

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Pengertian Perancah

Perancah merupakan suatu struktur sementara yang digunakan untuk menyangga manusia dan material dalam konstruksi atau perbaikan gedung dan bangunan besar lainnya (*Wikipedia*). Perancah merupakan konstruksi sementara yang memungkinkan pelaksanaan konstruksi permanen setelahnya. Istilah “perancah” sering disamakan dengan “*scaffolding*” sejak zaman Shakespeare ketika mulai menggunakan kuda-kuda pada saat mendirikan pelat. Perancah sudah digunakan selama 5000 tahun, sejak manusia ingin membangun sesuatu yang lebih tinggi daripada yang dapat mereka capai (Robert T. Ratay, 1996).

Perancah dapat digunakan mulai dari proyek kecil seperti bangunan rumah tinggal sederhana, hingga proyek besar seperti *high rise building*. Namun, pada saat itu orang-orang lebih banyak menggunakan perancah dari kayu atau bambu. Mungkin saja perancah pertamakali dikembangkan ketika manusia mulai beralih dari suatu tempat tinggal yang dibangun hanya satu lantai menjadi struktur yang lebih tinggi, yang tentu saja mereka masih menggunakan perancah yang terbuat dari batang dan dahan pohon yang diikat menjadi satu dengan menggunakan serabut tanaman merambat.

Pada abad pertengahan, orang menjadi lebih mahir dalam merancang dan menggunakan perangkat mekanis yang lebih kompleks: misalnya mengubah pohon yang masih kasar menjadi tiang yang telah halus yang disatukan dengan pengikat yang lebih tahan lama, yang terbuat dari lilitan atau anyaman dari serat rami. Jauh di daerah timur, penggunaan tiang bambu berongga masih banyak digunakan secara luas. Dimana sambungannya dibuat dengan bilahan kulit bambu yang masih basah dan kemudian diikat, yang nantinya akan menjadi ikatan sambungan yang cukup kaku ketika kering (Robert T. Ratai, 1996). Perancah dari bambu atau kayu ini biasanya digunakan untuk membangun rumah ataupun bangunan yang tidak terlalu tinggi. Akan tetapi, seiring dengan perkembangan pembangunan dan teknologi, pengetahuan tentang kekuatannya dan kepedulian manusia terhadap lingkungan, orang-orang mulai beralih menggunakan perancah yang terbuat dari besi karena lebih praktis, mudah didapat, dapat digunakan untuk berulang kali, dan dapat digunakan untuk bangunan yang lebih tinggi.

Pengertian perancah, menurut *Peraturan Menakertrans No.1 Per/Men/1980 tentang Keselamatan Kerja dan Konstruksi Bangunan*, perancah (*scaffold*) adalah bangunan peralatan (*platform*) yang dibuat untuk sementara dan digunakan sebagai penyangga tenaga kerja, bahan-bahan serta alat-alat pada setiap pekerjaan konstruksi bangunan termasuk pekerjaan dan pemeliharaan.

Perancah menurut *Heinz Frick dan Pujo. L Setiawan (2002)*, perancah adalah konstruksi dari batang bambu, kayu, atau pipa baja yang didirikan ketika suatu gedung sedang dibangun untuk menjamin tempat kerja yang aman bagi

tukang yang membangun gedung, memasang sesuatu, atau mengadakan pekerjaan pemeliharaan.

## **B. Material Perancah**

Perancah merupakan struktur sementara yang penggunaannya dilakukan bersama-sama dengan bekisting untuk menahan balok, pelat lantai, pelat atap dan bagian-bagian bangunan lainnya. Dengan semakin banyak penggunaan perancah dalam suatu pembangunan konstruksi, maka jenis material yang digunakan sebagai perancah itu sendiripun makin berkembang sesuai kebutuhan. Material untuk perancah dapat dibuat menggunakan material alam ataupun buatan pabrik.

### **1. Material Alam (Bambu atau Kayu)**

Bambu atau kayu adalah jenis material perancah yang banyak digunakan pada pekerjaan konstruksi terdahulu dan bahkan masih tetap digunakan hingga kini, akan tetapi lebih terbatas untuk bangunan rumah ataupun bangunan yang tidak terlalu tinggi dan berat. Perancah dari bambu atau kayu pada bagian pangkalnya haruslah berukuran  $> \emptyset 7$  cm atau kayu berukuran  $5 \times 7$  cm agar cukup mampu menahan faktor tekuk yang ditimbulkan. Bambu yang digunakanpun haruslah bambu tua yang biasanya berwarna kuning jernih atau hijau tua, berserat padat, berbintik-bintik putih pada pangkalnya, permukaannya mengkilat, dan pada bagian buku-bukunya tidak boleh pecah.

