

SKRIPSI

**HUNIAN SEMENTARA PASCA BENCANA DENGAN
KONSEP *BAMBOO SHELTER* MENGGUNAKAN SISTEM
*KNOCK DOWN***

Disusun dan diajukan oleh:

**NURUL SAFITRI
D051181305**



**PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

“Hunian Sementara Pasca Bencana Dengan Konsep Bamboo Shelter Menggunakan Sistem Knock Down”


Disusun dan diajukan oleh

Nurul Safitri
D051181305

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 10 Februari 2023

Menyetujui

Pembimbing I



Dr. Eng. Ir. Nasruddin, ST. MT.
NIP. 19710316 199702 1 001

Pembimbing II


Dr. Imriyanti, ST., MT
NIP. 19730208 200604 2 001

Mengetahui

Ketua Program Studi Arsitektur


Dr. Ir. H. Edward Syarif, MT.
NIP. 19690612 199802 1 001



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Nurul Safitri
NIM : D051181305
Program Studi : Arsitektur
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

(*HUNIAN SEMENTARA PASCA BENCANA DENGAN KONSEP BAMBOO
SHELTER MENGGUNAKAN SISTEM KNOCK DOWN*)

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 15 Februari 2023

Yang Menyatakan



Nurul Safitri

ABSTRAK

NURUL SAFITRI. *Hunian Sementara Pasca Bencana Dengan Konsep Bamboo Shelter Menggunakan Sistem Knock Down* (dibimbing oleh Nasruddin Junus dan Imriyanti).

Indonesia merupakan salah satu wilayah yang dilalui jalur rangkaian gunung api aktif sehingga mengakibatkan sebagian besar wilayah Indonesia rawan terhadap bencana. Penanganan pasca bencana di Indonesia sejauh ini dinilai masih terkesan lamban dan tidak siap khususnya dalam memenuhi kebutuhan hunian bagi pengungsi. Ketidak siap tersebut menjadi latar belakang dari perencanaan dan perancangan hunian sementara *Bamboo Shelter* dengan menjadikan peristiwa gempa Majene-Mamuju 2021 sebagai studi kasus dalam desain ini. Permasalahan desainnya adalah bagaimana mewadahi kebutuhan hunian sementara untuk para korban akibat gempa yang dapat dibangun dengan mudah dan dalam waktu singkat. Tujuan dari perancangan ini adalah membuat modul struktur hunian sementara dari bambu dengan sistem *knock down*. Metode yang digunakan dalam pendekatan perancangan arsitektur pada desain ini menggunakan metode *Glass-box*. Hasil yang diperoleh yaitu perancangan hunian sementara *Bamboo shelter* dengan pendekatan bentuk analogi menggunakan sistem sambungan *Knock down* dengan metode sambungan klem.

Kata Kunci: *Bamboo, Shelter, Knock Down*

ABSTRACT

NURUL SAFITRI. *Hunian Sementara Pasca Bencana Dengan Konsep Bamboo Shelter Menggunakan Sistem Knock Down* (supervised by Nasruddin Junus and Imriyanti).

Indonesia is one of the areas traversed by a series of active volcanoes, causing most of Indonesia's territory to be prone to disasters. So far, post-disaster management in Indonesia has been seen as being slow and unprepared, especially in meeting the housing needs of refugees. This unpreparedness became the background for the planning and design of the temporary Bamboo Shelter by making the 2021 Majene-Mamuju earthquake a case study in this design. The design problem is how to accommodate the needs of temporary housing for victims of the earthquake which can be built easily and in a short time. The purpose of this design is to make temporary housing structure modules from bamboo with a knock down system. The method used in the architectural design approach to this design uses the Glass-box method. The results obtained are the design of bamboo shelters using an analogy approach using a Knock down connection system using the clamp connection method.

Keywords: Bamboo, Shelter, Knock Down

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI PERNYATAAN KEASLIAN _____	ii
ABSTRAK _____	iv
ABSTRACT _____	v
DAFTAR ISI _____	vi
DAFTAR GAMBAR _____	vii
DAFTAR TABEL _____	viii
KATA PENGANTAR _____	ix
BAB I PENDAHULUAN _____	1
1.1 Latar Belakang _____	1
1.2 Rumusan Masalah _____	3
1.3 Tujuan Perancangan _____	3
1.4 Manfaat Perancangan _____	3
1.5 Ruang Lingkup/Asumsi perancangan _____	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA _____	4
2.1 Definisi Judul _____	4
2.2 Bambu _____	5
2.3 <i>Knock Down</i> _____	13
2.4 Hunian Sementara _____	14
BAB 3 METODE PERANCANGAN _____	22
3.1 Analisis Variabel Arsitektur _____	22
3.2 Analisis Variabel Struktur _____	30
BAB 4 RENCANA PERANCANGAN _____	34
4.1 Rencana Variabel Arsitektur _____	34
4.2 Rencana Variabel Struktur _____	37
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN _____	51
3.1 Kesimpulan _____	51
5.2 Saran _____	51
DAFTAR PUSTAKA _____	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Diagram Tegangan-Regangan Bambu dan Baja	8
Gambar 2. Batang bambu menerima gaya tekan sejajar serat.	9
Gambar 3. Batang bambu menerima gaya geser.....	9
Gambar 4. Batang bambu menerima beban lentur.....	10
Gambar 5. Sambungan bambu dengan tali	11
Gambar 6. Sambungan bambu dengan mur-baut.....	12
Gambar 7. Sambungan klem/jepit.....	12
Gambar 8. Sambungan pusat.....	13
Gambar 9. Sketsa konsep hunian sementara lumbung bambu	15
Gambar 10. Prototipe hunian sementara	15
Gambar 11. flood resistant blooming bambu home by H&P architects	16
Gambar 12. Floor Plan and Section	16
Gambar 13. Interior Blooming Bambu House	17
Gambar 14. Material dinding	17
Gambar 15. Fleksibilitas penggabungan modul.....	18
Gambar 16. Penataan shelter di lokasi	18
Gambar 17. Soe Ker Tie House	19
Gambar 18. Anak-anak pengungsi, Noh Bo	19
Gambar 19. Tampilan shelter menyerupai Kupu-kupu.....	20
Gambar 21. Lokasi Perancangan.....	22
Gambar 22. Arah View Kondisi	23
Gambar 23. Arah View A	24
Gambar 24. Arah View B	24
Gambar 25. Rona awal sekitar tapak.....	26
Gambar 26. Site Plan.....	26
Gambar 27. Fondasi bambu di atas umpak beton	31
Gambar 28. Dek dan rangka lantai bambu.....	31
Gambar 29. Kolom dan Dinding Bambu	32
Gambar 30. Kuda-kuda dan rangka atap bambu	32
Gambar 31. Atap bambu	33
Gambar 32. Analogi Bentuk Bamboo Shelter dari Bunga Teratai.....	35
Gambar 33. Rancangan Rancangan elemen struktur	40
Gambar 34. Gaya-gaya yang terjadi pada elemen struktur	41

