

Keberkesanan Penggunaan ‘*Multiple Framing Adjuster*’ Untuk Pemasangan Kerangka Pintu

Fara Haszillah binti Hasim ^{a1*}, Noor Hazalina binti Abdullah ^{a2*} & M. Chandran a/l Maruthan ^{a3*}

Politeknik Melaka

haszillah@polimelaka.edu.my & m.chandran@polimelaka.edu.my

Abstrak

Pintu dan tingkap adalah antara komponen wajib yang perlu ada didalam sesebuah binaan bangunan. Maka adalah penting untuk memastikan pemasangan komponen ini dilakukan dengan sempurna. Kebiasaannya, didalam proses pemasangan kerangka pintu dan tingkap, ianya akan didirikan dengan menggunakan tupang kayu. Proses pemasangan kerangka pintu dan tingkap menggunakan tupang kayu ini adalah rumit dan memakan masa. Selain itu, ianya juga tidak dapat digunakan berulang kali kerana kayu merupakan bahan yang mudah patah dan reput. Oleh itu, untuk memudahkan proses pemasangan kerangka dan mengurangkan masa kerja, suatu alat pemegang kerangka pintu dan tingkap yang lebih efisien telah direkabentuk. Alat yang dinamakan sebagai ‘Multiple Framing Adjuster’ (MFA) ini diperbuat daripada besi keluli lembut berongga ringan dan dilengkapi dengan Electronic Spirit Level (ESL) yang dapat memudahkan proses pemasangan kerangka pintu dan tingkap. Alat ini direkabentuk dengan ciri-ciri seperti tahan lama, boleh digunakan berulang kali, mudah dikendalikan, dan mudah dibawa. Kajian ini dilakukan bagi mengkaji keberkesanan penggunaan MFA ini dalam mengurangkan masa pemasangan kerangka pintu atau tingkap. Hasil daripada pengujian ditapak mendapati dari sudut kendalian, membuktikan MFA boleh dikendali dengan mudah dan pantas yang mana lebih daripada 50% masa dapat dijimatkan berbanding dengan penggunaan kaedah konvensional. Hanya seorang pekerja diperlukan untuk memasang kerangka pintu dan tingkap menggunakan MFA berbanding dua (2) orang menggunakan kaedah konvensional. Alat ini juga mudah dikendalikan walaupun digunakan oleh pekerja separa mahir. Dengan penjimatan masa yang diperolehi, pihak industri binaan secara tidak langsung dapat menjimatkan kos operasi mereka. Disamping itu, penggunaan alat ini secara meluas juga dapat mengurangkan penggunaan kayu yang memakan kos yang tinggi, memelihara sumber alam dan secara tidak langsung dapat membantu kearah mempromosikan penggunaan Teknologi Hijau.

© 2020 Published by JOJAPS Limited.

Key-word: - Tupang kayu,, kerangka pintu, kerangka tingkap , pemegang kerangka pintu.

1. Pengenalan

Sektor industri binaan bangunan adalah salah satu industri yang disenaraikan sebagai suatu sektor penyumbang utama pembangunan ekonomi negara. Kepentingan industri bangunan ini dapat dilihat dengan jelas melalui penglibatan pembinaan yang amat rancak didalam era pembangunan ini. Pembinaan ini melibatkan aktiviti kerja dalam pelbagai sektor seperti perindustrian, kediaman dan komersial. Ianya tidak hanya menumpukan pada fasa pembinaan sahaja tetapi juga fasa pra-pembinaan dan pasca pembinaan.