Untuk pemasangan perancah dari bambu atau kayu ini harus selalu ditanam ke dalam tanah bagian kaki-kaki tiangnya atau saling diikat agar

tidak bergeser. Selain itu, tiang perancah diikat pada setiap batang pegangan dan batang memanjang horizontal untuk lantai kerja perancah sehingga kekuatan perancah lebih terjamin. Papan yang digunakan sebagai lantai kerja perancah harus dipotong sejajar dengan serat kayu agar mampu menahan beban dengan tebal minimal 8 mm. Jarak antara dinding bangunan dengan papan lantai kerja tidak boleh melebihi 30 cm.

Tabel 2.1 Ukuran Perancah Kayu atau Bambu

Jarak antara tiang perancah	1,4 m	1,9 m	2,4 m
Lebar lantai kerja minimal	60 cm	60 cm	60 cm
Panjang papan lantai	Min. 3 m	Min. 4 m	Min. 5 m
Penampang melintang papan lantai kerja	30 x 200 mm	35 x 200 mm	40 x 200 mm

Sumber : Heinz Frick, 2002

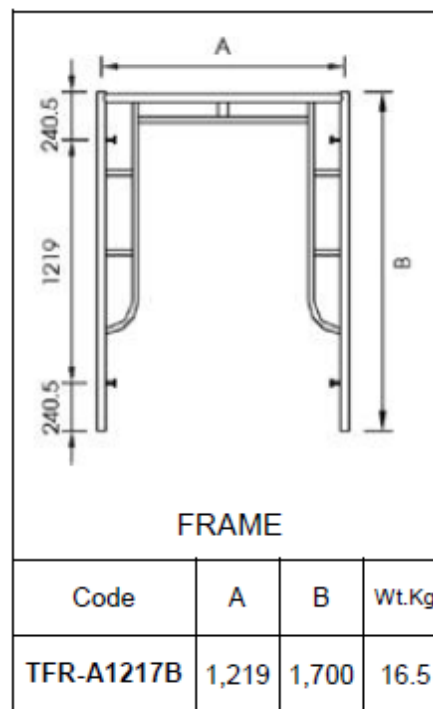
## 2. Material Pabrik

Perancah yang terbuat dari material pipa baja dan merupakan produk pabrikan lebih dikenal dengan istilah *scaffolding*. *Scaffolding* merupakan dibuat di pabrik tetapi dapat dirangkai di lokasi pembangunan konstruksi karena terdiri dari beberapa komponen. Komponen-komponen yang ada dalam satu *scaffolding* adalah rangka *main frame* atau *walk thru frame*, *diagonal bracing* atau *cross brace*, *adjustable jack* atau *jack base*, *brace locking* (pen), *joint pin*, *catwalk* atau *deck* atau *platform*, dan *U-head*.

### a. Main Frame

*Main frame* adalah bagian dari *scaffolding* yang berperan sebagai komponen utama yang terdiri dari berbagai macam tipe ukuran. Fungsi *main frame* untuk mengatur ketinggian dan lebar *scaffolding* yang akan dirangkai sesuai dengan kebutuhan bangunan. Jika ketinggian satu *main*

*frame* belum mencukupi kebutuhan tinggi bangunan, maka dapat ditambahkan *main frame* lagi di atasnya (arah vertikal), dan jika lebar *main frame* belum memenuhi kebutuhan bangunan maka dapat ditambahkan lagi *main frame* ke sisi sampingnya (arah horizontal).

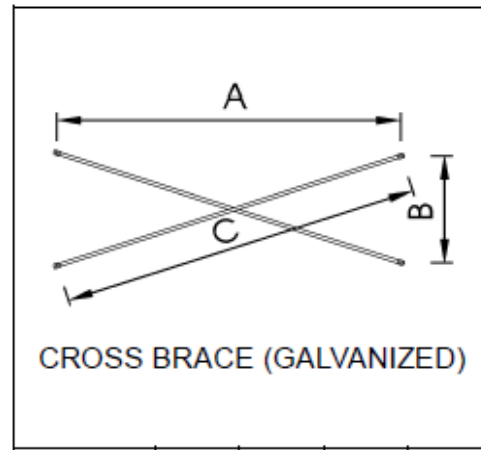


Gambar 2.1 *Main Frame*

b. *Diagonal bracing* atau *cross brace*

Merupakan bagian dari kelengkapan *scaffolding* yang berfungsi untuk memberikan jarak horizontal antar *main frame* sekaligus sebagai pengaku *scaffolding* agar tidak goyang. *Cross brace* merupakan 2 pipa yang saling bersilangan yang dihubungkan bagian tengahnya, digunakan sebagai pengikat antara masing-masing *main frame* sehingga *main frame* dapat berdiri tegak. Selain itu, *cross brace* juga dapat mengurangi faktor tekuk yang terjadi pada *standard scaffolding* terutama jika *main frame* disambungkan ke atas. Pemasangan *bracing*

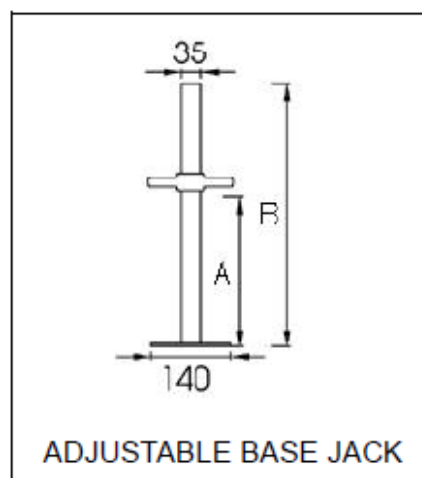
relative mudah yaitu dengan memasukkan pen yang ada di tiap-tiap *frame* ke lubang yang tersedia pada *cross brace* kemudian dikunci dengan *brace locking* yang ada di badan *main frame*.



