

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Untuk bangunan rumah tinggal, jenis panel dinding pracetak M-System yang dapat digunakan adalah Single Panel M-System atau Double Panel M-System. Untuk bangunan rumah yang diamati, jenis panel dinding yang digunakan adalah Single Panel M-System. Proses pendirian bangunan dimulai dari transportasi dan distribusi panel yang akan digunakan ke lokasi proyek, proses instalasi panel dinding, panel lantai, panel tangga dan panel atap hingga keseluruhan panel ini menjadi kesatuan sebuah bangunan yang utuh, seperti yang akan dijabarkan berikut ini.

4.1. Transportasi dan Distribusi Panel Pracetak M-System

Panel-panel pracetak M-System difabrikasi di pabrik dan dibawa ke lapangan menggunakan truk pengangkut. Kapasitas panel yang dibawa disesuaikan dengan kapasitas truk yang membawanya. Tidak keseluruhan panel-panel dibawa dalam bentuk yang utuh. Terdapat panel-panel yang dibagi menjadi beberapa bagian dan nantinya panel-panel ini akan disambung menjadi kesatuan panel yang utuh di lapangan, hal ini khususnya berlaku untuk panel dinding, seperti terlihat pada Gambar 4.1. Pada gambar tampak panel dinding dibagi menjadi beberapa bagian saat dibawa ke lapangan dan nantinya saat di lapangan, potongan panel dinding satu dengan yang lain akan disambung menggunakan bantuan *mesh* tambahan, seperti terlihat pada Gambar 4.2. Jenis *mesh* tambahan yang digunakan adalah *mesh* jenis RG 2.



Gambar 4.1. Transportasi Panel – Panel Pracetak M-System



Gambar 4.2. Panel Dinding yang disambung di Lapangan

Panel-panel pracetak M-System yang diangkat dapat dengan mudah dipindahkan secara langsung dari truk pengangkut ke tempat penimbunan material di lokasi proyek dan tidak memerlukan jumlah pekerja yang banyak untuk melakukannya. Setelah panel-panel diturunkan dan diletakkan di tempat penimbunan material, maka dilakukan inspeksi untuk mengecek kesesuaian ukuran panel dan jenis panel yang akan dipakai pada proyek.

Nantinya saat panel-panel pracetak M-System ini akan didistribusikan ke tempat panel-panel tersebut akan digunakan, panel-panel dapat dibawa dan diangkat langsung oleh pekerja tanpa membutuhkan alat bantu khusus. Hal ini dapat mempercepat dan mempermudah proses pelaksanaan di lapangan.

Berikut adalah beberapa hal yang harus diperhatikan dalam proses transportasi dan distribusi panel-panel pracetak M-System.

- Tahap transportasi
 - Saat dibawa di dalam truk, panel-panel sebaiknya diikat untuk mencegah panel-panel bergeser satu sama lain sehingga menyebabkan *polystyrene* pada panel patah.
 - Selain diikat, sebaiknya panel-panel pracetak M-System ditutup dengan terpal untuk melindungi panel-panel dari cuaca.
- Tahap distribusi
 - Saat panel-panel akan diturunkan dari truk yang membawanya, meskipun panel dapat diangkat langsung tanpa alat bantu khusus, pekerja tetap harus berhati-hati dalam membawa panel-panel tersebut, untuk menghindari

panel terbentur dengan benda-benda dan peralatan lain yang ada di proyek, yang nantinya dapat menyebabkan *polystyrene* pada panel patah.

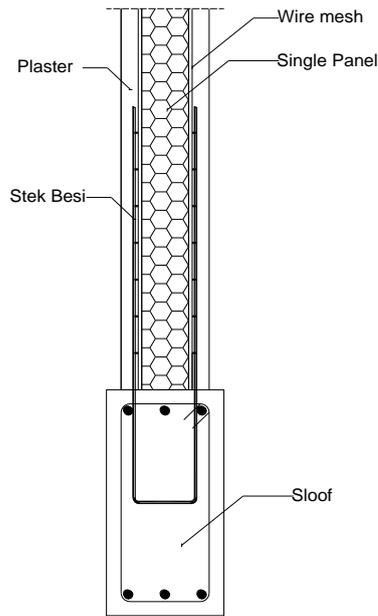
- Saat penimbunan material, sebaiknya panel diletakkan di atas papan kayu dan diikat untuk menghindari kontak langsung dengan permukaan tanah dan untuk mencegah *up lift* pada panel akibat terpaan angin di sekeliling lokasi proyek.
- Selain itu, tumpukan-tumpukan panel yang diletakkan di tempat penimbunan material sebaiknya ditutup dengan terpal untuk menghindari kontak langsung antara *wire mesh* dengan udara, karena apabila terjadi kontak langsung yang cukup lama antara *wire mesh* dan udara dapat menyebabkan terjadinya karat pada permukaan *wire mesh*.

4.2. Instalasi Panel – Panel Pracetak M-System

4.2.1. Pendirian Stek Besi

Pembuatan sebuah bangunan rumah tinggal dengan panel pracetak M-System dimulai dari pondasi. Pondasi yang digunakan bisa berupa *full plate*, pondasi *raft*, tiang pancang atau tipe-tipe pondasi lainnya. Pada bangunan rumah tinggal yang diamati, jenis pondasi yang digunakan adalah *mini pile*. Pada sloof pondasi yang digunakan, harus dipasang stek besi, yang fungsinya adalah sebagai tempat berdirinya panel untuk dinding, seperti terlihat pada Gambar 4.3.

Untuk mengecek keseragaman tinggi stek besi digunakan benang yang diikatkan pada ujung – ujung stek paling luar. Stek besi yang digunakan adalah besi polos dengan diameter 8 mm dan dipasang bersamaan dengan pemasangan tulangan sloof. Stek besi ini diletakkan selang-seling dengan jarak antar stek besi kurang lebih 30 cm.



Gambar 4.3. Detail Stek Besi dan Sloof

4.2.2. Instalasi Panel Dinding Single Panel M-System

Setelah stek besi didirikan bersamaan dengan tulangan sloof dan sloof dicor dengan beton, maka panel dinding Single Panel M-System dapat dipasang dengan cara mendirikan panel-panel tersebut pada stek yang sudah tersedia.

