain dengan menggunakan peralatan mekanis yang salah satunya disebut *base isolator*. Prinsip dasar dari sistem ini adalah berusaha memisahkan bangunan dari gaya horizontal pondasi dengan suatu *isolator* antara kolom dan pondasi. Sistem ini memiliki fleksibilitas yang sangat baik terhadap gaya horizontal, namun tetap memiliki daya dukung berat bangunan yang baik. Dengan fleksibilitas yang sangat baik, sistem ini mengalihkan getaran gaya gempa yang mengenai pondasi sehingga gaya gempa tidak menerus hingga ke struktur bangunan bagian atas. (Maer, 2008)



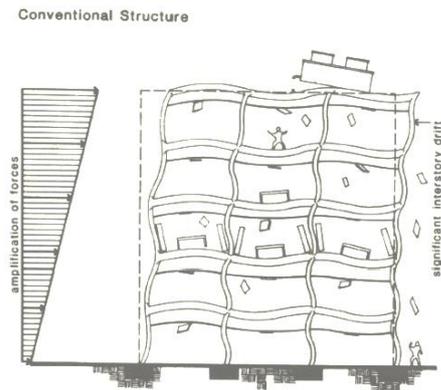
Gambar 2.17 Sistem tumpuan terikat pada pondasi
Sumber: Maer (2008)



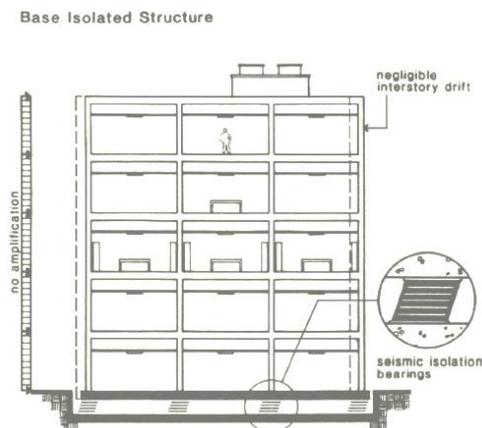
Gambar 2.18 Sistem dengan *base isolator*
Sumber: Maer (2008)

Dengan menyematkan *isolator* antara bangunan dengan tanah, maka energi gempa yang terdistribusi ke bangunan berkurang, respon struktur terhadap gempa

berubah, serta *isolator* menyebabkan hampir seluruh energi yang terdistribusi ke struktur bangunan menghilang (Tarics, 1987).



Gambar 2.19 Struktur konvensional
Sumber: Tarics (1987)



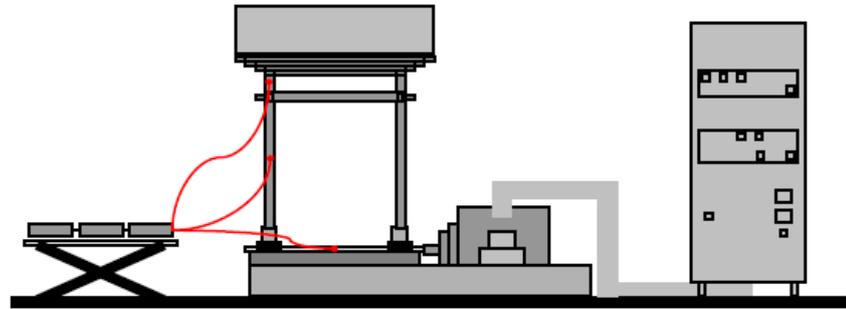
Gambar 2.20 Struktur *base isolator*
Sumber: Tarics (1987)

2.4 Penelitian Terdahulu

2.4.1 Perilaku Rumah Tradisional Jawa “Joglo” Terhadap Gempa (Yulianto P. Prihatmaji, 2007)

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah mendapatkan gambaran pengaruh gaya gempa pada rumah tradisional Jawa, mengetahui perilaku struktur rumah tradisional Jawa terhadap gaya gempa dan mengidentifikasi faktor-faktor perilakunya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental dalam skala laboratorium. Rancangan penelitian ini menggunakan desain percobaan yang mempunyai control, beberapa variabel dikontrol dan beberapa yang lain merupakan kontrol.