Pembinaan struktur adalah aspek pembinaan yang paling penting dalam pembinaan sesuatu bangunan. Selain daripada struktur – struktur penanggung beban seperti rasuk dan tiang, struktur yang tidak menanggung beban seperti pintu dan tingkap juga perlu dilakukan dengan sempurna. Tingkap dan pintu memainkan peranan penting dalam semua jenis rumah atau bangunan. Ianya merupakan laluan masuk dan keluar daripada sesebuah bangunan dan dapat membenarkan pengaliran udara berlaku dengan baik. Kerangka pintu dan kerangka tingkap adalah bingkai yang mengelilingi bukaan di mana daun pintu dan daun tingkap akan dipasang. Kerangka pintu dan tingkap diperbuat daripada kayu atau logam. Kerangka mesti mempunyai kekuatan yang cukup untuk menanggung berat pintu atau tingkap. Ia boleh diperbuat daripada kayu atau logam.

* Fara Haszillah Hasim. Tel.: +0137192912; Fax: 063376007
E-mail address: haszillah@polimelaka.edu.my

Kebiasaanya untuk pemasangan kerangka pintu atau tingkap, pekerja menggunakan pemegang kerangka iaitu tupang yang diperbuat daripada kayu. Kayu yang digunakan sebagai tupang tersebut kebiasaannya adalah kayu sisa binaan. Penggunaan kayu sebagai tupang dalam pemasangan kerangka pintu dan tingkap adalah rumit dan memakan masa yang lama serta hanya dikendalikan oleh pekerja mahir.

1.1 Pernyataan Masalah

Penggunaan kayu sebagai tupang adalah kaedah biasa/konvensional yang digunakan bagi memasang kerangka pintu atau tingkap. Dalam proses pemasangan ini, sekurang-kurangnya dua pekerja diperlukan untuk memasang kerangka pintu atau tingkap yang akan dipasang tersebut. Ini adalah kerana dalam kaedah konvensional, kayu yang digunakan sebagai tupang itu akan diikat dengan dawai kemudian dipaku pada permukaan lantai atau dinding yang berhampiran. Pekerja perlu menetapkan kestabilan kerangka pintu atau tingkap dengan menggunakan alat timbang air dan kemudian dalam masa yang sama melaraskan kedudukan tupang. Masa yang diambil untuk memasang kerangka pintu dan tingkap menggunakan kaedah konvensional adalah agak lama kerana proses menstabilkan kerangka tersebut agak rumit. Selain itu, kerja-kerja mengikat dawai dan pemakuan tupang itu boleh mencalarakan dan merosakkan kerangka pintu atau tingkap yang hendak dipasang. Bagi menyelesaikan masalah ini, kami telah menghasilkan suatu alat yang dinamakan "*Multiple Framing Adjuster (MFA)*" yang dilengkapi dengan *Electronic Spirit Level (ESL)* dapat meminimumkan jangka masa pemasangan kerangka pintu atau tingkap.



Rajah 1: Alat MFA yang telah dipasang pada kerangka pintu.

1.2 Objektif Kajian

Bagi mencapai tujuan utama dalam kajian ini, objektif berikut telah dibentuk:

- 1) Menghasilkan alat '*Multiple Framing Adjuster*'.
- 2) Mengkaji keberkesanan alat '*Multiple Framing Adjuster*' dalam aspek penjimatan masa.

1.3 Skop Kajian

Skop kajian ini memberi tumpuan kepada keberkesanan pintu dan tingkap dari segi masa yang diperlukan untuk memasang kerangka pintu dan tingkap. Data akan dikumpulkan dengan menggunakan soal selidik kepada pekerja binaan dan pihak industri semasa pengujian alat ditapak bina.

1.4 Kepentingan Kajian

Kajian ini bertujuan untuk menekankan keberkesanan penggunaan *Multiple Framing Adjuster (MFA)* dalam jangka masa yang minimum untuk memasang kerangka pintu dan tingkap. Kajian ini dilakukan terhadap data yang dikumpulkan melalui soal selidik yang diberikan kepada pekerja binaan dan pihak industri semasa pengujian alat ditapak bina. Hasil daripada analisis, data ini dikongsikan kepada pihak industri untuk membuktikan penjimatan masa yang diambil dalam pemasangan kerangka pintu atau tingkap.