Perbedaan dengan prosedur instalasi panel dinding M-System pada umumnya. Terdapat beberapa perbedaan dalam pelaksanaan di lapangan, jika dibandingkan dengan prosedur yang seharusnya, seperti contohnya untuk memudahkan pemasangan panel, stek besi dapat dibengkokkan sehingga panel dinding dapat dengan mudah diletakkan pada tempatnya, seperti terlihat pada Gambar 4.4. Setelah panel dinding didirikan dengan sempurna, maka stek besi yang dibengkokkan tersebut dikembalikan ke bentuk semula.

Untuk menjaga agar panel-panel yang telah terpasang agar tidak roboh dan menjadi miring maka panel-panel yang telah terpasang diberi penyangga pada bagian luar dan dalam panel. Penyangga yang digunakan dapat berupa kayu, bambu, atau besi.

Selanjutnya pada panel-panel yang menempel pada stek besi, cukup dikaitkan dengan menggunakan kawat besi. Setelah merata pemasangan kawat besi, masing-masing kawat besi dan *wire mesh* yang mengikat antara stek dan

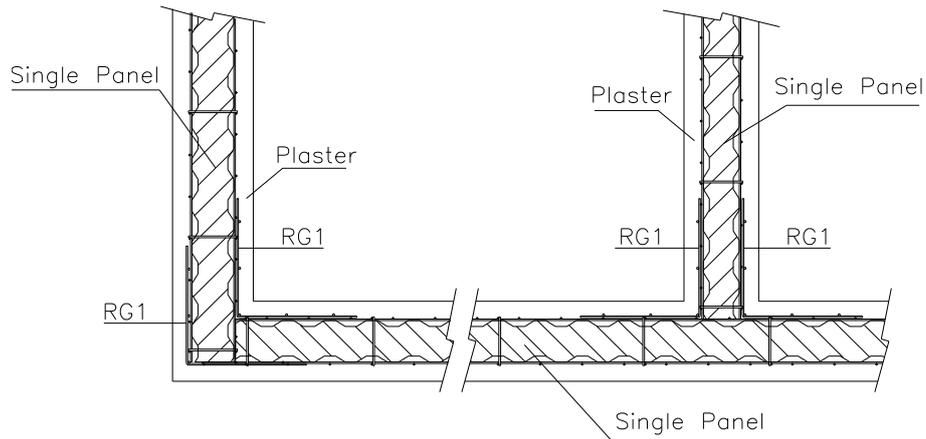
wire mesh pada setiap panel M-System dikencangkan secukupnya. Langkah ini berguna agar panel-panel tidak bergeser satu sama lain.



Gambar 4.4. Panel Dinding didirikan di Atas Stek Besi yang telah dibengkokkan

Setelah panel-panel dinding M-System terpasang secara lengkap, maka pada setiap sudut pertemuan panel yang satu dengan panel yang lain harus diberi *mesh* tambahan (digunakan *mesh* jenis RG1) pada bagian luar dan dalam untuk memperkuat panel yang satu dengan panel yang lain hingga menjadi kesatuan panel, seperti terlihat pada Gambar 4.5. Untuk menjamin kesatuan antar elemennya, *wire mesh* pada kedua sisi panel M-System dibuat *overlap* agar dapat disambung dengan panel lainnya. *Overlap wire mesh* ini lalu diikat satu sama lain dengan menggunakan kawat besi.

Nantinya panel dinding ini akan di-*finishing* di lapangan dengan *shotcrete* setebal 35 mm masing-masing pada kedua sisi luar panel. Penjelasan spesifikasi dan cara pengaplikasian *shotcrete* pada panel dinding akan dijelaskan pada bab 4.3.

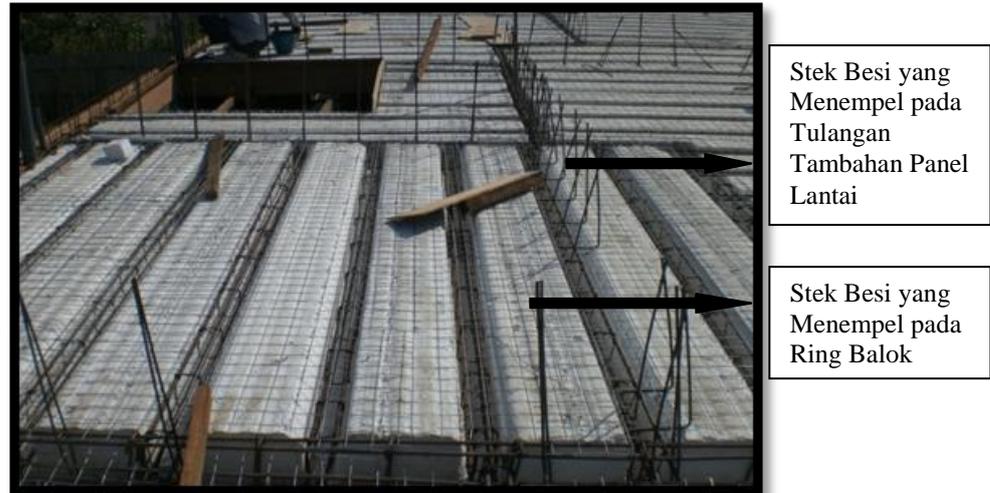


Gambar 4.5. *Mesh* Tambahan yang diberikan pada Sudut Pertemuan Antar Panel

Setelah proses ini, balok-balok penyangga panel yang digunakan untuk menjaga ketegakan bangunan dan mendirikan panel-panel dapat mulai dilepas. Balok-balok penyangga yang tidak boleh dilepas terlebih dahulu adalah penyangga-penyangga pada bagian panel yang lemah seperti pada bagian sambungan antar panel dan sejenisnya.

Pendirian panel dinding lantai di atasnya. Untuk kebutuhan memasang panel dinding untuk lantai di atasnya atau lantai dua pada bangunan rumah tinggal yang diamati, maka dibuat ring balok di sekeliling panel lantai. Ring balok ini berfungsi sebagai tempat berdirinya stek besi seperti halnya stek besi pada lantai dasar, sehingga panel dinding pada lantai di atasnya dapat berdiri dan menyambung dengan panel dinding lantai di bawahnya.