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Identifikasi Bambu	6
Tabel 2. Hasil Studi Komparasi	21
Tabel 3. Kebutuhan Bangunan di Lokasi Pengungsian	30

KATA PENGANTAR

Penulis memanjatkan puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir. Adapun judul Tugas Akhir ini adalah '**HUNIAN SEMENTARA PASCA BENCANA DENGAN KONSEP BAMBOO SHELTER MENGGUNAKAN SISTEM KNOCK DOWN**'.

Dalam Tugas Akhir ini, penulis sadar bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam segala aspek, oleh karena itu penulis merasa membutuhkan kritik dan saran kepada segenap pembaca yang bersifat membangun untuk meningkatkan kualitas dikemudian hari.

Penulis sadar bahwa penulisan Tugas Akhir ini tidak lepas dari campur tangan banyak pihak, maka penulis ingin berterima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. H. Edward Syarif, ST., M.T. selaku Ketua Departemen Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
2. Bapak Dr. Eng. Ir. Nasruddin Junus, S.T., M.T. selaku pembimbing 1 dan Ibu Imriyanti, ST., MT. selaku pembimbing 2 atas bimbingannya dalam penulisan Tugas Akhir ini.
3. Kedua orang tua saya, Ayun Panai dan Nurhayati Ahmad atas do'a dan dukungannya dalam penulisan Tugas Akhir ini.
4. Seluruh dosen dan staf jurusan arsitektur.
5. Untuk teman-teman seperjuangan sekaligus sahabat saya selama perkuliahan Rezky Nurfadillah Sihi, Irna Ramdhani, Wa Ode Arum, Rhara Ayu Samudra, dan Eva Winanda yang telah memberi dukungan untuk penyelesaian skripsi ini. Semoga kelak kita bisa bertemu kembali dengan kabar kesuksesan masing-masing
6. Untuk sanak saudara serta orang terdekat (Sopan Sopian) yang telah membantu dan mensupport saya selama pengerjaan tugas akhir ini.
7. Teman-teman Jurusan Arsitektur Angkatan 2018 Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin terkhusus teman-teman Laboratorium Material, Struktur dan Konstruksi Bangunan.

8. Dan seluruh pihak terkait yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari akan kekurangan dalam skripsi ini, sehingga peneliti mengharapkan kritik dan sarannya yang berhubungan dengan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya mahasiswa Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Atas perhatiannya, penulis mengucapkan terima kasih.

Gowa, 15 Februari 2013

NURUL SAFITRI
NIM. D051181305

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Wilayah Indonesia berada di antara tiga lempeng tektonik yaitu Lempeng *Eurasia*, Lempeng *Indo-Australia*, dan Lempeng *Pasifik*. Wilayah Indonesia juga merupakan jalur rangkaian gunung api aktif di dunia atau seringkali disebut *The Pasific Ring of Fire* (Cincin Api Pasifik) (Puji Utomo, 2014). Kondisi ini mengakibatkan sebagian besar wilayah Indonesia rawan terhadap bencana. Berdasarkan data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) tahun 2020, jumlah kejadian bencana dari bulan Januari hingga Desember tahun 2020 tercatat 4.650 kejadian bencana dengan 376 jiwa meninggal, 42 hilang, 619 luka-luka serta 6.796.707 jiwa menderita dan mengungsi.

Penanganan pasca bencana di Indonesia sejauh ini dinilai masih terkesan lamban dan tidak siap khususnya dalam memenuhi kebutuhan hunian bagi pengungsi. Pemerintah sebenarnya telah membuat alternatif solusi dengan dibangunnya *shelter* sebagai hunian sementara, akan tetapi pembangunan *shelter* sejauh ini masih memiliki beberapa kelemahan seperti: *shelter* masih terkesan seadanya dan kurang nyaman, kurang praktis karena diperlukan waktu yang cukup lama dalam pembangunan, mahal biaya produksi, dan banyak pengungsi berpindah ke tempat lain yang lebih layak sehingga banyak *shelter* yang terbengkalai dan tak terawat (Puji Utomo, 2014).

Kebutuhan akan *shelter* sebagai bangunan transisional telah diatur dalam Perda Nomor 7 Tahun 2010 tentang Bangunan Gedung, yaitu “*bangunan semi permanen adalah bangunan yang digunakan untuk fungsi yang ditetapkan dengan konstruksi semi permanen atau dapat ditingkatkan menjadi permanen sehingga merupakan suatu transisi*”. Bangunan transisional menuntut pengkonstruksian yang cepat, mudah dalam hal mobilisasi, dapat dibongkar pasang (*Knock down*), dan *sustainable*. Perda Nomor 7 tahun 20210 menyebutkan bahwa bangunan semi permanen memiliki umur layanan di atas 5 (lima) sampai dengan 10 (sepuluh) tahun.