Gambar 2.2 *Cross Brace*

c. *Adjustable jack* atau *jack base*

Merupakan bagian dari *scaffolding* yang berfungsi sebagai kaki dari *main frame* yang dapat pula diatur ketinggiannya untuk menambah ketinggian *scaffolding* sesuai dengan ketinggian yang dibutuhkan. *Jack base* ini juga berfungsi sebagai bagian yang meratakan ketinggian *scaffolding* agar *main frame* dapat berdiri dengan ketinggian yang rata.



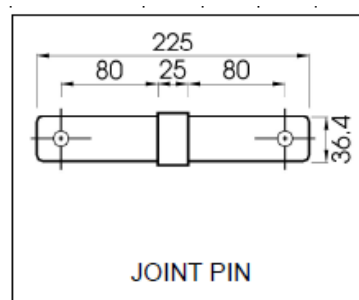
Gambar 2.3 *Jack Base*

d. *Brace locking*

Terletak di badan *main frame* yang memiliki fungsi sebagai pengunci antara *main frame* dan *cross brace* sehingga kedua bagian tersebut dapat terikat.

e. *Joint pin*

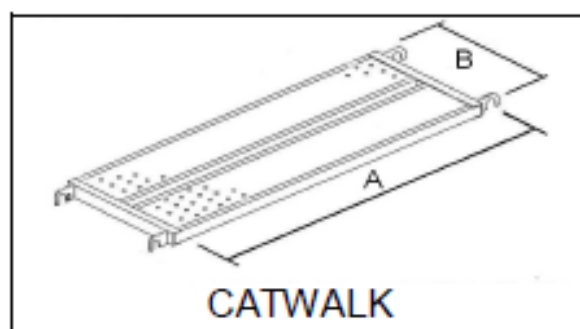
Berfungsi sebagai penyambung dan pengunci antar suatu *main frame* dengan *main frame* di atasnya.



Gambar 2.4 *Joint Pin*

f. *Catwalk* atau *deck* atau *platform*

Merupakan bagian dari *scaffolding* yang berfungsi sebagai tempat berpijak antar *main frame* yang digunakan untuk akses para pekerja.

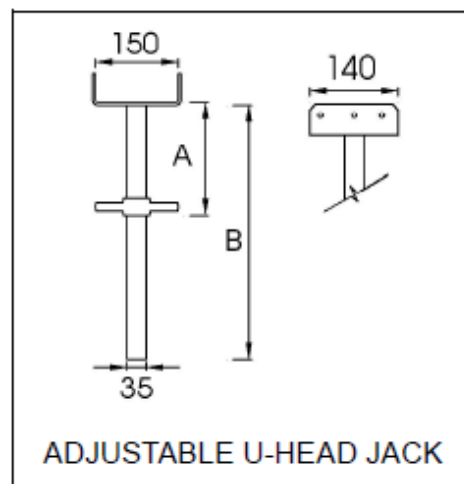


Gambar 2.5 *Catwalk* atau *Deck* atau *Platform*

g. *U-head*

Merupakan bagian teratas dari *scaffolding* karena fungsinya untuk menahan balok suri (balok yang menyalurkan beban-beban dari

bekisting ke *scaffolding*) yang juga dapat diatur ketinggiannya sama seperti *adjustable jack* atau *jack base*. Bagian ini disebut *U-head* karena bentuknya yang menyerupai huruf U dan dipasang di bagian atas. Dalam pemasangannya, pipa *screw u-head* disambungkan ke *main frame* kemudian dikunci, sedangkan bagian yang berbentuk U dipasangkan balok suri (balok perantara) yang lebarnya sesuai dan pas dengan ukuran *u-head* yang digunakan yang nantinya akan dipasangkan bekisting di bagian atasnya.



Gambar 2.6 *U-Head*

*Scaffolding* ini digunakan bertujuan untuk menyediakan akses sementara atau akomodasi bagi pekerja yang bekerja di atas ketinggian (*access*), dan juga untuk menyediakan struktur sementara bagi bangunan di atasnya (*support*).

Syarat yang harus dipenuhi untuk penggunaan *scaffolding* ialah :

1. *Scaffolding* harus berdiri tegak lurus. Hal ini berguna untuk mencegah perubahan bekisting akibat gaya-gaya horizontal. Penyetelan dalam arah tegak lurus ini haruslah menggunakan bantuan *waterpass*.