Perbedaan dengan prosedur pemasangan ring balok pada umumnya. Umumnya ring balok menumpu pada panel dinding lantai dasar, namun terdapat perbedaan pada bangunan rumah tinggal yang diamati. Pada bangunan rumah tinggal yang diamati, terdapat dinding lantai dua yang tidak sejajar dengan dinding lantai dasar, sehingga pada stek besi yang akan digunakan dilakukan modifikasi. Stek besi untuk dinding lantai dua dipasang pada tulangan tambahan panel lantai, seperti terlihat pada Gambar 4.6. Sedangkan untuk detail sambungan antara panel lantai, ring balok, panel dinding lantai dua, dan panel dinding lantai dasar dapat dilihat pada Gambar 4.7.



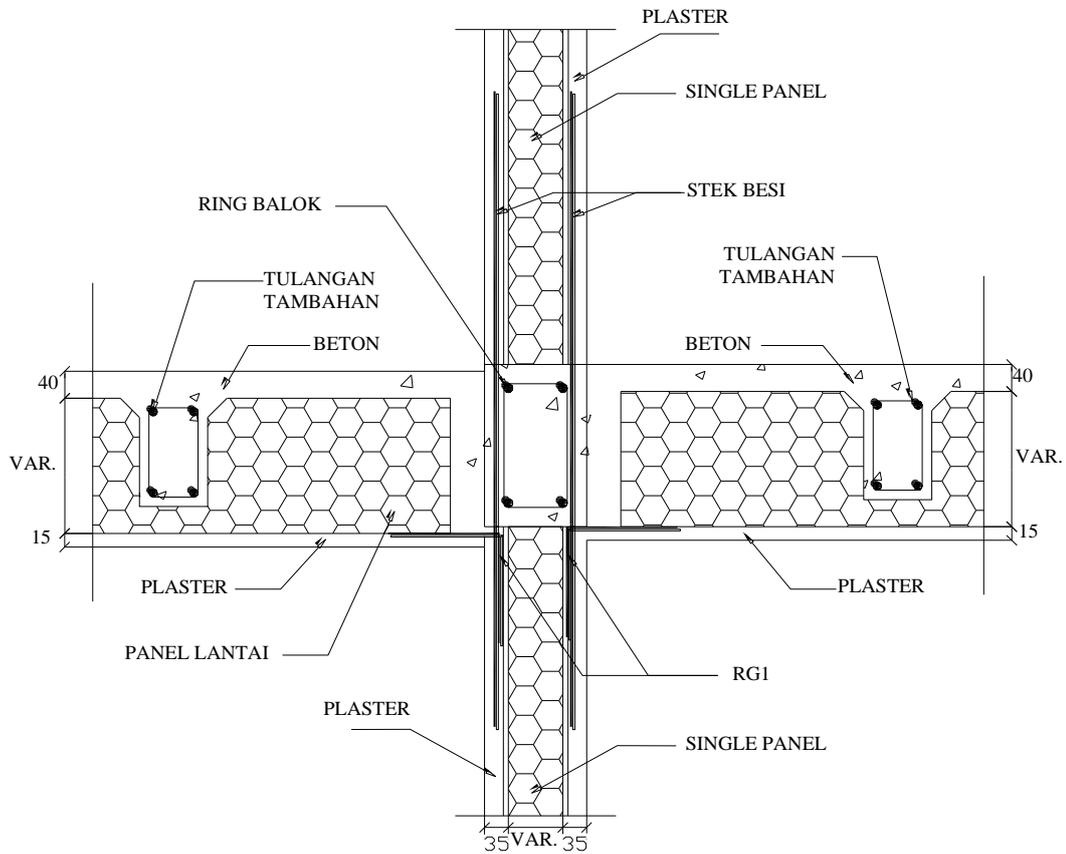
Gambar 4.6. Stek Besi untuk Panel Dinding Lantai 2

Ring balok ini ikut dicor saat pengecoran panel lantai. Tulangan untuk ring balok dirangkai terlebih dahulu di lapangan dan ikut dipasang saat pemasangan panel lantai.

Selanjutnya, panel dinding untuk lantai di atasnya dapat dipasang pada stek besi yang tersedia. *Wire mesh* pada panel dinding dan stek besi diikat dengan kawat besi lalu dikencangkan secukupnya. Panel dinding dipasang setelah pengecoran panel lantai dilakukan. Untuk sambungan antara panel dinding, digunakan *mesh* tambahan sebagai penguat sambungan.

Nantinya panel dinding ini akan di-*finishing* di lapangan dengan *shotcrete* setebal 35 mm masing-masing pada kedua sisi luar panel, sama seperti pada panel dinding lantai dasar. Penjelasan spesifikasi dan cara pengaplikasian *shotcrete* pada panel dinding akan dijelaskan pada bab 4.3.

Kendala di lapangan. Terdapat kendala dalam proses instalasi panel dinding di lapangan, yaitu masalah ketegakan panel. Ketegakan panel sangat dibutuhkan untuk menjaga kekuatan struktur bangunan, Selain itu, apabila panel dinding yang terpasang miring, maka ketebalan panel dinding menjadi tidak seragam dengan panel-panel dinding di sebelahnya sehingga mempersulit pekerjaan *finishing* dan membuat pengaplikasian *shotcrete* menjadi lebih boros karena kemiringan yang berbeda, Untuk menjaga ketegakan panel, maka saat panel dinding sudah terpasang dilakukan pengukuran dengan *water pass* untuk mengecek apakah panel sudah terpasang dengan benar.