Model dari penelitian ini adalah '*design model*', dengan model digunakan sebagai proporsi komponen-komponen struktur *rong-rongan*. Penelitian ini menggunakan alat *horizontal slip table* atau *shaking table*, *control panel*, serta sensor untuk mengetahui perilaku dan kinerja struktur *rong-rongan*.



Gambar 2.21 Skema rancangan pengujian model struktur *rong-rongan* dengan *horizontal slip table*

Sumber: Prihatmaji (2007)

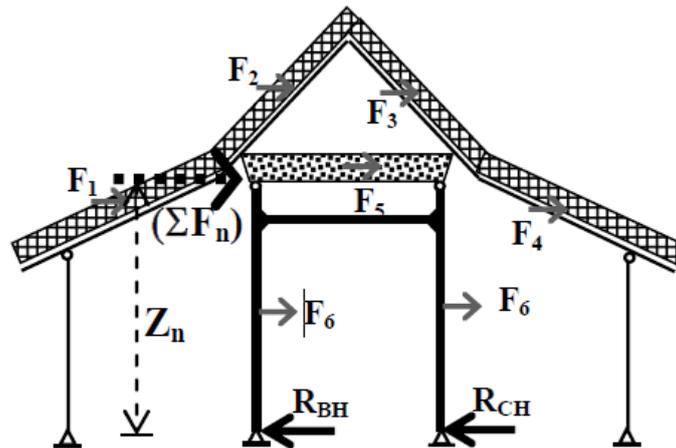
Tahapan penelitian ini, sebelum memahami kinerja dan perilaku struktur *rong-rongan*, maka diketahui dulu *mechanical properties*-nya yaitu kayu jati, yang mencakup faktor-faktor kekuatannya. Perilaku struktur *rong-rongan* bisa diketahui gambarannya melalui percobaan skala laboratorium dengan pemberian getaran gaya gempa buatan. Struktur *rong-rongan* diberi gaya gempa lateral hingga deformasi maksimal namun tanpa keruntuhan. Hasil dari tahapan penelitian ini direkam melalui alat pencatat reaksi yang hasilnya berupa *spectrum* getaran gaya-gaya gempa.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pengujian model struktur *rong-rongan* terhadap getaran gempa dengan *horizontal slip table* menunjukkan sistem pembebanan pada rumah joglo adalah stabil, pada gempa frekuensi tinggi dan akselerasi rendah-tinggi. Hasil secara umum penelitian ini adalah bahwa struktur rumah joglo aman untuk daerah zona gempa III.

2.4.2 Respon Pendopo Joglo Yogyakarta Terhadap Getaran Gempa Bumi (Bisatya W. Maer, 2008)

Penelitian ini menyandingkan dua jenis joglo yang runtuh akibat gempa bumi. Satu jenis joglo menggunakan tumpuan sendi berupa *pen* dan lubang di kaki *sokoguru*-nya, sedangkan pada joglo yang lain *sokoguru* hanya diletakkan diatas *umpak* sehingga dapat bergeser apabila mendapatkan getaran gempa.

Analisis penelitian ini berdasarkan analisis beban gempa statik ekuivalen yang dijelaskan secara kualitatif yang didasarkan pada filosofi perencanaan struktur, yaitu bangunan tidak rusak sama sekali akibat gempa kecil, dan boleh rusak akibat gempa besar namun tetap berdiri. Analisis beban gempa statik ekuivalen digunakan untuk menganalisis respon struktur bangunan pendopo joglo terhadap beban gempa dan bukan untuk menghitung beban gempa.