Faktor kecepatan merupakan hal yang penting karena saat bencana terjadi, dalam jumlah besar korban membutuhkan produksi massal bangunan transisional sehingga dibutuhkan pengerjaan konstruksi bangunan yang mudah dan cepat. Sistem *Knock Down* merupakan solusi yang tepat untuk mempercepat proses pembangunan *shelter*. Hal ini karena materialnya yang dibuat secara terpisah, dirakit di lokasi, dan ketika ingin dipindahkan dapat dibongkar kembali (Vivi Yani Santosa, 2018).

Selain faktor kecepatan, faktor lain yang berpengaruh adalah *sustainable* dan mudah dalam hal mobilitas. Material utama yang dipilih harus berkelanjutan (*sustainable*) yaitu mudah didapat dan tersedia dalam jumlah besar. Material bambu dapat dikatakan *sustainable* karena keberadaan material bambu di Indonesia sangat berlimpah. Pertumbuhan bambu yang cepat, hanya sekitar 3 sampai 5 tahun menjadikan bambu sebagai sumber daya yang berkelanjutan, jika dibandingkan dengan material kayu. Selain itu, bambu juga merupakan bahan ramah lingkungan karena sangat efisien dalam menyerap karbon dioksida (CO₂) dan mengurangi efek rumah kaca (Vivi Yani Santosa, 2018)..

Dari permasalahan di atas, penulis berinisiatif untuk membuat desain **Hunian Sementara Pasca Bencana dengan Konsep *Bamboo shelter* Menggunakan Metode *Knock down*** yang diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan dalam perancangan fisik agar kebutuhan hunian sementara saat rekonstruksi pasca bencana dapat berjalan dengan cepat dan tepat. Lokasi yang dipilih dalam desain ini yaitu di Posko Pengungsian Desa Botteng, Kecamatan Simboro, Mamuju, Sulawesi Barat. Alasan pemilihan lokasi yaitu pertama, wilayah pesisir dan lepas pantai Sulawesi Barat terletak di zona jalur lipatan dan sesar atau fold and thrust belt sehingga rawan terjadinya gempa bumi. Secara khusus, wilayah Majene dan Mamuju pernah terdampak gempa secara berulang dengan periode waktu berbeda dan bencana gempa yang terbaru terjadi pada tanggal 14-15 Januari 2021 yang mengakibatkan banyak warga kehilangan tempat tinggal. Kedua, penanganan pasca bencana pada beberapa tempat di Kabupaten Mamuju masih kurang. Ketiga, Provinsi Sulawesi Barat memiliki potensi hutan bambu yang cukup besar dengan luas tercatat sekitar 20 ha yang berada di Kabupaten Polewali Mandar. Dengan

adanya hutan bambu ini, kebutuhan bambu sebagai material utama shelter dapat terpenuhi.

1.2 Rumusan Masalah

1. Permasalahan Arsitektural

Bagaimana eksplorasi model desain bangunan Bamboo Shelter yang dapat merespon kondisi lingkungan serta masyarakat setempat?

2. Permasalahan Struktural

Bagaimana penyelesaian konsep struktural terhadap model desain *Bamboo shelter* dengan menggunakan metode *Knock down* agar pembangunan hunian sementara dapat terlaksana dengan mudah dan cepat?

1.3 Tujuan Perancangan

Merancang modul struktur *knock down* dari material bambu dengan pendekatan bentuk analogi.

1.4 Manfaat Perancangan

Tugas akhir ini selain dapat dijadikan sebagai acuan dalam perancangan fisik hunian sementara pasca bencana juga dapat digunakan sebagai bahan penelitian lebih lanjut terkait penggunaan bambu sebagai material struktural serta perhitungan kekuatan pada sambungan bambu.

1.5 Ruang Lingkup/Asumsi perancangan

1. Arsitektural

Tidak melakukan analisis perancangan ruang dalam, pencahayaan dan penghawaan, dan perhitungan biaya konstruksi.

2. Struktural

Tidak melakukan perhitungan beban struktur secara sistematis dan tahap pembangunan serta waktu kerja hanya difokuskan pada unit hunian sementara.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Judul

Judul tugas akhir ini adalah **Hunian Sementara Pasca Bencana dengan Konsep *Bamboo shelter* Menggunakan Metode *Knock down*** dengan definisinya sebagai berikut:

1. Hunian Sementara

Hunian sementara (huntara) adalah tempat tinggal sementara selama korban bencana mengungsi, baik berupa tempat penampungan massal maupun keluarga, atau individual. Huntara merupakan upaya untuk menjembatani tahap tanggap darurat dan tahap rekonstruksi, dengan demikian dikategorikan sebagai tahap transisi (Dyah Puspa Ayu, 2020).

2. Pasca Bencana

Menurut Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Pasca bencana merupakan tahap setelah terjadinya bencana dimana dilakukannya rehabilitasi dan rekonstruksi.

3. Bambu

Bambu adalah tanaman jenis rumput-rumputan yang terdapat rongga dan ruas pada batangnya. Secara ilmiah tanaman ini memiliki banyak jenis yang tersebar hampir di seluruh dunia. Bambu merupakan salah satu tanaman dengan pertumbuhan paling cepat di dunia (Prakoso, 2019).

4. *Shelter*

Istilah '*shelter*' memang sangat luas, mencakup semuanya dari tempat berlindung sementara dari badai, misalnya di bawah pohon, hingga ke tenda, gubuk, gedung publik, atau rumah. Hampir semua objek fisik yang dapat digunakan untuk berlindung dari bahaya dapat disebut sebagai *shelter*. Dalam konteks kemanusiaan istilah *shelter* merujuk secara khusus pada ruang fisik yang dapat ditinggali oleh orang yang menjadi pengungsi akibat bencana (Margowiyono, 2019).

5. *Knock down*

Sistem *Knock down* merupakan sistem yang materialnya dibuat secara terpisah untuk dirakit di lokasi, dan ketika ingin dipindahkan dapat dibongkar kembali.

Karena kecepatannya, sistem ini banyak dipakai untuk sarana-sarana yang diperlukan pada daerah bencana (Andi Farid Hidayanto, 2016).