Gambar 4.7. Detail Sambungan Panel Lantai, Ring Balok dan Panel Dinding

4.2.3. Pembuatan Buka-an Jendela dan Pintu

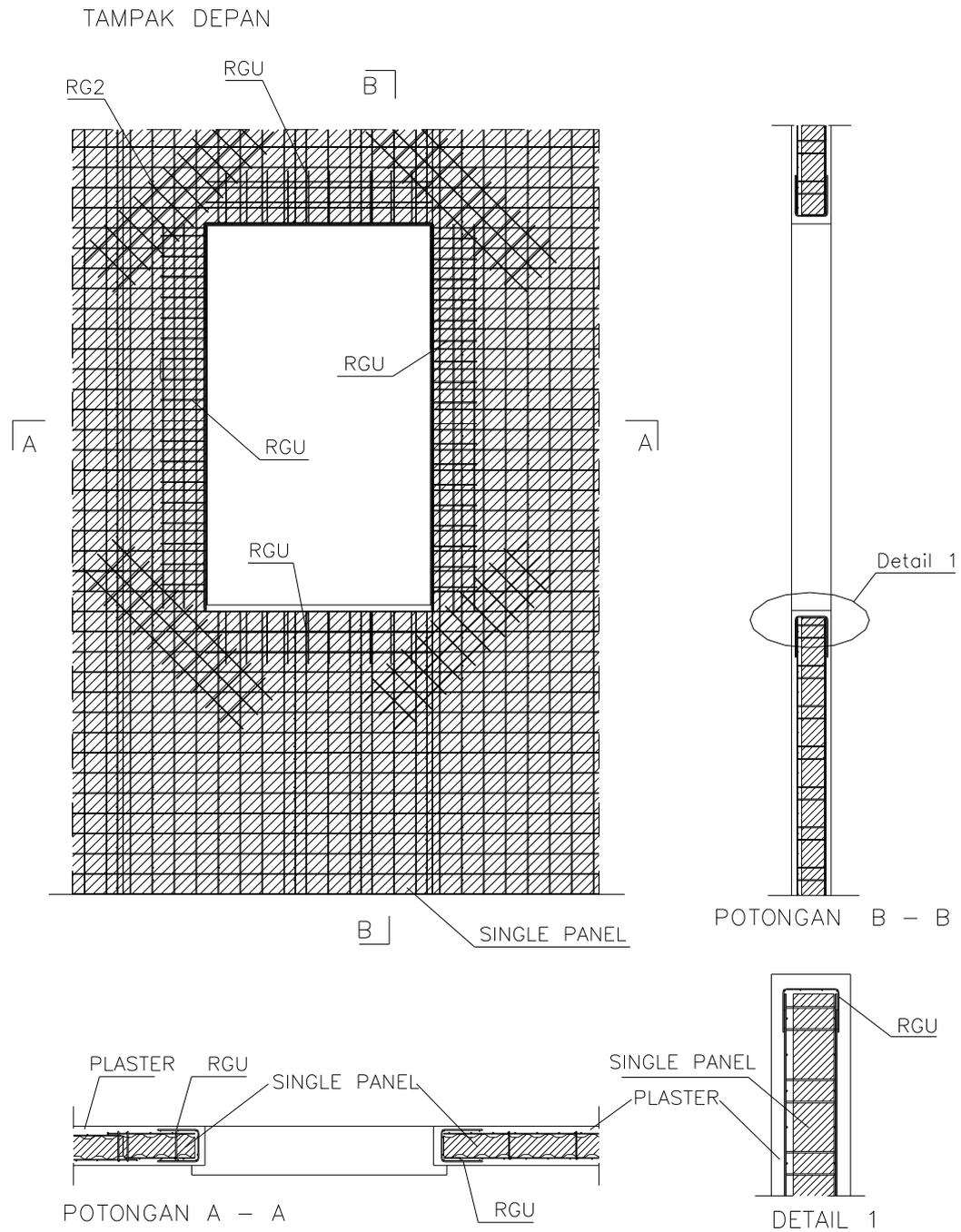
Untuk pembuatan jendela dan pintu pada panel dinding M-System sangat mudah pembuatannya. Cukup dengan memotong *wire mesh* pada panel dinding, lalu memotong bagian *polystyrene* yang telah dikehendaki. Untuk menguatkan bagian sudut yang telah dipotong maka setiap sudut jendela dan pintu harus diberi *mesh* tambahan (digunakan *mesh* jenis RG2) pada bagian luar dan dalam jendela. Sedangkan pada sudut dalam bukaan jendela dan pintu diberi *mesh* tambahan jenis RGU. Detail bukaan jendela dan bukaan pintu pada panel dinding M-System dapat dilihat pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.9.

Untuk pemasangan kusen pada bukaan jendela dan pintu, ada dua cara. Pertama sebelum penyemprotan plaster dan kedua, setelah proses penyemprotan plaster. Berikut adalah langkah-langkah pemasangan kusen jendela dan pintu pada panel dinding M-System.