Penggunaan MFA yang dilengkapi ESL menjadikan proses mendapatkan kestabilan pugak dan melintang pada kerangka pintu atau tingkap menjadi lebih cepat dan tepat. Kerja-kerja pemasangan pintu atau tingkap dapat dilakukan dengan cepat.

Penjimatan masa ini secara tidak langsung dapat menjimatkan kos upah pekerja dan kos operasi bagi pihak industri berkenaan. Selain itu, ESL merupakan salah satu elemen dalam Revolusi Perindustrian (IR) 4.0 yang akan menjadikan MFA lebih berdaya saing dan membantu meningkatkan pendapatan negara.

2. Kajian Literatur

Dalam kajian ini, kami menghasilkan alat pemegang kerangka pintu atau tingkap yang dihasilkan daripada keluli lembut berongga yang ringan dan ianya dilengkapi dengan alat elektronik yang mempunyai alat pengesan kecondongan (*tilt sensor*) bagi menggantikan penggunaan tupang kayu dan timbang air.

Penggunaan kayu yang digunakan sebagai tupang dalam kaedah konvensional akan meningkatkan lagi sisa binaan seperti yang telah dicatatkan oleh Shareh Musa, Shafii dan Syed Muhammad Zubir (2009) didalam kajiannya yang mana kayu merupakan antara sisa bahan binaan yang paling tinggi di tapak bina. Kayu juga merupakan bahan binaan lengai (*inert*) dan tidak mesra alam yang memerlukan ruang simpanan yang besar dan mempunyai kepadatan tinggi (Mata R., 2015). Selain itu, sifat kayu yang mudah reput dan rosak menjadikan ianya tidak dapat digunakan berulang-ulang kali yang mana secara puratanya hanya boleh digunakan sebanyak tujuh (7) kali sahaja bagi sesebuah projek dan sekaligus akan meningkatkan kos bahan.

Untuk menggantikan pemegang kerangka pintu konvensional iaitu tupang kayu, kami menggunakan keluli lembut berongga sebagai bahan utama alat MFA. Penggunaan keluli amat meluas didalam sektor pembinaan kerana ianya mempunyai ciri seperti kekuatan yang tinggi, kekukuhan yang tinggi, tahan lama, kemuluran yang baik dan agak murah jika diambil kira tempoh pembinaannya yang cepat. Berdasarkan spesifikasi bahan yang digunakan, secara purata ianya boleh digunakan minimum 30 kali (Arbaz K., 2015). Penggunaan keluli berongga ini juga dapat menjimatkan masa pembinaan dan kos yang mana masa pembinaan dapat disingkatkan dan ianya juga dapat mengurangkan kos upah pekerja (Wardenier J., 2010).

Alat MFA ini juga direkabentuk dengan dilengkapi oleh ESL yang menggunakan alat pengesan kecondongan (*tilt sensor*) bagi memudahkan kerja-kerja penetapan kestabilan kerangka pintu atau tingkap yang dipasang. ESL digunakan bagi menggantikan penggunaan timbang air didalam kaedah konvensional. Pengesan kecondongan dapat didefinisikan sebagai “alat, yang menghasilkan *output* elektrik yang berbeza dengan pergerakan sudut” dan definisi ini jelas menunjukkan dua perkara yang berkaitan: peranti mesti mempunyai *output* elektrik, dan bahawa *output* elektrik mesti menunjukkan perbezaan ketika dimiringkan (Michael R., 2013).

Penggunaan ESL ini dapat membantu mempercepatkan lagi kerja – kerja penetapan kestabilan kerangka pintu atau tingkap dengan hanya meletakkan/melekatkan ESL pada kerangka berkenaan. ESL akan memancarkan LED dan membunyikan ‘*buzzer*’ apabila kerangka yang dipasang stabil. Pengesan kecondongan pada ESL dapat memberikan hasil yang tepat sebagaimana yang dinyatakan oleh Michael R. (2013) bahawa pengesan kecondongan ini adalah suatu teknologi yang unik yang sesuai digunakan untuk pengukuran jarak sudut sempit dan lebar serta dapat mengekalkan ketepatan yang tinggi.