Gambar 2.22 Beban gempa *sokoguru* joglo
Sumber: Maer (2008)

Penelitian ini menganalisis struktur pendopo joglo yang ditumpu dengan sendi pada umpak, merespon beban gempa dengan perilaku elastik penuh. Pendopo joglo yang tidak terikat pen pada umpak dan hanya diletakkan saja mempunyai sifat sendi terbatas. Hal ini menyebabkan perilaku struktur saat terkena gempa adalah slip pada tumpuannya, sehingga meredam getaran gempa. Hasil dari penelitian ini adalah fakta lapangan dan analisis tentang perbedaan respon kedua bangunan terhadap gempa dengan perbedaan jenis tumpuan pada *sokoguru*.

2.4.3 Studi Struktur dan Konstruksi Bangunan Tradisional Rumah ‘Pencu’ di Kudus (Budi Sudarwanto & Bambang A. Murtomo, 2013)

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh karakter unsur-unsur dan keterkaitan antar unsur dalam sistem struktur dan konstruksi pada rumah Pencu. Manfaat yang diperoleh adalah pemahaman terhadap bentuk arsitektur Jawa khususnya ragam Joglo-Satru. Dengan pemahaman mendalam yang diperoleh dapat dikembangkan pengkajian sistem pelestarian yang akan dikembangkan terutama untuk meletarikan bangunan tradisional ini.

Penelitian ini menggunakan pendekatan rasional-kualitatif. Lokasi penelitian adalah Kudus Kulon dengan pertimbangan masih banyaknya populasi rumah adat Kudus berdiri, rumah berbahan dasar kayu jati, kondisi rumah terawat, dan dipilih yang tidak banyak ornamen ukiran. Hambatan yang muncul adalah sulitnya mencari informasi terkait proses perancangan. Acuan yang digunakan adalah proses eksperimentasi budaya dan proses yang dilakukan turun menurun.

Eksplorasi sistem struktur dan konstruksi yang diujikan melalui pendekatan matriks 4-4 dan analisa 4 variabel penelitian: unsur/ komponen struktur, keterkaitan antar unsur/komponen, proses merancang, dan kegiatan membangun (eksekusi rancangan). Variabel dianalisis pendekatan menggunakan logika struktur dan efektifitas desain konstruksi.

Tabel 2.2 Analisis Matriks Eksplorasi 4-4

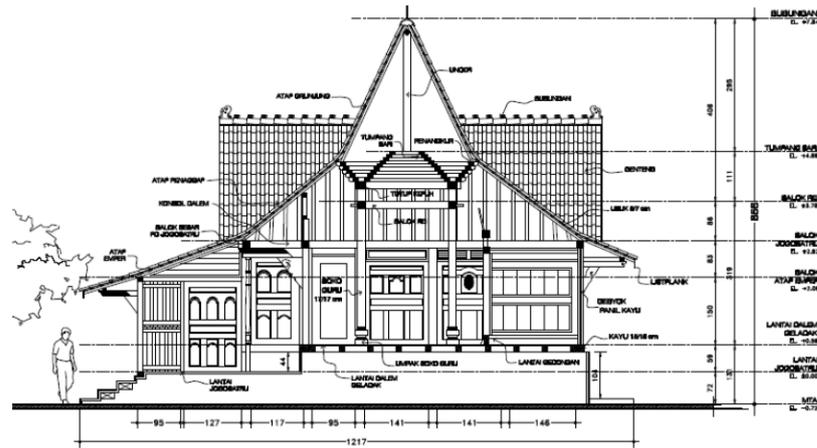
	Unsur	Keterkaitan Unsur	Proses Merancang	Cara Mendirikan Bangunan
Unsur	0	1	2	3
Keterkaitan Unsur	1	0	4	5
Proses Merancang	2	4	0	6
Cara Mendirikan Bangunan	3	5	6	0

Catatan :

1 s/d 6 merupakan analisis matriks dari sumber data yang diperoleh melalui kegiatan survai dan pengukuran lapangan yang kemudian dibahas atas norma logika struktur dan efektifitas desain.