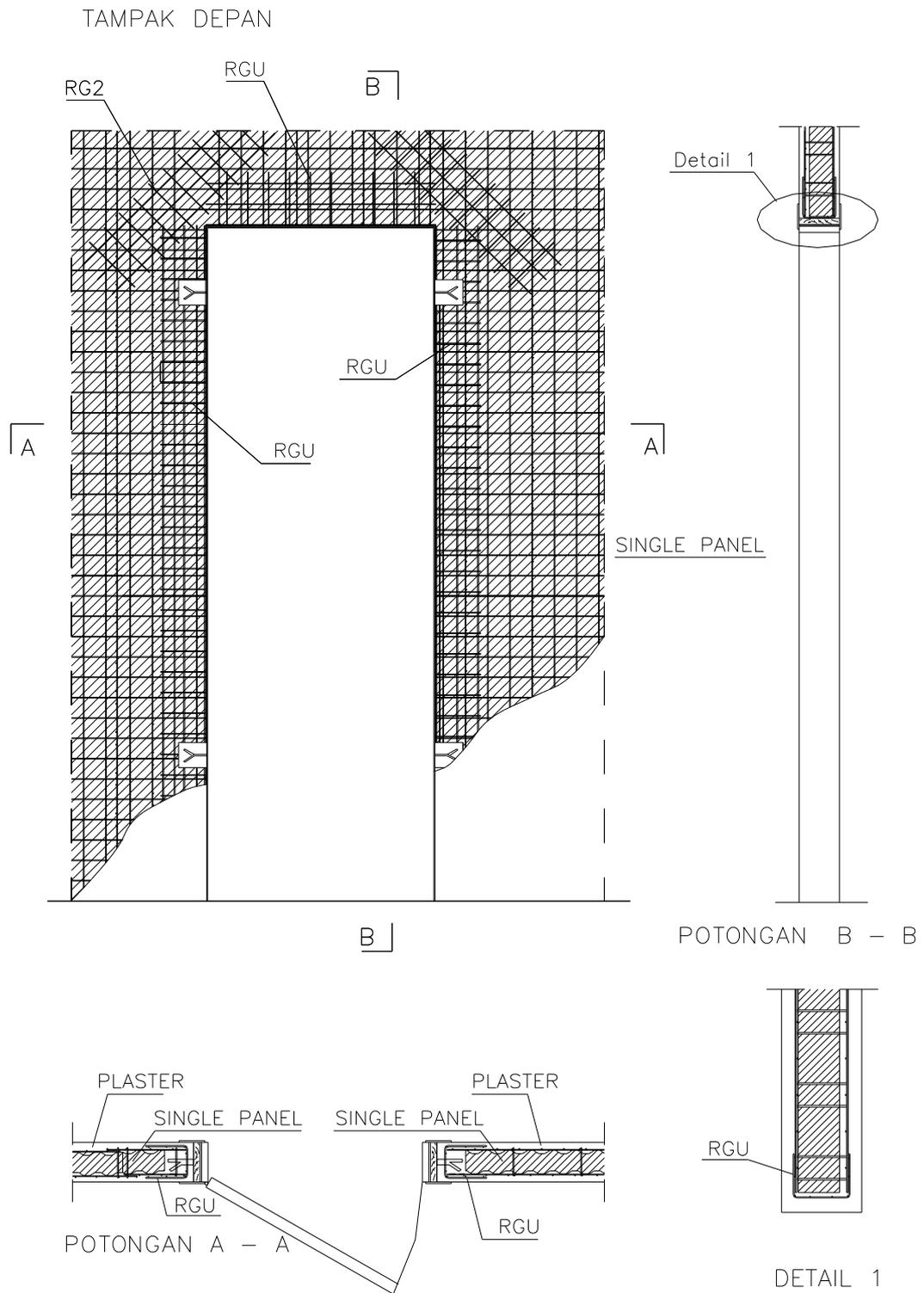
Pemasangan kusen sebelum penyemprotan plaster. Pastikan ukuran dan posisi bukaan jendela dan pintu pada panel dinding telah sesuai dengan yang direncanakan. Pasang *mesh* tambahan jenis RGU pada sudut dalam bukaan pintu dan jendela. Setelah itu, pasang kusen dengan ditopang bambu atau kayu perancah. Kemudian, tutupi kusen dengan menggunakan kertas/plastik. Tujuannya adalah agar kusen terlindungi dari *plastering*. Gunakan angkur sebagai join antara dinding dan kusen. Angkur dibuat per jarak 40 cm *zig-zag*. Pasang *mesh* tambahan jenis RG 2 pada setiap sudut bukaan pintu dan jendela. Lot / cek kembali ketegakan kusen tersebut. Dinding siap di-*shotcrete* tahap pertama (*1st layer*).

Pemasangan kusen setelah penyemprotan plaster. Pastikan ukuran dan posisi bukaan pintu dan jendela pada panel dinding telah sesuai dengan yang direncanakan. Pasang *mesh* tambahan jenis RGU pada sudut dalam bukaan pintu dan jendela. Pasang *mesh* tambahan jenis RG 2 pada setiap sudut bukaan pintu dan jendela. Dinding siap di-*shotcrete* tahap pertama (*1st layer*). Lakukan plaster dinding sampai dengan ketebalan yang diinginkan. Pasang kusen pada dinding. *Join* antara dinding dan kusen menggunakan *fisher* atau paku.

Pada bangunan rumah yang diamati, cara pemasangan kusen yang digunakan adalah cara kedua, yaitu setelah penyemprotan plaster.



Gambar 4.8. Detail Bukaan Jendela pada Panel Dinding Single Panel M-System



Gambar 4.9. Detail Bukaan Pintu pada Panel Dinding Single Panel M-System

4.2.4. Instalasi Panel Lantai Pracetak M-System

Saat panel dinding sudah terpasang secara keseluruhan maka panel lantai dapat mulai dipasang. Panel lantai dapat dengan mudah diangkut ke lantai atas tanpa menggunakan bantuan alat angkat khusus. Nantinya panel lantai ini akan didirikan di atas panel dinding yang telah terpasang dan dibantu dengan penyangga dan balok penyangga.

Berikut adalah langkah – langkah instalasi panel lantai.

- Siapkan panel lantai yang dibutuhkan.
- Sebelum memasang panel lantai, terlebih dahulu dipasang penyangga dan balok penyangga untuk menumpu panel lantai, seperti terlihat pada Gambar 4.10. Penyangga dan balok penyangga yang digunakan dapat terbuat dari kayu, bambu atau besi. Penyangga dipasang dengan jarak antar masing-masing penyangga kurang lebih 1 meter.



Gambar 4.10. Penyangga Panel Lantai

- Letakkan panel lantai di atas panel dinding yang telah terpasang.
- Tulangan tambahan untuk panel lantai yang telah dirangkai sebelumnya di lapangan, dimasukkan di dalam coakan panel lantai.
- Siapkan bekesting pada tepi-tepi bangunan lantai tersebut untuk pengecoran panel lantai.
- Panel lantai dicor beton dengan mutu K300.

Spesifikasi dan cara pengecoran beton pada panel lantai akan dijelaskan pada bab 4.3.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam instalasi panel lantai adalah sebagai berikut.

- Pengecoran panel lantai dapat dilakukan secara manual seperti pengecoran pada pelat lantai dengan beton konvensional, untuk bangunan dengan jumlah tingkat yang tidak terlalu banyak. Sedangkan untuk bangunan dengan jumlah tingkat yang cukup banyak, maka pengecoran dapat dilakukan dengan bantuan *concrete pump*.
- Pengecoran panel lantai baru boleh dilakukan setelah panel dinding lantai dasar yang menyangga panel lantai di-*shotcrete* terlebih dahulu dan bagian bawah panel lantai yang akan dicor juga sudah di-*shotcrete*. Spesifikasi dan cara pengaplikasian *shotcrete* pada bagian bawah panel lantai dapat dilihat pada bab 4.3.
- Penyangga panel lantai dapat mulai dilepas 1 minggu setelah waktu pengecoran dan dapat dilepas secara keseluruhan 2 minggu setelah waktu pengecoran.