3. Metodologi Kajian

3.1 Pengenalan

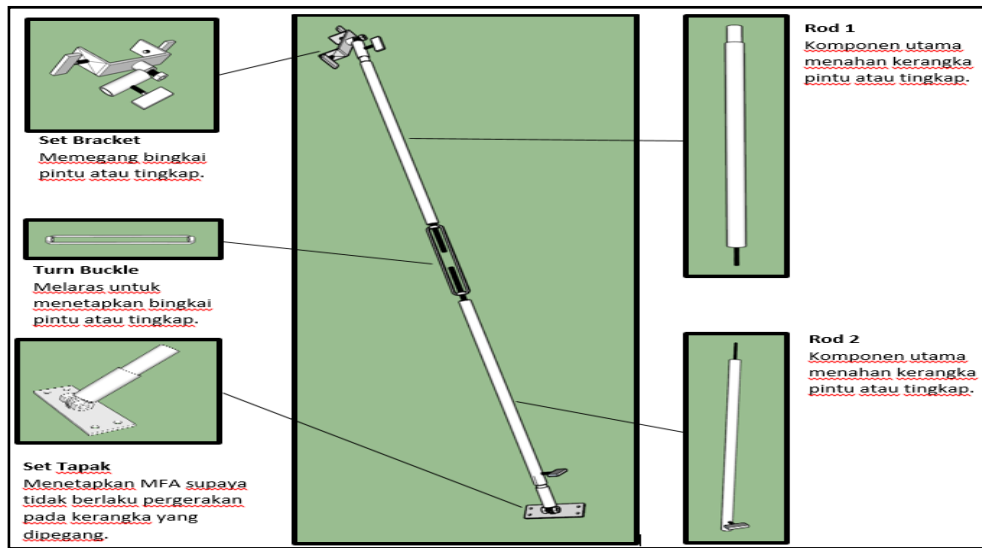
Terdapat beberapa kaedah yang digunakan bagi metodologi kajian ini termasuk pengujian penggunaan alat, soal selidik dan temu bual. Kajian ini menggunakan reka bentuk kaedah penyelidikan kuantitatif untuk mengumpulkan data yang dikaji daripada hasil soal selidik. Soal selidik ini bertujuan memenuhi objektif kajian dan dapat mengumpulkan maklumat secepat mungkin dengan soalan ringkas dan mudah dijawab oleh pekerja binaan sebagai responden. Temu ramah dilakukan melalui perbualan tatap muka untuk tujuan mendapatkan persepsi pendapat dan sikap terhadap alat yang diujicuba. Tujuan rekabentuk kajian ini adalah untuk mencapai objektif kajian yang telah ditetapkan dan melihat tahap pengendalian dan kawalan pengguna terhadap alat MFA dalam kerja-kerja pemasangan kerangka pintu atau tingkap.

3.2 Rekabentuk Produk

Rekabentuk produk adalah perkara yang sangat penting dalam melakukan kajian ini. Spesifikasi terperinci komponen-komponen yang dihasilkan dapat dikaitkan dengan produk. Rekabentuk yang dihasilkan sangat sesuai digunakan dalam pembinaan dan lebih efisien berbanding dengan kaedah konvensional.