Sumber: Sudarwanto (2013)

Hasil penelitian ini menunjukkan keterkaitan antar elemen dalam sistem struktur rumah pencu, atau joglo umumnya memiliki ikatan yang bersifat lentur (elastis). Prinsip lentur juga memiliki makna bahwa ada kemungkinan penghuni untuk menyelamatkan diri bila ada gempa sebelum bangunan roboh. Hasil dari penelitian ini adalah sistem struktur yang digunakan merupakan struktur rangka batang dengan ikatan non-permanen untuk merespon adanya gempa. Hasil dari penelitian ini juga menunjukkan struktur inti utama rumah adat pencu adalah *sokoguru (rong-rongan)*.



Gambar 2.23 Potongan rumah pencil Kudus
Sumber: Sudarwanto (2013)

Saat terjadi gempa, bangunan melalui pondasi menunjukkan momen nol. Pondasi umpak dengan sistem ikatan ceblokan merupakan sistem jepit (sendi) sehingga diam, sedangkan momen terbesar pada blandar dan sunduk yang menopang tumpang sari. Hal ini menjadi sistem gaya lentur yang dihasilkan oleh struktur inti rumah tahan gempa.

Tabel 2.3 Tinjauan Studi Terdahulu

No.	Judul Jurnal	Penulis	Publikasi	Isi	Konstrubisi Terhadap Penelitian
1.	Perilaku Rumah Tradisional Jawa “Joglo” Terhadap Gempa	Yulianto P. Prihatmaji	Jurnal Dimensi Teknik Arsitektur. 35, (1), 1-12	Mendapatkan gambaran pengaruh gaya gempa pada rumah tradisional Jawa, mengetahui perilaku struktur rumah tradisional Jawa terhadap gaya gempa dan mengidentifikasi faktor-faktor perilakunya.	Mengetahui perilaku struktur yang sejenis dengan objek penelitian dengan hasil uji laboratorium menggunakan <i>horizontal slip table</i> . Hasil dari penelitian ini disandingkan dengan kondisi pada penelitian yang dilakukan, mengenai kesamaan model struktur maupun konstruksi sehingga dapat menjadi acuan dalam menentukan prinsip pada objek studi

- | | | | | | |
|----|---|-------------------------------------|---|--|--|
| 2. | Respon Pendopo Joglo Yogyakarta Terhadap Getaran Gempa Bumi | Bisatya W. Maer | Jurnal Dimensi Teknik Arsitektur. 36, (1), 1-9 | Membandingkan dua buah jenis joglo yang runtuh akibat gempa bumi. Satu jenis joglo menggunakan tumpuan sendi berupa <i>pen</i> dan lubang kaki di <i>sokoguru</i> nya, sedangkan pada joglo yang lain <i>sokoguru</i> hanya diletakkan pada umpak, sehingga dapat bergeser apabila mendapat gaya gempa | Bentuk pengamatan lapangan terhadap bangunan Jawa yang mendapat akibat dari gempa bumi secara langsung, diambil sebagai acuan lain dalam menganalisis objek studi pada penelitian yang dilakukan. Hal ini diupayakan untuk mendapat gambaran faktor tanggap gempa lain pada penelitian terhadap objek studi. |
| 3. | Studi Struktur dan Konstruksi Bangunan Tradisional Rumah 'Pencu' di Kudus | Budi Sudarwanto, Bambang A. Murtomo | Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia. 2, (1), 35-42 | Memperoleh pengetahuan mengenai karakteristik sistem struktur dan konstruksi rumah adat pencu di Kudus. Sistem struktur yang digunakan merupakan struktur rangka batang dengan ikatan non-permanen untuk merespon adanya gempa. | Metode pembahasan yang dilakukan pada penelitian ini dipelajari sebagai salah satu bahan acuan dalam metode pada kajian objek studi. |
-