Sama seperti panel dinding, panel lantai ini setelah dirangkai pada tempatnya, pada setiap sudut penghubung antara panel dinding dan panel lantai harus diberi *mesh* tambahan (digunakan *mesh* jenis RG1) pada bagian dalam dan luarnya.

4.2.5. Instalasi Panel Atap

Pada bangunan dengan pracetak M-System, panel atap yang dapat digunakan ada dua jenis, yaitu Single Panel M-System atau panel lantai M-System. Pada bangunan rumah tinggal yang diamati, jenis panel atap yang digunakan adalah Single Panel M-System. Sedangkan untuk jenis penutup atap yang digunakan dapat bervariasi. Umumnya jenis penutup atap yang digunakan untuk bangunan rumah tinggal adalah genteng, seperti halnya pada bangunan rumah tinggal yang diamati.

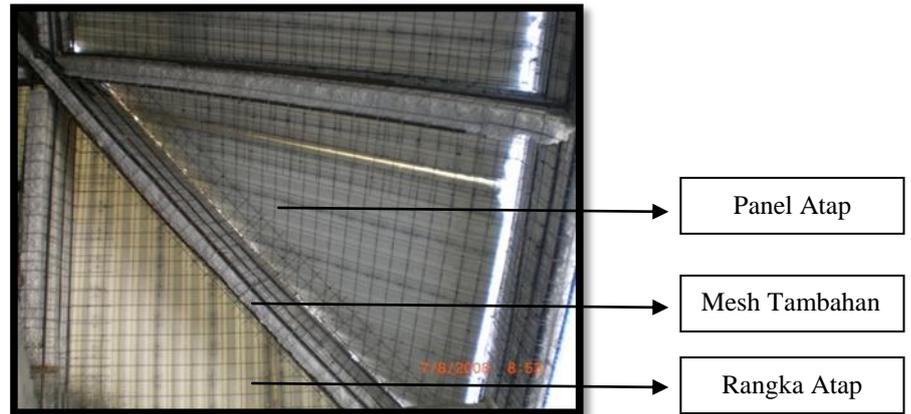
Berikut ini adalah langkah-langkah instalasi panel atap M-System pada bangunan rumah tinggal yang diamati.

- Rangkai rangka atap sesuai dengan perencanaan dan sambung rangka atap dengan panel dinding. Lalu rangka atap yang telah dirangkai diperkuat dengan penyangga, seperti terlihat pada Gambar 4.11. Penyangga yang digunakan dapat terbuat dari kayu, bambu, besi atau baja. Pada bangunan rumah tinggal yang ditinjau, penyangga yang digunakan adalah penyangga kayu.



Gambar 4.11. Penyangga Rangka Atap

- Sebagai pengait untuk rangka atap dan panel dinding, maka pada balok kuda-kuda dipasang tulangan tambahan yang disisipkan di antara *polystyrene* dan *wire mesh* pada balok kuda-kuda tersebut. Selain itu, terdapat pula balok atap yang dipasang di atas panel dinding dan balok ini berfungsi sebagai tumpuan bagi panel atap, seperti terlihat pada gambar
- Letakkan panel atap di atas rangka atap yang tersedia.
- Sambung rangka atap dengan panel atap menggunakan *mesh* tambahan. Jenis *mesh* tambahan yang digunakan adalah *mesh* jenis RG 1. Sedangkan untuk sambungan antar panel atap, *mesh* tambahan yang digunakan adalah *mesh* jenis RG 2, seperti terlihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12. Rangka Atap yang telah disambung dengan Panel Atap

- Aplikasikan *shotcrete* pada bagian bawah panel atap dan plaster pada bagian atas panel atap, seperti terlihat pada Gambar 4.13. Spesifikasi dari *shotcrete* dan plaster yang diaplikasikan pada panel atap akan dijelaskan pada bab 4.3.



Gambar 4.13. Panel Atap yang telah diplaster

- Nantinya pada bagian atas plaster atap yang sudah mengeras, seperti yang terlihat pada Gambar 4.14, akan dipasang reng. Reng ini dipasang dengan cara mengebor lapisan plaster panel atap dan dipasang *fisher* atau paku. Gambar reng yang telah dipasang di atas plaster atap dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.14. Plaster Atap Bagian Atas yang sudah Mengeras



Gambar 4.15. Reng yang telah dipasang

- Setelah reng terpasang, maka genteng dapat dipasang di atas reng, seperti terlihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16. Genteng yang telah dipasang di Atas Reng

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam instalasi panel atap, yaitu sebagai berikut.

- Pengecoran panel atap dapat dilakukan secara manual untuk bangunan dengan jumlah tingkat yang tidak terlalu banyak. Sedangkan untuk bangunan dengan jumlah tingkat yang cukup banyak, maka pengecoran dapat dilakukan dengan bantuan *concrete pump*.
- Pada bangunan rumah tinggal tertentu, ada beberapa bagian dari atapnya yang menggunakan dak beton. Pada bangunan rumah tinggal dengan beton pracetak M-System, untuk pembuatan dak beton ini dapat digunakan panel lantai maupun Single Panel M-System seperti halnya pada panel atap.
- Untuk dak beton yang menggunakan panel lantai M-System, maka pemasangan dan pengecorannya sama dengan pemasangan dan pengecoran panel lantai pada umumnya.
- Sedangkan untuk dak beton yang menggunakan Single Panel M-System, pada bagian atas dari panel dicor dengan plaster seperti pada panel atap. Untuk bagian bawah dak beton, baik menggunakan panel lantai maupun Single Panel M-System, akan disemprot dengan *shotcrete*.

Perbedaan dengan prosedur pemasangan panel atap pada umumnya.