2.2 Bambu

1. Tinjauan Umum Bambu

Tanaman bambu tumbuh dengan subur di daerah tropis dari Benua Asia hingga Amerika, beberapa spesies ditemukan di benua Australia. Dari 1250 jenis bambu di dunia, sekitar 200 jenis ditemukan di Asia Tenggara, sedangkan di Indonesia hanya terdapat sekitar 154 jenis bambu. Dengan luas hutan bambu mencapai 22 juta hektar yang tersebar di seluruh dunia, dapat dihasilkan 200 juta ton bambu setiap tahunnya (Dransfield & Widjaya, 1995).

Tanaman bambu di Indonesia ditemukan di daerah dataran rendah sampai pegunungan dengan ketinggian sekitar 300 mdpl dan pada umumnya ditemukan di tempat-tempat terbuka dan daerah bebas dari genangan air. Bambu dikenal sebagai tanaman yang mempunyai masa pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan kayu. Dalam satu hari, pertumbuhan dapat mencapai 30 cm sampai 100 cm dan tingginya dapat mencapai 40 m. Rata-rata pertumbuhan bambu untuk mencapai usia dewasa dibutuhkan 3-5 tahun. Berdasarkan pertumbuhannya, bambu dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu *simpodial* (berumpun) yang banyak tumbuh di Indonesia dan *monopodial* (menjalar).

2. Bambu Sebagai Material Struktural

a. Jenis Bambu

Bambu memiliki berbagai macam jenis, tapi tidak semua jenis bambu dapat digunakan sebagai material struktural untuk bangunan. Jenis bambu yang umum digunakan sebagai material konstruksi dan dipasarkan di Indonesia:

1) Bambu Hitam (*Gigantochloa Atroviolacea*)

Bambu hitam atau bambu wulung banyak tumbuh di Jawa dan Sumatra. Jenis bambu ini dapat mencapai diameter hingga 14 cm dan tinggi lebih dari 20 meter. Di antara bambu yang lain, bambu wulung memiliki tampilan yang menarik dengan warna hitamnya dan lebih tahan terhadap hama.

2) Bambu Betung (*Dendrocalamus Asper*)

Bambu ini tumbuh subur hampir semua pulau besar di Indonesia. Memiliki dinding yang tebal dan kokoh serta diameter yang dapat mencapai lebih dari 20 cm. Dapat tumbuh hingga lebih 25 meter. Bambu betung banyak digunakan untuk membuat kolom struktur atau tiang penyangga bangunan. Namun ada pula yang menggunakannya untuk membuat reng/usuk atap dengan cara dibelah.

3) Bmabu Apus (*Gigantochloa Apus*)

Bambu apus memiliki ketinggian sekitar 20 meter dan diameter sekitar 6 cm. Ukuran bambu apus relatif kecil dibanding jenis bambu lainnya. Namun untuk ukuran antar ruasnya termasuk yang paling panjang karena bisa mencapai 45-65 cm. Sedangkan ketebalan dindingnya adalah 6-13 mm. Bambu apus cocok digunakan untuk membuat dinding pada bangunan.

4) Bambu Andong (*Gigantochloa Verticillata*)

Bambu andong atau bambu gombang memiliki ketinggian sekitar 20 meter dengan diameter sekitar 10-12 cm. Tempat tumbuh yang paling cocok adalah daerah yang berhawa dingin dan lembab. Misalnya ditepian sungai atau danau. Sebagai bahan bangunan, bambu andong sering digunakan untuk membuat kuda-kuda dan ada pula yang menggunakannya sebagai bahan konstruksi. Namun jika digunakan untuk membuat konstruksi maka hanya dapat digunakan pada bangunan rumah karena disesuaikan dengan ukuran bambu yang dapat menahan beban yang relatif tidak terlalu besar.

Tabel 1. Identifikasi Bambu

Identifikasi	Hitam	Betung	Apus	Andong
Jarak Ruas	40-65 cm	40-50 cm	20-60 cm	40-60 cm
Tebal Dinding	20 mm	20 mm	15 mm	20 mm
Garis Tengah	40-100 mm	120-200 mm	40-150 mm	50-130 mm
Panjang Batang	7-18 m	10-20 m	6-22 m	7-30 m

Sumber: (Ardhi Ana Muhsi N, 2015)

b. Sifat Mekanika Bambu

Kekuatan mekanik seperti kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur bambu cenderung mengalami peningkatan dari posisi pangkal ke ujung. Adanya perbedaan kekuatan mekanik pada posisi pangkal, tengah dan ujung selain disebabkan oleh adanya perbedaan kadar air juga lebih disebabkan karena adanya perbedaan presentase kulit pada tampang yang ditinjau. Kekuatan bambu bagian luar lebih besar dari dua kali dibandingkan kekuatan bambu bagian dalam, dengan demikian tebal kulit bambu cenderung sama rata, tetapi pada posisi ujung bambunya tipis, sehingga presentase kulit naik (I. N. R. D. Putra, 2020).

Menurut Heinz Frick di dalam bukunya *Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu*, secara teoritis sifat mekanik material bambu bergantung pada:

- 1) Jenis bambu yang berkaitan dengan tumbuh-tumbuhan.
- 2) Umur bambu dan waktu penebangannya.
- 3) Kelembapan (kadar air keseimbangan) pada batang bambu.
- 4) Bagian batang bambu yang digunakan (bagian kaki, pertengahan, atau kepala)
- 5) Letak dan jarak ruasnya masing-masing (bagian ruas kurang tahan terhadap gaya tekan dan lentur).