2. Bila beberapa lantai bertingkat akan dicor secara berurutan, maka lendutan akibat dari lantai yang telah mengeras harus dihindarkan dengan menambahkan *scaffold* diperpanjangannya sebaik mungkin.
3. Tempat dari perancah harus dipilih sedemikian rupa sehingga beban-beban dapat terbagi secara merata. Hal ini berguna untuk mencegah perubahan bentuk yang berbeda-beda akibat dari perpendekan elastis *scaffolding* yang timbul karena pembebanan dan perbedaan penurunan tanah.

Perencanaan penggunaan *scaffolding* haruslah memenuhi dari aspek bisnis dan juga dari aspek teknologi, yang mana harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Ekonomis.
2. Kuat dan kokoh.
3. Tempat berpijak harus kuat.
4. Mudah dipasang dan dibongkar.
5. Hubungan antara *scaffolding* dan tempat berpijaknya harus sempurna.
6. Sambungan-sambungan yang ada harus sempurna.

### **C. Pembebanan *Scaffolding***

Pembebanan pada *scaffolding* tergantung dari fungsi *scaffolding* itu sendiri, apakah *scaffolding* tersebut berfungsi sebagai *access* atau berfungsi sebagai *temporary support*. Jika *scaffolding* yang akan direncanakan berfungsi sebagai *access*, maka beban yang perlu diperhitungkan hanya berat sendiri *scaffolding*, beban pekerja, alat-alat serta material-material bangunan. Namun

jika *scaffolding* yang akan direncanakan berfungsi sebagai *temporary support*, maka beban yang perlu diperhitungkan adalah seluruh berat struktur di atasnya termasuk cetakan atau bekistingnya.

Secara umum, *scaffolding* yang didesain pihak produsen penyedia memiliki nilai faktor keamanan minimum 4. Artinya, *scaffolding* dan komponennya harus mampu mendukung beban setidaknya 4 kali dari beban maksimum yang dimaksudkan. Terdapat 3 cara untuk memenuhi persyaratan tersebut, yaitu :

1. Dengan mengalikan 4 kali dari beban yang direncanakan.
2. Membuat contoh bangunan atau *prototype* sesuai dengan perencanaan dan melakukan uji pembebanan dengan menggunakan beban yang 4 kali lebih besar daripada beban yang digunakan.
3. Desain awal untuk data yang akan dilaksanakan harus sama seperti data yang dihasilkan dari konfigurasi *scaffolding* pada cara dua.

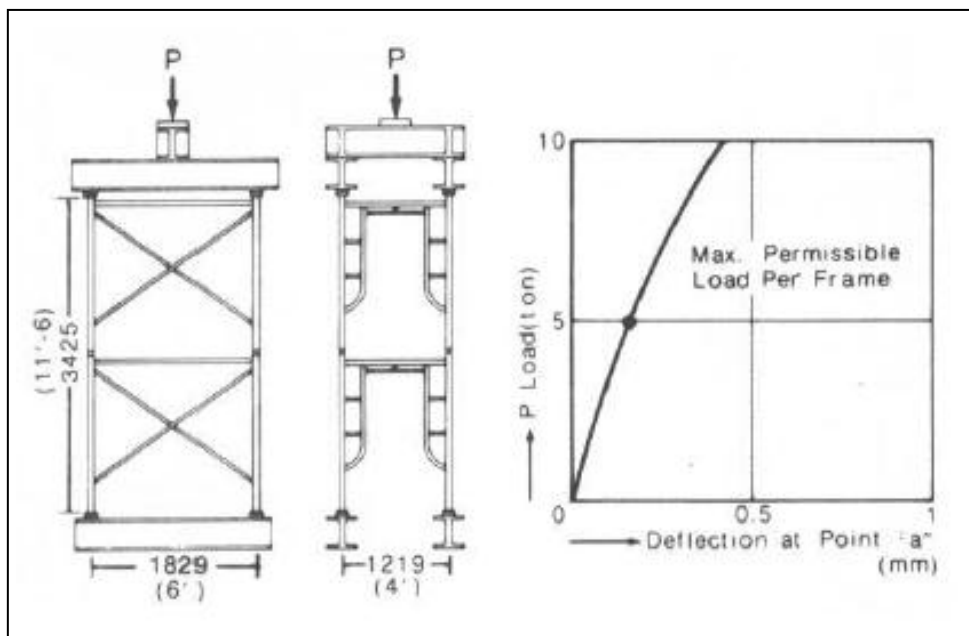
Adapun beban rencana yang dapat diterima oleh *platform scaffolding* sesuai dengan kriteria dan yang umum digunakan selama bertahun-tahun oleh OSHA dan ANSI adalah sebagai berikut (Robert T. Ratai, 1996):

1. *Light duty loading* (beban ringan) maksimum yang mampu ditopang sebesar  $1200 \text{ N/m}^2$  untuk menopang pekerja dan alat-alat (tidak ada peralatan atau persediaan material pada *platform*).
2. *Medium duty loading* (beban menengah) maksimum yang mampu ditopang *platform* sebesar  $2400 \text{ N/m}^2$  untuk menopang pekerja dan material.