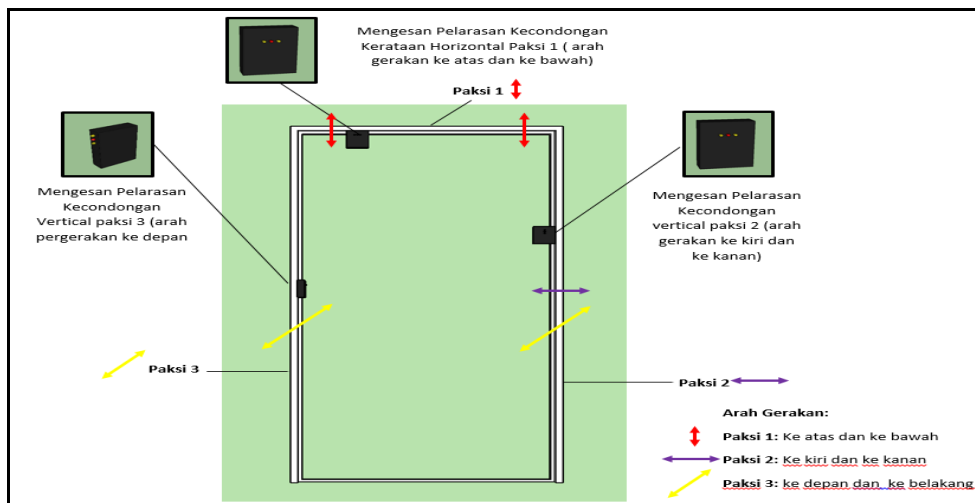
* Fara Haszillah Hasim. Tel.: +0137192912; Fax: 063376007
E-mail address: haszillah@polimelaka.edu.my

Rekabentuk produk yang ringkas namun kreatif ini boleh digunakan dengan mudah, berkesan, selamat dan dipercayai oleh pengguna. Reka bentuk produk mesti dilakukan dengan berhati-hati dan tepat, agar tidak berlaku kesilapan semasa proses pengeluaran produk. Ia tidak boleh dipandang ringan dan dibuat kerana ia sangat penting untuk menghasilkan produk yang berkualiti. Dengan kualiti yang baik maka pastinya dapat menghasilkan hasil yang baik dan dapat dipasarkan di seluruh dunia.



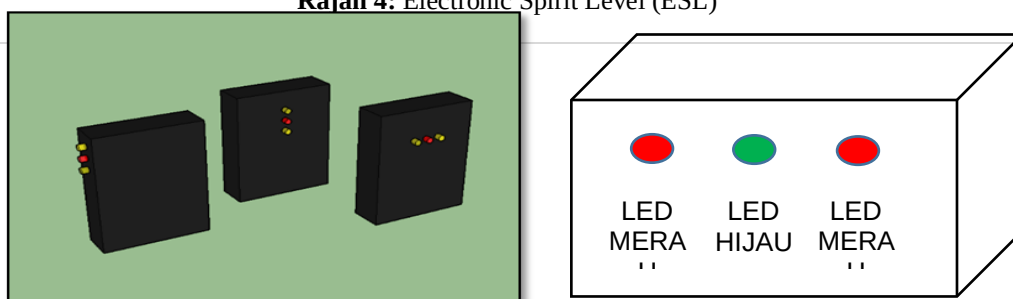
Rajah 2: Lakaran komponen Multiple Framing Adjuster (MFA)

MFA diperbuat daripada besi keluli lembut berongga yang dilengkapi dengan “*bracket*” sebagai komponen yang akan mengikat kerangka pintu atau tingkap. Ianya juga mempunyai tapak yang akan mengikat MFA pada permukaan lantai/tanah bagi mengukuhkan alat MFA ini agar tidak bergerak dan tetap pada posisinya. Ia juga dilengkapi dengan “*turnbuckle*” yang berfungsi untuk melaraskan rod 1 dan 2 bagi mengawal kestabilan kerangka pintu atau tingkap yang dipasang. Produk MFA boleh didapati dalam bentuk set dimana ia didatangkan dalam sebuah beg dan terdiri daripada komponen yang lengkap iaitu rod 1 dan 2, “*bracket*”, “*turnbuckle*” dan tapak. Satu set lengkap MFA mempunyai dua (2) set komponen yang boleh digunakan di kiri kanan kerangka pintu atau tingkap.