Sifat mekanik adalah sifat yang berhubungan dengan kekuatan bahan dan merupakan kemampuan suatu bahan untuk menahan gaya luar yang bekerja padanya. Beberapa sifat mekanik bambu yang penting untuk perencanaan konstruksi bambu, antara lain:

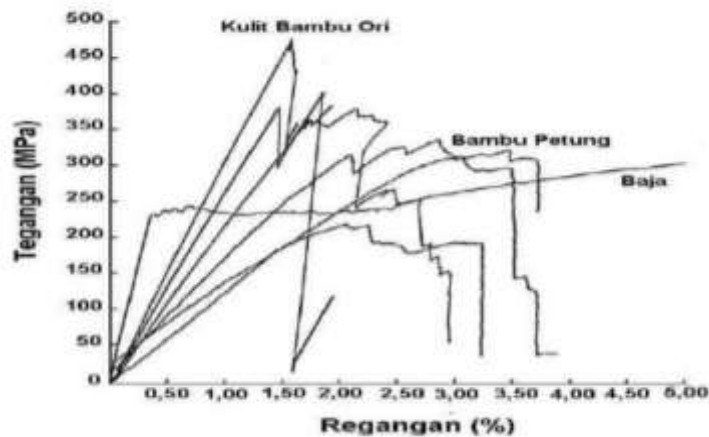
1) Berat Jenis

Berat jenis berbeda-beda menurut jenis bambu dan pada bagian ruas mana yang diperhatikan serta pada bagian dinding dalam atau bagian luar. Namun untuk konstruksi bangunan bambu (bahan bangunan dengan kadar air $\leq 14\%$), berat jenis bambu di Indonesia dianggap rata-rata sebagai 700kg/m^3 .

2) Kuat Tarik

Bambu mempunyai kekuatan cukup tinggi, kuat tariknya dapat disejajarkan dengan baja. Bambu berbentuk pipa sehingga momen

kelembabannya tinggi, oleh karena itu bambu cukup baik untuk memikul momen lentur. Spesimen dari bambu petung kuat tarik rata-ratanya juga lebih tinggi dari tegangan leleh baja, hanya satu spesimen saja yang kuat tariknya dibawah tegangan leleh baja, seperti terlihat pada Gambar 1.



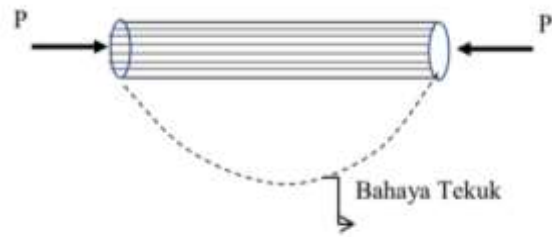
Gambar 1. Diagram Tegangan-Regangan Bambu dan Baja

Sumber: Marisco (1996)

Kuat tarik sambungan meningkat seiring dengan meningkatnya panjang jarak ujung. Kuat tarik maksimum yang dihasilkan pada variasi jarak ujung 50 mm, 60 mm dan seterusnya dan persentase kenaikan kenaikan berkisar sebesar 6 %, 17 %, 19 %, dan 21 % (I. N. R. D. Putra, 2020).

3) Kuat Tekan

Tekan bambu adalah kekuatan bambu untuk menahan gaya aksial akibat adanya beban titik ataupun beban merata, apabila gaya tekan yang terjadi searah dengan sejajar serat bambu maka bambu akan terjadi bahaya tekuk seperti pada Gambar 2. sedangkan apabila gaya tekan yang terjadi tegak lurus dengan arah serat maka bambu akan menjadi retak. Kekuatan bambu untuk menahan gaya tekan tergantung pada bagian ruas dan bagian antar ruas batang bambu.

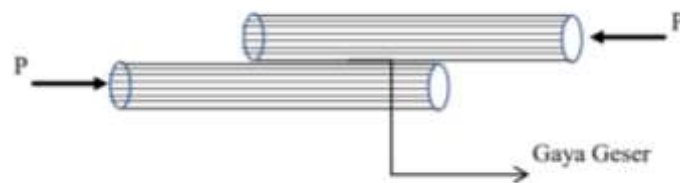


Gambar 2. Batang bambu menerima gaya tekan sejajar serat.

Sumber : Eratody (2017)

4) Kuat Geser

Menurut Eratodi (2017) kemampuan bambu untuk menahan gaya - gaya yang membuat suatu bagian bambu bergeser dari bagian lain di dekatnya disebut dengan kuat geser. Kuat geser bambu tergantung pada ketebalan dinding batang bambu seperti pada Gambar 3. Bagian batang tanpa ruas memiliki kekuatan terhadap gaya geser 50% lebih tinggi dari pada batang bambu yang beruas.



Gambar 3. Batang bambu menerima gaya geser

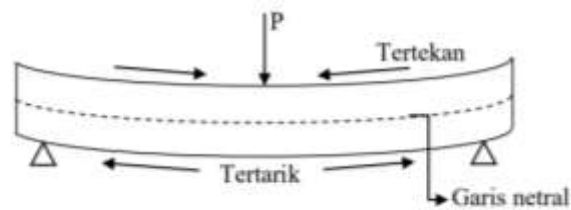
Sumber: Eratody (2017)

5) Kuat Lentur

Kuat lentur adalah kekuatan bambu untuk menahan gaya-gaya dari luar yang menyebabkan melengkungnya batang bambu. Bambu merupakan bahan yang elastis, maka lendutan yang terjadi sesuai kekuatan bahan menjadi agak tinggi (rata - rata 1/20). Tulangan dengan bambu dengan kulit memiliki sifat elastis yang lebih tinggi dibandingkan dengan tulangan bambu tanpa kulit, karena kulit lebih mampu menahan beban lentur dan hasil P Maks yang mampu ditahan lebih besar seperti pada Gambar 3.

Kuat Lentur dapat dibedakan menjadi 2 (dua) macam, yaitu kuat lentur statik dan kuat lentur pukul. Kuat Lentur statik menunjukkan

kekuatan bambu dalam menahan gaya yang mengenainya perlahan-lahan, sedangkan kuat lentur pukul adalah kekuatan bambu dalam menahan gaya yang mengenainya secara mendadak.