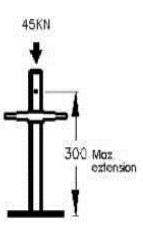
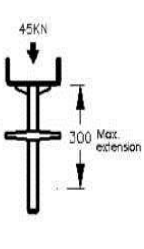
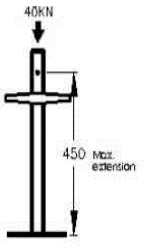
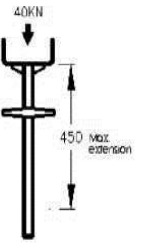
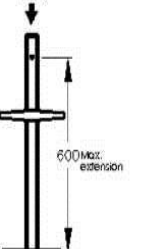
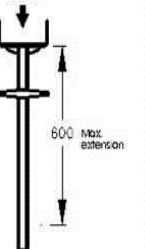
3. *Heavy duty loading* (beban berat) maksimum yang mampu ditopang *platform* sebesar  $3600 \text{ N/m}^2$  untuk menyokong pekerja dan persediaan material.

Berdasarkan data teknik yang dikeluarkan oleh pihak produsen TOYO SCAFFOLD, dapat diketahui bahwa *frame* toyo dibuat dari baja karbon struktural dengan bagian utama penopang beban berdiameter luar 43 mm dan ketebalan 2,5 mm. Beban maksimum yang dapat ditopang per kaki *scaffolding* (*safety factor* = 2) :

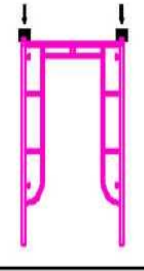
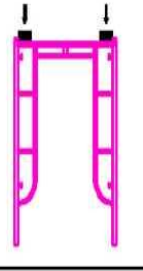
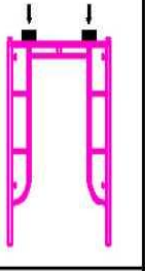
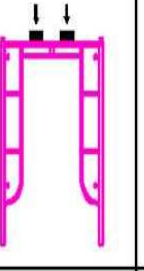
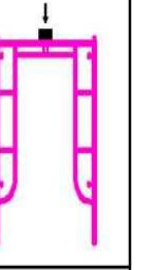
1. 2500 kg per kaki untuk tipe *frame* TFR-A1217B, TFR-A1215, TFR-A1215L, TFR-A1212L, TFR-A1209L, TFR-1204L.
2. 2250 kg pe kaki untuk tipe *frame* TFR-A1219.
3. 1800 kg per kaki untuk *frame* TFR-A0922.



Gambar 2.7 Tes Beban untuk *Frame* TFR-A1217B

TJK-40B	TJK-40H	TJK-60B	TJK-60H	TJK-78B	TJK-78H
					

Gambar 2.8 Beban Kerja Aman pada Komponen *Jack* (*Safety Factor* = 3,5)

Point of load					
Max load per frame $P_{max}$	10t	9.1t	7.5t	5t	3t
Allowable load	5t	3.5t	3t	2t	1.2t

Gambar 2.9 Reduksi Kekuatan Berdasarkan Letak Beban Diatas *Frame*

Selain pembebanan, jenis landasan untuk menopang *scaffolding* juga harus diperhatikan, apakah daya dukung landasannya mampu untuk menopang beban keseluruhan *scaffolding* beserta beban struktur di atasnya. Berikut ini adalah tabel kapasitas aman terhadap daya dukung landasan yang dikutip dari buku "Pelatihan dan Sertifikasi *Scaffolding* Dasar Lembaga Pembinaan Keterampilan dan Manajemen ALKON".

Tabel 2.2 Kapasitas Aman Terhadap Daya Dukung Landasan.

Jenis Landasan	Kondisi Landasan	Daya Dukung (ton/m <sup>2</sup> )
Pasir	Lunak	10 – 20
Pasir	Padat	20 – 40
Pasir berkerikil	Lunak	20 – 40

<b>Jenis Landasan</b>	<b>Kondisi Landasan</b>	<b>Daya Dukung (ton/m<sup>2</sup>)</b>
Pasir berkerikil	Padat	40 – 60
Kerikil	Lunak	30
Kerikil	Padat	40 – 70
Kapur	Lunak	15
Kapur	Keras	30 – 60
Batu	Lunak	20
Batu	Cukup keras	50 – 100
Tanah liat	Lunak	7,5
Tanah liat	Sedang	7,5 – 15
Tanah liat	Keras	15 – 30
Tanah liat	Sangat keras	30 – 60
Tanah liat berpasir	Lunak	7,5
Tanah liat berpasir	Sedang	7,5 – 15
Tanah liat berpasir	Keras	15 – 30
Tanah dan kerikil	Sangat lunak / jelek	Maks. 5

Sumber : Lembaga Pembinaan Keterampilan dan Manajemen “ALKON”

Akan tetapi perlu diperhatikan juga bahwa data dari tabel di atas merupakan daya dukung landasan dalam keadaan ideal, yang artinya tidak tercampur dengan air atau bahan-bahan lain seperti sampah bangunan dan lain-lain.