Terdapat perbedaan antara prosedur pemasangan panel atap pada umumnya dengan pelaksanaan di lapangan pada bangunan rumah tinggal yang diamati, terutama dalam hal penggunaan material untuk rangka atap. Pada bangunan rumah tinggal yang diamati, terdapat rangka atap yang terbuat dari bongkahan *polystyrene* yang dibentuk dan dirangkai sedemikian rupa membentuk rangka atap yang menyerupai rangka atap yang terbuat dari kayu atau rangka atap galvalum yang umumnya digunakan pada bangunan rumah tinggal. Rangka atap yang dibuat dari *polystyrene* ini, tidak umum digunakan pada bangunan dengan pracetak M-System. Namun untuk permintaan khusus, pihak fabrikator dapat menyediakan dan mendesain sesuai dengan kebutuhan dari perencanaan. Tentu saja prosedur pemasangan rangka atap dari material *polystyrene* yang digunakan pada bangunan rumah tinggal yang diamati, berbeda dengan rangka atap pada

umumnya, yaitu rangka atap dari kayu maupun rangka atap galvalum yang umumnya digunakan pada bangunan rumah tinggal.

4.2.6. Instalasi Tangga

Umumnya, panel tangga yang digunakan pada bangunan dengan pracetak M-System adalah panel tangga M-System. Namun, pada bangunan rumah tinggal yang diamati, jenis tangga yang digunakan adalah tangga konvensional dari beton bertulang. Pada panel lantai M-System yang telah dipasang terdapat tulangan overstek yang nantinya akan diangker masuk ke dalam tangga. Sedangkan sambungan tangga dengan pondasi tangga sama seperti sambungan tangga konvensional pada umumnya.

4.2.7. Instalasi Jaringan Pemipaan

Pemasangan pipa-pipa untuk *plumbing* dan instalasi listrik dilakukan setelah panel dinding selesai dipasang dan sebelum *shotcrete* diaplikasikan. Pembuatan coakan untuk pemasangan jaringan utilitas cukup dilakukan dengan *hot air gun* atau alat pemanas lainnya yang diawali dengan menentukan jalur sesuai kebutuhan.

Berbagai instalasi jenis pipa kaku atau lentur untuk keperluan jaringan utilitas, dapat dilakukan tanpa bantuan tenaga khusus, sementara area kerja tetap terjaga bersih. Pipa – pipa yang lentur dapat dengan mudah diletakkan di belakang *wire mesh*, sedangkan pipa yang lebih kaku dapat diletakkan setelah *wire mesh* dipotong. Setelah itu lubang tersebut harus ditutup kembali dengan menggunakan *mesh* tambahan yang disambung dengan *wire mesh* yang ada pada panel. Proses pembuatan coakan pada panel dinding dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17. Pembuatan Coakan pada Panel Dinding

4.3. Aplikasi Plaster dan Beton pada Pracetak M-System

1. Plaster

Setelah panel – panel pracetak M-System didirikan, nantinya panel – panel tersebut akan di-*finishing* dengan plaster. Plaster ini diaplikasikan dengan dua cara, yaitu dengan cara manual dan cara disemprot dengan alat (*shotcrete*).

- Aplikasi plaster dengan cara manual

Proses pengaplikasian plaster dilakukan dengan bantuan ember dan sendok tembok, tidak jauh berbeda dengan proses pengaplikasian plaster pada umumnya seperti pada bangunan rumah tinggal dengan cara konvensional.

- Aplikasi plaster dengan cara disemprot (*shotcrete*)

Proses pengaplikasian plaster dilakukan dengan bantuan alat semprot. Pada bangunan rumah tinggal yang ditinjau, plaster diaplikasikan dengan alat turbosol.

Plaster yang diaplikasikan memiliki mutu K300 dan untuk setiap 50 kg *Portland Cement* yang digunakan, dibutuhkan campuran sebagai berikut.

- Pasir, 5 (lima) kaleng cat (ukuran 25 kg) dengan dimensi kaleng, diameter 30 cm dan tinggi 40 cm

- *Admixture* jenis SIKA MS Powder dari PT. SIKA Indonesia, 1 (satu) *sachet* ukuran 125 gr
- Air

Hal – hal yang perlu diperhatikan selama pengecoran beton adalah sebagai berikut.

- Pasir yang digunakan tidak boleh memiliki kadar lempung lebih dari 5%.
- *Slump test* yang dibutuhkan untuk campuran beton yang digunakan adalah kurang lebih 7,5 cm.

Nantinya aplikasi plaster dengan cara manual ini dibutuhkan pada bagian atas panel tangga M-System dan pada bagian atas panel atap M-System. Berikut adalah penjelasan pengaplikasiannya pada bagian atas panel atap. Setelah panel atap dipasang di atas rangka atap dan *shotcrete* pada bagian bawah panel atap telah diaplikasikan, baru plaster pada bagian atas panel atap ini dapat diaplikasikan. Pengaplikasian plaster dimulai dengan membuat patokan ketebalan plaster pada panel atap. Patokan ketebalan akhir ini dibuat tiap jarak 50 cm dengan menggunakan sendok tembok. Setelah patokan selesai dibuat, baru plaster dapat mulai diaplikasikan.

Sedangkan untuk panel tangga, pada bangunan rumah tinggal yang diamati tangga yang digunakan adalah tangga konvensional, sehingga cara pengaplikasian plaster tidak jauh berbeda dengan tangga konvensional pada umumnya.

Plaster yang diaplikasikan dengan cara disemprot (*shotcrete*) dibutuhkan untuk elemen-elemen pracetak M-System sebagai berikut dan akan dijelaskan pula cara pengaplikasiannya.

- Pada panel dinding

Pada panel dinding, *shotcrete* diaplikasikan masing-masing setebal 35 mm pada kedua sisi luar panel. *Shotcrete* diaplikasikan setelah instalasi jaringan pemipaan dilakukan. Pengaplikasian *shotcrete* dilakukan dengan dua tahap. Tahap pertama, *shotcrete* diaplikasikan setebal 1,5 cm atau kurang lebih menutupi *wire mesh*. Setelah *shotcrete* tahap pertama selesai diaplikasikan, di atas *shotcrete* lapisan pertama, dibuat patokan ketebalan

akhir untuk *shotcrete* yang akan diaplikasikan pada tahap kedua menggunakan sendok tembok. Patokan ketebalan ini diaplikasikan secara manual dan dibuat tiap jarak 1 meter. Setelah itu, pengaplikasian *shotcrete* tahap kedua dapat dilakukan hingga ketebalan 3,5 cm. Proses pengaplikasian *shotcrete* pada panel dinding dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18. Aplikasi *Shotcrete* pada Panel Dinding