Gambar 4. Batang bambu menerima beban lentur

Sumber : Chamidah (2017)

c. Perlakuan Terhadap Material Bambu

Bambu kurang tahan terhadap rayap dikarenakan kandungan kanji yang tinggi. Tanpa pengawetan bambu hanya bertahan 2-3 tahun saja, apabila dilakukan pengawetan bambu dapat bertahan > 15 tahun (Ardhi Ana Muhsi N, 2015). Mutu bambu dipengaruhi oleh:

1) Masa memotong batang bambu

Menurut penelitian sebaiknya bambu dipotong antara umur 3-6 tahun karena pada saat ini bambu memiliki mutu dan kekuatan paling tinggi. Selain itu perlu dilihat pula kandungan kanji pada batangnya yang akan mempengaruhi tahan atau tidaknya terhadap hama, rayap, dan jamur.

2) Perawatan dan Pengeringan

Cara-cara perawatan dan pengeringan pada bambu sesaat sesudah penebangan, yaitu Perawatan bambu langsung pada tempatnya ;Perawatan bambu dengan merendam pada air payau, air laut, dan air tawar; Perawatan bambu dengan menggunakan api.

3) Pengawetan Bambu

Cara-cara pengawetan pada bambu untuk menanggulangi hama, rayap, dan jamur, yaitu Pengawetan dengan perendaman; Pengawetan dengan cara pengaliran; Pengawetan dengan penekanan; Penyimpanan dalam drum besi; Pengecatan dengan zat penolak serangga.

d. Sistem Struktur Bambu

Mengacu pada bentuk geometrik elemen struktural serta bentuk dan sifat geometrik dari material bambu, maka klasifikasi sistem struktur terbagi atas:

1) Elemen Garis

Garis Lurus : Struktur Rangka (kolom dan balok)

Garis Lengkung : Struktur Busur (*form active*)

Dengan menggunakan material bambu, struktur rangka dan struktur busur dapat terbuat dari batang tunggal, gabungan batang tunggal ataupun dengan menggunakan rangka batang (*truss – vector active*).

2) Elemen Bidang

Bidang lurus : struktur permukaan/pelat

Bidang lengkung : struktur permukaan aktif (*surface active*)

Dengan menggunakan material bambu, struktur permukaan hanya dapat terbuat dari rangka batang ruang (*space frame*) baik lapis tunggal (*space frame single layer*) maupun lapis ganda (*space frame double layer*).

pendinginan, potongan bambu ini akan mempertahankan bentuk baru.

e. Sambungan Bambu

1) *Friction-Tight Rope Connection (F-TRC)*

Metode sambungan ini yang umum digunakan pada bangunan. Bahan tali tradisional yang digunakan adalah ijuk, kulit pohon, strip bambu dan rotan. Selain itu, saat ini sudah menggunakan material industry seperti kawat besi atau menggunakan tali plastik.



Gambar 5. Sambungan bambu dengan tali

Sumber : <https://www.giantgrass.com/>

2) *Plugin/Bolt Connection*

Sambungan batang yang saling bersilangan (*interlocking*) dan disambung dengan pasak. Pasak berfungsi untuk mentransfer beban. Selain pasak, metode ini dapat menggunakan mur-baut.



Gambar 6. Sambungan bambu dengan mur-baut

Sumber : <https://www.giantgrass.com/>

3) *Clamp Connection*

Banyak orang telah menggunakan klem untuk menghubungkan bambu dan membuat struktur. Sesuai dengan namanya, penyambungannya berupa penjepit yang menahan bagian luar batang bambu. Pada umumnya klem ini dibuat secara khusus untuk proyek tertentu karena ukuran diameter bambu yang bervariasi sehingga tidak ada penjepit standar seperti pada konstruksi baja.



Gambar 7. Sambungan klem/jepit

Sumber : <https://www.giantgrass.com/>

4) *Hub Connection*

Konektor hub umumnya terdiri dari konektor cincin pusat, yang dihubungkan ke bambu menggunakan pelat baja atau batang. Pipa poli

dapat digunakan dengan bambu untuk membuat konektor hub, yang dibaut di tengah. Konektor hub juga dapat digabungkan dengan klem.



Gambar 8. Sambungan pusat

Sumber : <https://www.giantgrass.com/>

2.3 Knock Down

Metode bongkar pasang atau istilah yang lebih populernya adalah *Knock down* merupakan metode yang banyak digunakan pada perakitan benda yang bertujuan untuk mempermudah saat pemasangan maupun pelepasan, dan mudah dibawa kemanapun karena benda tersebut tidak memakan tempat yang besar untuk penyimpanan. Jadi kekuatan pada konstruksi *knockdown* sebagian besar berasal dari baut atau sekrup yang digunakan untuk merekatkan komponen-komponen antar bagian, sebab dalam konstruksi ini tidak menggunakan lem sama sekali pada sambungan antar komponennya.

Metode bongkar pasang ini bertujuan diantaranya:

1. Memudahkan dalam mobilitas atau transportasi.
2. Memudahkan untuk proses perawatan atau penggantian komponen bagian-bagian dalam.
3. Memudahkan dalam operasional pekerjaan.
4. Konstruksi menjadi lebih sederhana
5. Penggunaan lebar bahan dan jenis dapat dengan mudah diterapkan dalam perakitan.

2.4 Hunian Sementara

Di tahap tanggap darurat diperlukan hunian yang layak bagi para korban yang bersifat sementara. Tujuan utama tahap tanggap darurat yaitu menyelamatkan korban bencana alam dengan melakukan penyelamatan korban hingga penyediaan hunian.

Hunian merupakan upaya menjembatani tahap tanggap darurat dan tahap rekonstruksi, dengan demikian dikategorikan sebagai tahap transisi (Affisa, 2014). Permasalahan yang ada di Indonesia, pemerintah belum siap dan belum mampu menyediakan hunian. BNPB hanya masih mampu membantu dalam bentuk tenda darurat. Tenda darurat tidak cocok untuk digunakan dalam jangka panjang serta tidak manusiawi bagi para korban (Santoso et al., 2016). Menurut IFRC (*Internasional Federation of Red Cross Foundation Red Crescent Societies*) menjelaskan bahwa pengungsi yang berada di lokasi pengungsian selama 1 tahun diajarkan untuk diberikan hunian. Hal ini untuk tidak memperparah keadaan psikis dari korban.