Rajah 3: Lakaran Komponen Electronic Spirit Level (ESL)

Rajah 4: Electronic Spirit Level (ESL)



Jadual 1 : Jenis arahan Electronic Spirit Level (ESL)

LED		JENIS ARAHAN	
MERAH (Kiri / Atas)	Menyala	-	-
HIJAU (Tengah)	-	Menyala	-
MERAH (Kanan/ Bawah)	-	-	Menyala
KEPUTUSAN	Kecondongan di kiri/Atas	Rata	Kecondongan di kanan/Bawah

Electronic Spirit Level (ESL) merupakan instrumen pengesan kecondongan yang digunakan untuk menentukan kerataan permukaan yang mendarat secara pugak dan melintang. Ini akan mempercepatkan proses pelarasan pemasangan kerangka pintu atau tingkap di tapak pembinaan. ESL memberikan isyarat melalui tiga (3) lampu LED dan ianya beroperasi dengan Voltan DC 5V dari sumber bateri biasa atau dengan menggunakan “*power bank*”. ESL mempunyai tiga (3) unit alat pengesan kecondongan untuk menetapkan pelarasan tiga paksi dengan serentak. Setiap unit mengesan pergerakan paksi, Unit Utama pada Paksi 2, Unit Paksi 1 dan Unit Paksi 3 seperti yang ditunjukkan di Rajah 3.

Cara ESL berfungsi bersama MFA adalah seperti berikut:

1. Komponen – komponen MFA yang telah siap dicantumkan kemudiannya ditupangkan kepada kerangka pintu atau tingkap.
2. ESL kemudiannya diletakkan/dilekatkan pada kerangka pintu atau tingkap di Paksi 1, 2, dan 3. Ketiga tiga unit ini dihidupkan dengan serentak. Jika didapati lampu LED merah menyala bermakna kecondongan kerangka pintu atau tingkap adalah lebih tinggi pada bahagian berkenaan. Proses yang sama turut dilakukan pada kerangka pintu atau tingkap di ke semua paksi yang sedang dilaras.
3. “*Turnbuckle*” digunakan untuk melaraskan MFA bagi mendapatkan kestabilan kerangka pintu atau tingkap berdasarkan isyarat ESL.
4. MFA perlu dilaraskan supaya dapat memberikan bacaan kerataan kepada ESL dan kemudiannya semua lampu LED akan memberikan isyarat hijau.
5. Setelah kepugakan dan kerataan permukaan kerangka pintu atau tingkap dicapai di ketiga -tiga paksi maka lampu LED ketiga – tiga unit ESL akan memberikan isyarat hijau. Jadual 1 menunjukkan bagaimana lampu LED pada ESL berfungsi.
6. Apabila LED hijau menyala pada ketiga-tiga unit ESL, “*buzzer*” pada Unit Utama ESL akan berbunyi menandakan kerangka pintu atau tingkap telah didirikan dengan tegak dan stabil.

4. Analisis Data dan Perbincangan

4.1 Pengenalan

Bagi mencapai objektif yang telah ditetapkan, alat MFA ini telah dibawa ke tapak bina bagi tujuan ujiguna oleh pekerja-perkerja binaan. Alat ini akan diujiguna dan kemudian responden yang terlibat akan menjawab soal selidik dan ditemubual. Melalui pengujian itu, data dikumpul, dianalisis dan dibincangkan seperti dibawah.