#### **D. Bekisting Konvensional**

Bekisting adalah wadah untuk cetakan beton yang berfungsi untuk menampung dan menumpu beton basah yang sedang dicor sesuai dengan bentuk yang direncanakan. Bekisting harus dapat menghasilkan struktur akhir yang memenuhi bentuk, garis, dan dimensi komponen struktur seperti yang disyaratkan pada gambar rencana dan spesifikasi. Bekisting harus dibuat dengan mantap dan cukup rapat guna mencegah kebocoran pada mortar. Selain itu, bekisting dan tumpuannya harus direncanakan sedemikian hingga

tidak merusak struktur struktur yang telah dipasang sebelumnya (SNI 03-2847-2002).

Bekisting konvensional ini biasanya terbuat dari triplek atau multiplek yang banyak dijual di toko-toko bahan bangunan. Triplek atau multiplek merupakan lapisan kayu *fineer* atau kayu-kayu tipis yang dilekatkan dengan arah serat bersilangan satu di atas yang lain dimana jumlah lapisannya selalu ganjil. Triplek terdiri dari 3 buah lapisan *fineer* sedangkan untuk multiplek terdiri dari minimal 5 buah lapisan *finer*.

Keuntungan dari penggunaan triplek atau multiplek ini adalah :

1. Mempunyai kekuatan dalam dua arah.
2. Penyusutan dan pengembangannya berkurang.
3. Bagian permukaan luarnya bagus dan kuat, sedangkan bagian dalamnya merupakan jenis kayu yang murah.
4. Ringan, lebar, dan tipis.
5. Dapat dibentuk menjadi cetakan yang melengkung.

Kerugian dari penggunaan triplek atau multiplek adalah:

1. Sudut tepi bagian triplek atau multiplek mudah rusak.
2. Permukaan dari pelat triplek atau multiplek ini harus ditangani dengan baik.

Pada saat pelaksanaan pengecoran beton menggunakan bekisting dari bahan triplek atau multiplek ini haruslah di beri pelumas di bagian permukaan bekisting yang terkena adukan pengecoran. Hal ini harus dilakukan agar tidak

merusak beton ketika bekisting akan dilepas dan juga untuk mempermudah proses pembongkaran bekisting dari beton. Selain itu juga pemberian pelumas ini dapat memberikan keuntungan lain, yaitu bekisting ini dapat digunakan untuk berulang kali. Pelapisan pelumas ini dapat dilakukan dengan menggunakan kuas seperti mengecat atau bisa juga menggunakan *sprayer* atau alat penyemprot.

Selain itu, ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan bekisting konvensional ini, yaitu :

1. Kualitas material bekisting yang digunakan harus dapat menghasilkan permukaan beton yang baik.
2. Cukup kuat karena bekisting akan menampung beton basah selain beban-beban lain saat pengecoran berlangsung, agar tidak terjadi lendutan atau lenturan ketika beton cair dituang.
3. Sedikit pembuangan agar dapat dipakai untuk keperluan pembekistingan lainnya.
4. Dapat dipasang dengan mudah dan cepat.
5. Mudah dibongkar tanpa mengadakan sentakan sehingga tidak menimbulkan kerusakan pada struktur beton saat pembongkaran bekisting dilakukan.
6. Memperhatikan faktor ekonomis dari bekisting sehingga dapat mereduksi biaya.

### E. *Metal Floor Deck*

Merupakan salah satu dari material konstruksi yang saat ini cukup banyak dipergunakan dalam pekerjaan-pekerjaan pembangunan terutama bangunan-bangunan tinggi. *Metal floor deck* adalah pelat baja yang dilapisi galvanis yang memiliki struktur kokoh untuk aplikasi pelat lantai. Penggunaan *metal floor deck* ini banyak memberikan keuntungan yaitu sebagai bekisting tetap yang tidak perlu dilepas dan juga sebagai penulangan positif satu arah. Sehingga tidak perlu menunggu hingga 28 hari sampai masa pemeliharaan beton selesai untuk melepaskan bekisting konvensional dan juga dapat menghemat penggunaan *scaffolding* sebagai penyokongnya sehingga beberapa pekerjaan konstruksi dibagian bawah pelat lantai tersebut masih dapat tetap dikerjakan oleh para pekerja. Selain itu juga penggunaan *metal floor deck* ini juga merupakan pengganti dari tulangan positif (tulangan tarik) pada pelat lantai, sehingga hanya perlu memasang satu lapis lagi anyaman tulangan atau dapat juga menggunakan *wiremesh* sebagai tulangan tekan pada pelat lantai.