2.5 Kerangka Teori

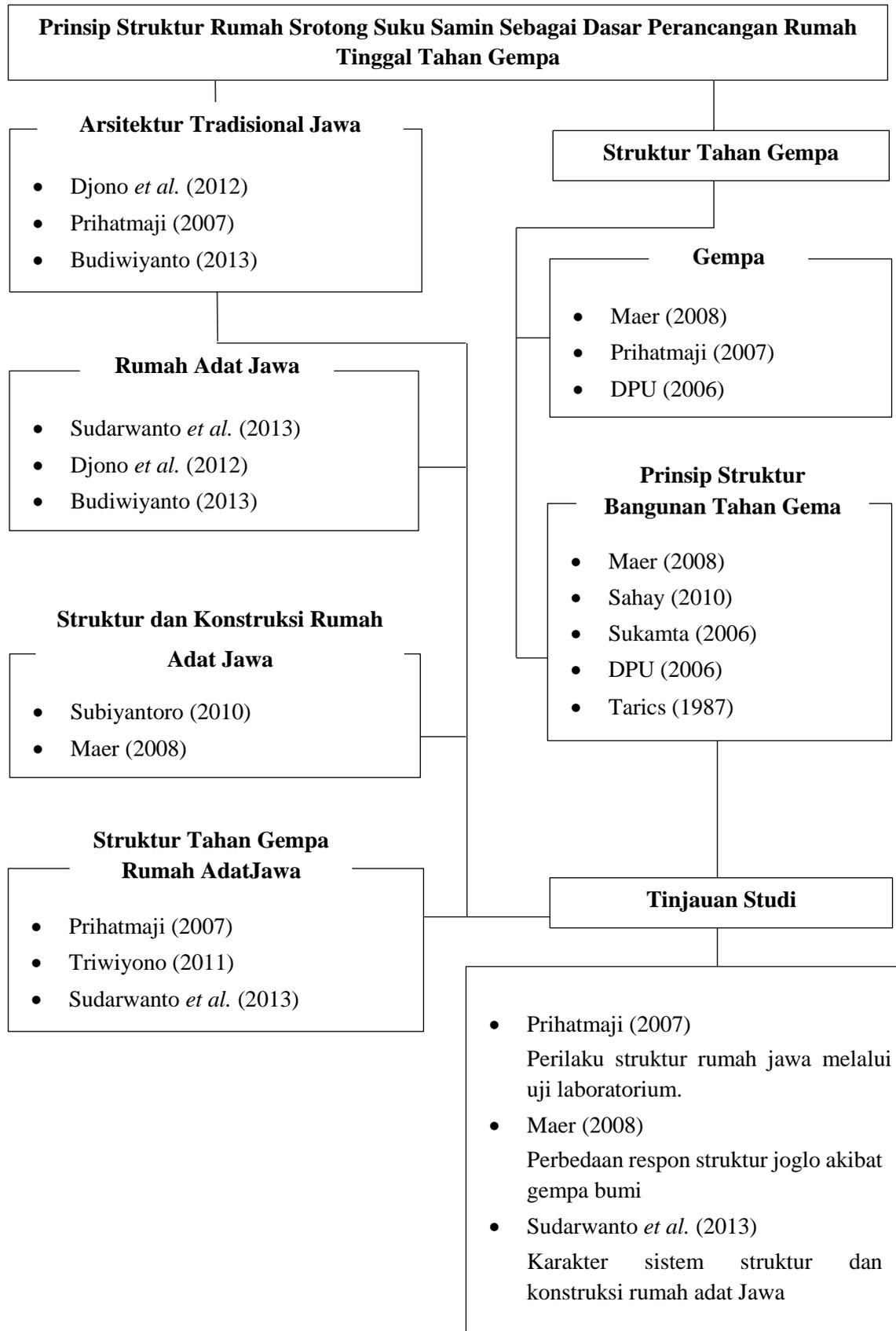


Diagram 2.1 Kerangka Teori