4.2 Analisis Keputusan Data

Jadual 2: Respon bagi Pemasangan Kerangka Pintu dalam Masa yang Singkat

KAEDAH	KEKERAPAN	PERATUS
KONVENSIONAL		
Ya	3	33.33 %
Tidak	6	66.67 %
MFA		
Ya	7	77.78 %
Tidak	2	22.22 %

* Fara Haszillah Hasim. Tel.: +0137192912; Fax: 063376007

E-mail address: haszillah@polimelaka.edu.my

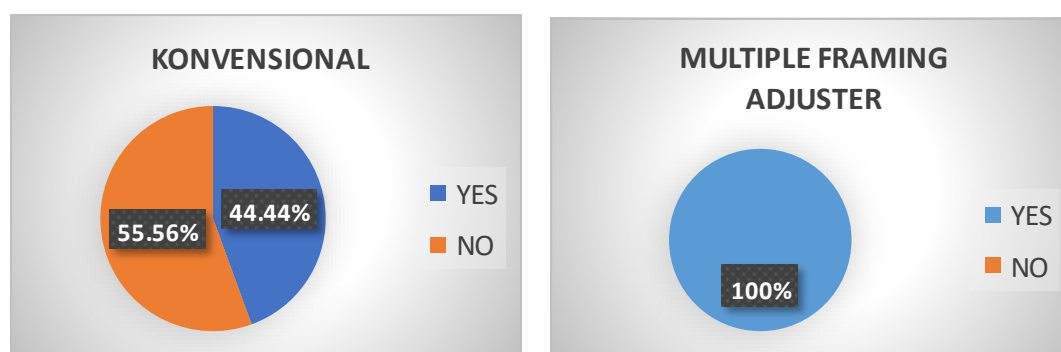


Rajah 5: Carta bar perbandingan masa yang diambil antara kaedah konvensional dan MFA

Dari rajah 5, dapat dilihat perbandingan diantara penggunaan kaedah konvensional berbanding MFA dalam kerja pemasangan kerangka pintu dan tingkap dari aspek masa yang singkat. Responden memberikan jawapan bagi masa penggunaan kaedah konvensional yang dianggap singkat namun selepas menggunakan MFA ternyata masa yang diambil adalah lebih singkat lagi. Jadual 2 menunjukkan 77.78% daripada responden bersetuju bahawa penggunaan MFA mengambil masa yang lebih singkat berbanding kaedah konvensional.

Jadual 3: Respon bagi Menetapkan Kestabilan Kerangka Pintu dengan Masa yang Singkat

KAEDAH	KEKERAPAN	PERATUS
KONVENSIONAL		
Ya	4	44.44 %
Tidak	5	55.56 %
MFA		
Ya	9	100 %
Tidak	-	-



Rajah 6: Perbandingan masa yang diperlukan untuk menetapkan kestabilan kerangka pintu bagi kaedah konvensional dan MFA

Rajah 6 di atas menunjukkan perbandingan masa semasa proses penstabilan kerangka pintu dengan menggunakan kaedah konvensional. Sebanyak 44.44% responden mengatakan bahawa proses itu mengambil masa yang singkat dan sebanyak 55.56% daripada responden bersetuju ianya mengambil masa yang lama. Sebaliknya, sebanyak 100% responden bersetuju dan berpuas hati bahawa proses menetapkan kestabilan kerangka pintu menggunakan MFA yang dilengkapi ESL lebih cepat dan mudah.

Jadual 4: Perbandingan Purata Masa Pemasangan Kerangka Pintu antara Kaedah Konvensional dan MFA

OUTCOME	ANALISA	CATATAN
Penjimatan Masa Kerja	Kaedah Konvensional: 22 minit x 1 kerangka pintu = 22 minit MFA: 9 minit x 1 kerangka pintu = 9 minit Penjimatan (minit): 22 minit – 9 minit = 13 minit Penjimatan (%): (13minit/22minit) x 100% = 59%	Kaedah Konvensional: Masa pemasangan 1 set tupang kayu pada kerangka pintu bersaiz 900x2100 mm = 22 minit MFA: Masa pemasangan 1 set MFA pada kerangka pintu bersaiz 900x2100 mm = 9 minit

Jadual 4 di atas menunjukkan perbandingan purata masa pemasangan kerangka pintu bagi kaedah konvensional dan MFA. Penggunaan kaedah konvensional secara puratanya mengambil masa 22 minit bagi pemasangan sebuah kerangka pintu berbanding dengan hanya 9 minit sahaja yang diperlukan bagi penggunaan MFA. Daripada analisa ini juga, dapat dilihat bahawa penjimatan masa yang ketara iaitu sebanyak 59% diperolehi dengan penggunaan MFA yang ringkas dan mudah berbanding dengan kaedah konvensional.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan perbincangan, menunjukkan bahawa hampir 78% responden bersetuju bahawa kerja - kerja pemasangan kerangka pintu atau tingkap dapat dilakukan dengan cepat dengan penggunaan MFA. Ini adalah kerana MFA direkabentuk dengan ciri yang mudah dikendalikan oleh pengguna. Pekerja separa mahir dapat mengendalikannya dengan baik walaupun pertama kali menggunakannya.