*Metal floor deck* yang penulis gunakan pada permodelan struktur bangunan menggunakan spesifikasi LYSAGHT SMARTDEK™. Produk *metal floor deck* ini memiliki ketebalan 0,7 mm, 1 mm, dan 1,2 mm dengan lebar efektif 960 mm. Sedangkan untuk panjangnya *metal floor deck* ini dapat dipesan sesuai dengan panjang yang dibutuhkan pada pekerjaan konstruksi. Permukaan *metal floor deck* berprofil gelombang menyerupai huruf W dimana pada permukaan profilnya terdapat profil-profil emboss setebal 3 mm

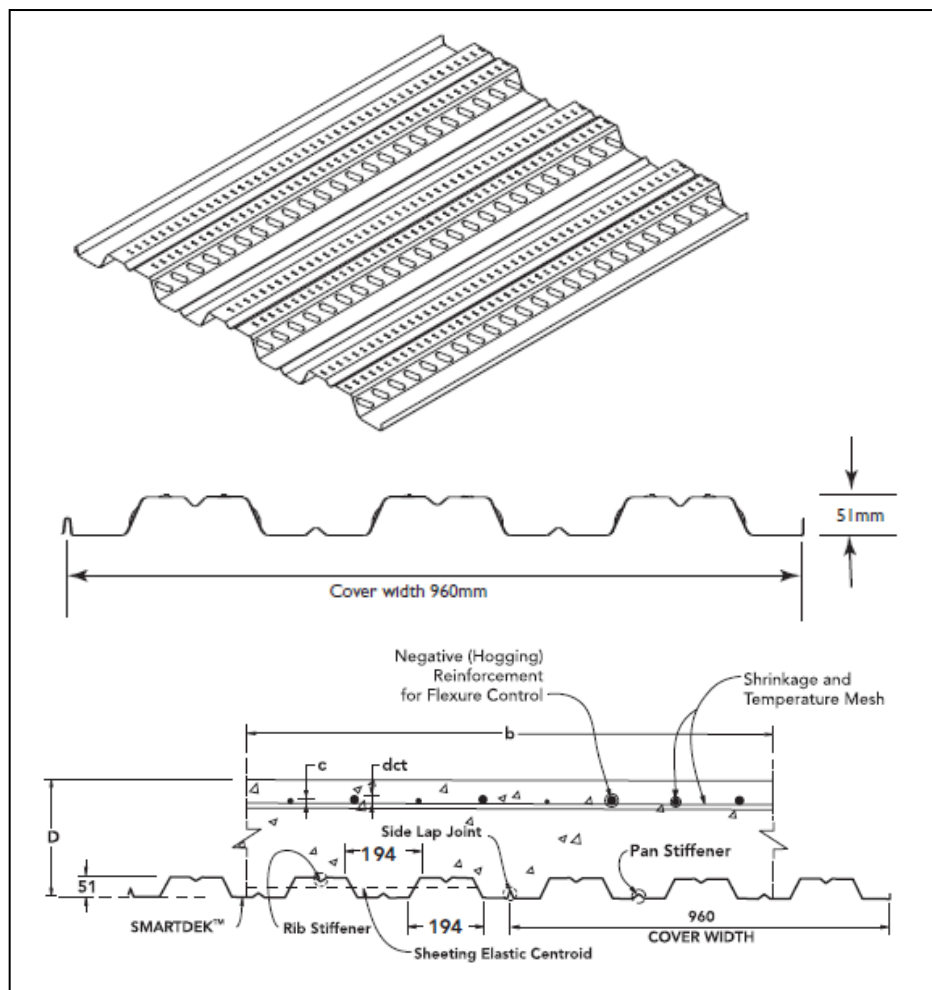


yang berfungsi untuk memperkuat daya lekat beton ke pelat terhadap gaya geser dan konstruksi dak nantinya, dan juga untuk memperkecil kemungkinan retak pada saat pengecoran.

Tabel 2.3 LYSAGHT SMARTDEK *Section Properties*

<b>LYSAGHT SMARTDEK SECTION PROPERTIES</b>				
LYSAGHT SMARTDEK	Thickness BMT mm	Self Weight kg/m <sup>2</sup>	Full Cross-sectional area of SMARTDEK $A_{sh}$ mm <sup>2</sup> /m	Yield stress MPa
0.70 BMT	0.70	7.35	888.9	550
1.00 BMT	1.00	10.34	1269.7	550
1.20 BMT	1.20	12.33	1523.9	300

Sumber : SMARTDEK *manual book*



Gambar 2.10 *Metal deck*

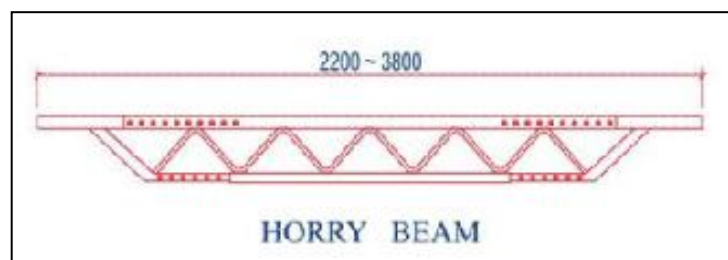
Tabel 2.4 SMARTDEK *Span Table (Formwork Stage)*