Sebelum masuk pada analisis hunian, penulis mencari tahu karakteristik apa saja yang diterapkan pada hunian terutama yang menggunakan material bambu. Berikut ini adalah perolehan data studi komparasi hunian yang ada di Indonesia maupun di luar negeri.

1. Hunian Sementara Lumbung Bambu, Indonesia

Bambu Konsep hunian lumbung bambu ini dibuat dengan mengadopsi rumah tradisional Lombok yang berbentuk lumbung menggunakan bahan kayu usuk dan pipa paralon dengan dinding anyaman bambu (bedek). Teknik pembuatan cukup sederhana; semua kerangka bangunan terbuat dari kayu usuk 4/6 dan atap dari pipa pvc ukuran 3/4 inchi. Atap dibuat dari karpet talang air yang disusun sedemikian rupa sehingga berfungsi sebagai atap. Dinding bangunan terbuat dari anyaman bambu. Luas rumah adalah 3 x 3 meter untuk panjang dan lebar serta tinggi 2,5 meter. Lantai terbuat dari tanah urug yang sekelilingnya diberi pasangan bata setinggi 20 cm dan bagian atas dilapisi campuran pasir dan semen. Konsep hunian sementara berbentuk lumbung bambu ini dapat dilihat pada dibawah.



Gambar 9. Sketsa konsep hunian sementara lumbung bambu

Sumber: (Jauhar Fajrin, 2020)

Hunian ini dikembangkan dengan konsep panel dimana masing-masing bagian bangunan dibuat secara terpisah kemudian digabung menjadi satu kesatuan. Konsep ini memungkinkan bangunan dibuat secara massal di workshop kemudian dibawa dalam bentuk panel terpisah dan dirakit di lokasi. Prototipe bangunan yang sudah jadi dapat dilihat pada dibawah.



Gambar 10. Prototipe hunian sementara

Sumber: (Jauhar Fajrin, 2020)

2. *Blooming Bambu House*, Vietnam

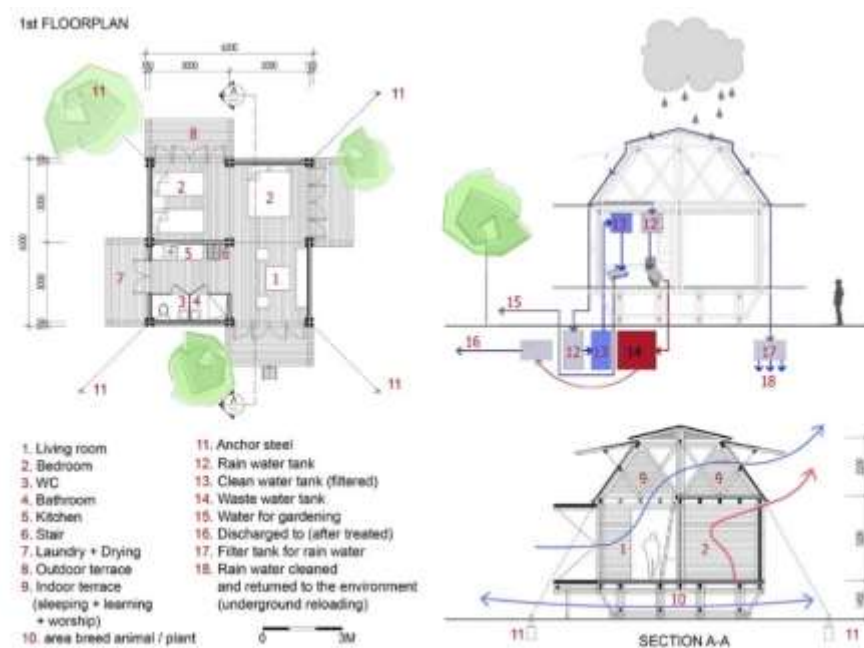
Dalam menanggapi bencana alam yang sering terjadi di vietnam, arsitek H&P perusahaan lokal telah merancang *Blooming Bambu House* atau 'rumah bambu mekar' yang tahan banjir. Setiap struktur modular berukuran 3,3m x 6,6m dan dirakit dengan cara dibaut, diikat, digantung, dan ditempatkan elemen yang berbeda.



Gambar 11. *flood resistant blooming bambu home by H&P architects*

Sumber: www.designboom.com

Dapat dilihat bahwa bangunan ini terbagi atas beberapa ruang yaitu ruang tamu, dua kamar tidur, KM/WC, dapur, laundry, teras luar dan teras dalam yang berada di lantai bagian atas. Untuk lebih detailnya bisa dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. *Floor Plan and Section*

Sumber: www.designboom.com

Bangunan ini cukup kuat untuk menahan banjir setinggi 1,5 m dan saat ini, para arsitek sedang bereksperimen dengan model tersebut untuk melihat apakah bangunan tersebut dapat bertahan dari banjir setinggi 3 m.



Gambar 13. *Interior Blooming Bambu House*

Sumber: www.designboom.com

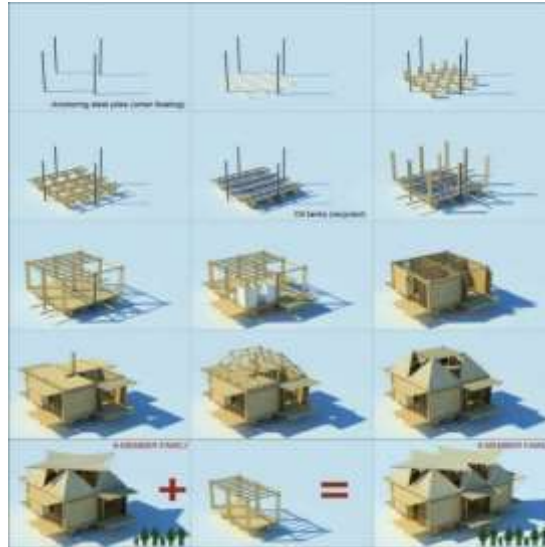
Interior bangunan berfungsi sebagai ruang multi fungsi seperti rumah, pendidikan, medis, dan pusat komunitas serta beberapa aktivitas yang memungkinkan. Kerangka struktur terbuat dari potongan bambu kecil, papan serat dan daun kelapa, yang dapat diselesaikan dengan pelapis yang sesuai dengan iklim lokal dan bahan regional.