Dengan penggunaan MFA ini juga, proses penstabilan kerangka pintu atau tingkap dapat dilakukan dengan mudah dan pantas. Alat ESL yang dilengkapi pada MFA dapat membantu pekerja menstabilkan kedudukan kerangka pintu dengan lebih mudah dan menjadikannya lebih efisien. Ini dapat dibuktikan apabila 100% responden bersetuju bahawa penggunaan MFA yang dilengkapi ESL ini dapat mempercepatkan proses penstabilan kerangka pintu atau tingkap.

Kajian ini juga telah dapat membuktikan bahawa masa pemasangan kerangka pintu dan tingkap dapat dijimatkan lebih daripada 50% daripada penggunaan kaedah konvensional. Berdasarkan Rajah 4, dapat dilihat masa purata yang diambil bagi pemasangan kerangka pintu dengan penggunaan MFA hanyalah 9 minit sahaja berbanding dengan 22 minit bagi kaedah konvensional.

Secara kesimpulannya, objektif yang telah ditetapkan dalam kajian ini adalah tercapai. Kajian ini menunjukkan bahawa penggantian tupang kayu kepada Multiple Framing Adjuster (MFA) adalah relevan dan sangat baik dalam mengurangkan dan menjimatkan masa pemasangan kerangka pintu atau tingkap. Penggunaan MFA yang dilengkapi ESL ini adalah lebih efisien dan berdaya saing dipasaran berbanding kaedah konvensional.

6. Rujukan

- Arbaz, K., Fauwaz, P. (2015) "Comparative Study And Decision Making For A Formwork Technique To Be Adopted On A Construction Site In Mumbai", the International Journal of Research in Engineering and Technology Volume:04 Issue:12
- Luczak, S. (2013) "Accuracy Issues In Experimental Studies of Tilt Sensors", the Journal of Engineering MECHANICS, Vol.20, No.1, p.43-58
- Mata, R., Pitroda, J. and M.Vyas, P. (2015) "A Critical Literature Review On Integrated Framework For Source Identification And Minimization Of Waste In Building Construction" the Journal of International Academic Research for Multidisciplinary, Volume 2 (Issue 12), pp.163-175.
- Michael, R.Puccio (2013) "Electrolytic Tilt Sensors and Inclinometers – A Primer" | Studylib [online] Available at: <https://studylib.net/doc/7601723/electrolytic-tilt-sensors> [Accessed 26 Jun. 2019].

* Fara Haszillah Hasim. Tel.: +0137192912; Fax: 063376007
E-mail address: haszillah@polimelaka.edu.my

- Nagapan, S., Abdul Rahman, I. and Asmi, A. (2011) “A Review of Construction Waste Cause Factors” the Journal in Asian Conference of Real Estate Sustainable Growth Managing Challenges (ACRE), Vol.1, No.1, March 2012, pp. 1-10
- Napier, T. (2012). Construction Waste Management | Whole Building Design Guide. [online] Wbdg.org. Available at: <https://www.wbdg.org/resources/cwmgmt.php> [Accessed 18 Jun. 2019].
- Shareh Musa, S., Shafii, H. and Syed Muhammad Zubir, S. (2009) “Potensi Kitar Semula Dalam Industri Pembinaan: Kajian Kes Daerah Batu Pahat, Johor” the journal in 3rd Annual Malaysian Technical Universities Conference on Engineering and Technology MUCEET, pp.553-559.
- Wardenier, J., Packer, J.A., Zhao, X.-L, Van De Vegte, G.J (2010), “Hollow Sections In Structural Applications”, CIDECT, Geneva, Switzerland.