Span Type	Single			Continuous End			Continuous Interior			
	0.7	1.0	1.2	0.7	1.0	1.2	0.7	1.0	1.2	
Slab Thickness (mm)	100	2380	2740	2800	2640	3410	3200	2640	3280	3200
	110	2310	2650	2780	2550	3320	3110	2550	3170	3110
	120	2230	2570	2700	2470	3230	3020	2470	3070	3020
	130	2170	2500	2620	2400	3150	2930	2400	2990	2930
	140	2110	2430	2560	2330	3080	2850	2330	2900	2850
	150	2060	2370	2500	2270	3000	2770	2270	2800	2770
	160	2010	2330	2440	2210	2930	2700	2210	2710	2700
	170	1960	2260	2390	2160	2850	2640	2140	2630	2640
	180	1920	2230	2340	2110	2790	2580	2080	2550	2580
	200	1840	2150	2180	2030	2670	2470	1870	2300	2470

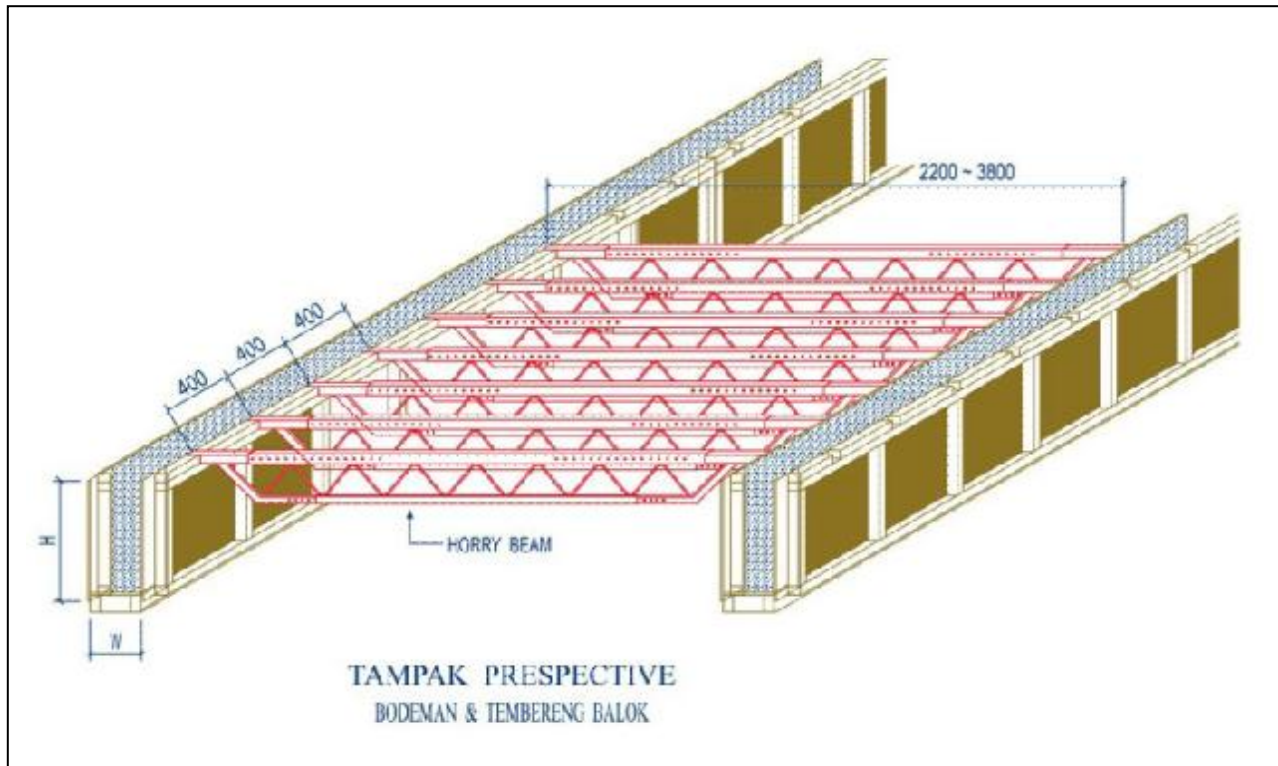
Sumber : SMARTDEK Brochure

#### F. *Horry Beam*

*Horry beam* adalah perancah horizontal yang biasanya digunakan untuk mendukung acuan perancah pelat lantai dimana tumpuan pembebanannya terletak pada balok (Sumargo, 2006). Bentuk *horry beam* hampir menyerupai dari bentuk rangka jembatan yang berfungsi untuk menyediakan kekuatan dan daya dukung yang kuat untuk menopang dan mentransfer beban dari pelat lantai. *Horry beam* ini memiliki panjang bentang minimum 2200mm dan maksimum 3800mm, tinggi 250mm, dan jarak antar *horry beam* 400mm.



Gambar 2.11 *Horry Beam*



Gambar 2.12 Tampak Perpektif *Horry Beam*