- Pada bagian bawah panel lantai
Pada bagian bawah panel lantai, *shotcrete* diaplikasikan setebal 2 cm. Pengaplikasian *shotcrete* dilakukan sebanyak dua tahap, dengan ketebalan *shotcrete* tahap pertama kurang lebih 1 cm dan setelah *shotcrete* tahap pertama selesai diaplikasikan, maka dilanjutkan dengan pengaplikasian *shotcrete* tahap kedua hingga ketebalan 2 cm. Proses pengaplikasian *shotcrete* pada bagian bawah panel lantai dapat dilihat pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19. Aplikasi *Shotcrete* pada Bagian Bawah Panel Lantai

- Pada bagian rangka atap dan bagian bawah panel atap

Pada rangka atap, pengaplikasian *shotcrete* dilakukan sebanyak tiga tahap, dengan ketebalan *shotcrete* tahap pertama kurang lebih menutupi *wire mesh* pada balok rangka atap dan setelah *shotcrete* tahap pertama selesai diaplikasikan, maka dilanjutkan dengan *shotcrete* tahap kedua dan tahap ketiga hingga ketebalan 7,5 cm.

Sedangkan untuk bagian bawah panel atap, pengaplikasian *shotcrete* dilakukan sebanyak dua tahap, dengan ketebalan *shotcrete* tahap pertama kurang lebih menutupi *wire mesh* pada panel atap dan setelah *shotcrete* tahap pertama selesai diaplikasikan, maka dilanjutkan dengan tahap kedua hingga ketebalan 2,5 cm.

2. Beton

Beberapa bagian dari panel – panel pracetak M-System membutuhkan pengecoran beton di lapangan. Beton yang dicor memiliki mutu K300 dan untuk setiap 50 kg *Portland Cement* yang digunakan, dibutuhkan campuran sebagai berikut.

- Pasir, 3 (tiga) kaleng cat (ukuran 25 kg) dengan dimensi kaleng, diameter 30 cm dan tinggi 40 cm
- Kerikil, 2 (dua) kaleng cat (ukuran 25 kg) dengan dimensi kaleng, diameter 30 cm dan tinggi 40 cm
- *Admixture* jenis SIKA MS Powder dari PT. SIKA Indonesia, 1 (satu) *sachet* ukuran 125 gr
- Air

Hal – hal yang perlu diperhatikan selama pengecoran beton adalah sebagai berikut.

- Pasir yang digunakan tidak boleh memiliki kadar lempung lebih dari 5%.
- Ukuran kerikil yang digunakan antara 5-10 mm.
- *Slump test* yang dibutuhkan untuk campuran beton yang digunakan adalah kurang lebih 7,5 cm.

Nantinya pengecoran beton ini dibutuhkan untuk elemen – elemen pracetak M-System sebagai berikut.

- Bagian atas panel lantai
- Lubang bagian dalam panel tangga

Pengecoran dilakukan secara manual oleh pekerja dengan bantuan ember dan sendok tembok, segera setelah campuran beton diambil dari *mixer* yang digunakan di proyek.

Kendala dalam pelaksanaan, Terdapat kendala dalam pengaplikasian plaster dan pengecoran beton di lapangan. Beberapa di antaranya adalah sebagai berikut.

- Material pasir

Material pasir yang dibutuhkan untuk plaster dan pengecoran panel lantai maupun panel atap M-System memiliki kriteria tertentu yaitu tidak boleh memiliki kadar lempung melebihi 5 %. Adalah tidak mudah untuk mendapatkan pasir yang dapat memenuhi kriteria tersebut karena menyesuaikan dengan kondisi setempat. Untuk daerah Surabaya, pasir yang dapat digunakan adalah Pasir Lumajang. Pasir ini memiliki kadar lempung 2 % sehingga dapat memenuhi kriteria pasir yang dibutuhkan.

- Ketersediaan listrik

Penyemprotan plaster menggunakan alat *sprayer* membutuhkan pasokan listrik yang cukup besar untuk menyalakan mesin dari alat yang digunakan. Kadangkala ketersediaan listrik di lapangan tidak mencukupi, oleh karena itu dibutuhkan generator listrik untuk menyuplai kebutuhan listrik.

- Air

Setelah alat semprot selesai digunakan untuk mengaplikasikan plaster pada struktur bangunan, maka sesegera mungkin alat harus segera dibersihkan dengan cara menuangkan air sebanyak mungkin ke dalam kotak *sprayer* dan disemprotkan keluar melalui kepala alat. Hal ini bertujuan untuk menghindari endapan plaster di dalam alat, karena apabila sisa plaster sudah mengeras maka akan sangat sulit untuk dibersihkan.

4.4. *Quality Control* Pelaksanaan Pracetak M-System di Lapangan

Untuk menjaga pelaksanaan di lapangan agar sesuai standar maka ada beberapa hal yang dilakukan, beberapa di antaranya adalah :

- Pelatihan Pekerja

Sebelum proyek dilakukan, dilakukan pembekalan kepada para pekerja mengenai cara pelaksanaan beton pracetak M-System di lapangan. Sebab sistem pracetak ini masih relatif baru di Indonesia dan berbeda dengan pracetak – pracetak pada umumnya.

- Mutu Beton dan Mutu Plaster

Mutu beton dan plaster yang dibutuhkan pada pelaksanaan bangunan M-System adalah K300. Untuk mengontrol mutu dari beton ini, maka dibuat sampel kubus dari setiap adukan beton yang dihasilkan dan nantinya akan dilakukan pengujian di laboratorium untuk mengecek kekuatan dari sampel tersebut apakah memenuhi persyaratan mutu yang diinginkan.

- Ketegakan Panel

Seperti dikatakan sebelumnya, ketegakan panel sangat penting dalam pelaksanaan. Untuk itu, digunakan alat *water pass* untuk mengecek ketegakan dari panel dinding yang telah dipasang.

- Mutu Baja

Kawat baja yang digunakan sebagai pengikat antara stek dan *wire mesh* maupun sebagai pengikat sambungan antara panel adalah kawat baja mutu tinggi. Untuk menguji kekuatan dari kawat baja yang digunakan apakah sudah memenuhi persyaratan, maka dapat dilakukan pengujian tes tarik di laboratorium.