Gambar 14. Material dinding

Sumber: www.designboom.com

Bagian dinding bangunan dilapisi oleh Nylon Sheet dan polycarbonat sheet untuk mencegah masuknya air hujan ke dalam ruangan melalui celah-celah bambu serta menjaga bambu agar tidak cepat rusak akibat perubahan cuaca. Di bagian luarnya di letakkan vertical garden untuk memfilter udara serta panas dari luar bangunan agar kondisi termal dalam ruangan tetap sejuk.



Gambar 15. Fleksibilitas penggabungan modul

Sumber: www.designboom.com



Gambar 16. Penataan shelter di lokasi

Sumber: www.designboom.com

Bangunan ini berkonsep arsitektur vernakular dengan mengedepankan bangunan yang fleksibel dan mampu diproduksi massal serta dapat dibangun oleh penggunanya hanya dalam 25 hari. Desainnya menawarkan solusi perumahan yang terjangkau dimaksudkan untuk menjadi tempat perlindungan yang hangat bagi orang-orang dalam kondisi paling parah seperti dalam keadaan pasca bencana yang mana membutuhkan tempat tinggal yang aman dan nyaman (Davis, 2013).

3. *Soe Ker Tie House*, Thailand

Soe Ker Tie House merupakan *shelter* yang di desain dan dibangun oleh TYIN *Architect* yang merupakan organisasi nirlaba yang bekerja dalam bidang

kemanusiaan melalui arsitektur. TYIN dijalankan oleh lima mahasiswa arsitek dari NTNU dan proyek-proyek tersebut dibiayai oleh lebih dari 60 perusahaan Norwegia, serta kontribusi swasta.



Gambar 17. *Soe Ker Tie House*

Sumber: <https://www.archdaily.com>

Pada musim gugur 2008 TYIN melakukan perjalanan ke Noh Bo, sebuah desa kecil di perbatasan Thailand-Burma. Mayoritas penduduk adalah pengungsi Karen, banyak dari mereka adalah anak-anak. Oleh karena itu, TYIN berinisiatif untuk menciptakan kembali tempat tinggal yang layak untuk anak-anak panti asuhan yang menjadi korban bencana alam tersebut.



Gambar 18. Anak-anak pengungsi, Noh Bo

Sumber: <https://www.archdaily.com>

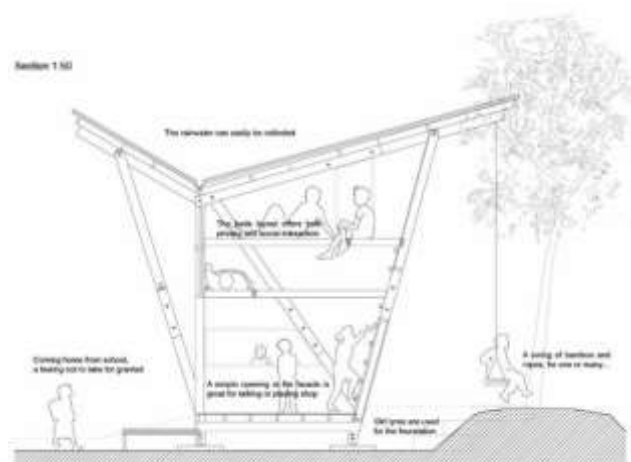
Karena bentuknya yang menyerupai kupu-kupu, bangunan itu diberi nama *Soe Ker Tie Hias* oleh para pekerja yang artinya 'Rumah Kupu-Kupu'. Teknik anyaman bambu yang digunakan pada fasad samping dan belakang sama dengan yang digunakan pada rumah dan kerajinan lokal.



Gambar 19. Tampilan *shelter* menyerupai Kupu-kupu

Sumber: <https://www.archdaily.com>

Sebagian besar bambu dipanen dalam jarak beberapa kilometer dari lokasi. Bentuk atap khusus Rumah Ikat *Soe Ker* memungkinkan adanya ventilasi alami yang efektif sekaligus menampung air hujan. Hal ini membuat area di sekitar bangunan lebih berguna selama musim hujan, dan memberikan kemungkinan untuk menampung air untuk digunakan pada musim kemarau.



Konstruksi kayu besi dibuat dan dirakit di tempat, menggunakan baut untuk memastikan presisi dan kekuatan yang sesuai. Sebagian besar bahan dikirim oleh Persatuan Nasional Karen di pihak Burma, dan ketergantungan pada kayu tropis ini telah menyebabkan serangkaian masalah yang sulit dan kompleks dapat ditangani (Saieh, 2009).

4. Hasil Studi Komparasi

Tabel 2. Hasil Studi Komparasi

<i>Shelter</i>	Fasilitas	Kapasitas/Bentuk	Material	Waktu Pembuatan	Sistem Konstruksi
<i>Shelter Lumbung Bambu, Indonesia</i>	Ruang serba guna	1 Keluarga/Rumah Tapak	Kayu usuk, pipa paralon, dan anyaman bambu	2 minggu	Modular
<i>Blooming Bambu House, Vietnam</i>	R. Tamu 2 R.Tidur KM/WC Dapur Laundry Teras indoor dan outdoor	2-3 Keluarga/Rumah Panggung	Bambu	25 hari	Modular
<i>Soe Ker Tie House, Thailand</i>	R.Serba Guna R.Istirahat	4-6 orang anak/Rumah Panggung	Kayu dan Bambu	4 Bulan pembangunan secara keseluruhan	<i>Knock down</i>
Konsep Penerapan					
<i>Bamboo shelter</i>	R.Serba Guna R.Istirahat	1 Keluarga/Rumah Panggung	Bambu	2 minggu	<i>Knock down</i>