

Menjana Penggunaan ICT ke arah Peningkatan Kualiti Kehidupan Masyarakat

Pg Dr Mohamad Iskandar Pg Hj Petra
Pengaruh Inovasi, Pengarah Pusat UBD|IBM
Universiti Brunei Darussalam



ABSTRAK

Kertas kerja yang dibentangkan akan membincangkan apakah peranan penting ICT secara langsung dan tidak langsung ke arah meningkatkan kualiti hidup masyarakat global secara am dan masyarakat Brunei khususnya. Beberapa buah projek yang substantif dan penyelidikan yang berimpak tinggi telah dilaksanakan dengan jayanya di Universiti Brunei Darussalam melalui kerjasama dengan institusi-institusi antarabangsa dan agensi-agensi yang diiktiraf seperti University of Tokyo Jepun dan IBM International ke arah pencapaian peningkatan kualiti hidup tersebut.

Contoh kerja projek yang akan dibincangkan di sini ialah Rumah Pintar atau lebih dikenali dengan nama "Smart Home" yang merupakan salah satu perbualan hangat dan yang menjadi "Buzz Word" pada masa kini. Secara langsung hasil projek ini akan memberikan sumbangan yang besar ke arah kualiti kehidupan kita semua. Kertas kerja ini juga akan memperlihatkan bagaimana ICT dapat membantu di dalam pengemaskinian kerja-kerja penyelidikan yang berkaitan dengan Rumah Pintar. Cadangan pengaplikasian dari pelbagai cara dan teknik akan dikongsikan bersama. Yang pertama ialah Rumah Pintar yang menggunakan teknologi sistem visi sebagai elemen informasi penghubung. Yang kedua Rumah Pintar yang menggunakan teknologi visual sistem atau pendengaran dan yang ketiga, Rumah Pintar yang menggunakan teknologi pelbagai mod seperti sensor dari lantai dan sebagainya. Kemudian kita akan memperlihatkan aplikasi rumah pintar dari sudut fungsi yang tertentu seperti penjagaan warga emas dan kanak-kanak. Selanjutnya kertas kerja ini juga akan mengongsikan bagaimana Rumah Pintar akan menyokong di dalam pencapaian kecekapan tenaga seperti penjimatan penggunaan tenaga.

Pusat UBD/IBM, iaitu merupakan salah satu pusat penyelidikan di Universiti Brunei Darussalam telah berjaya melaksanakan satu projek yang dinamakan Pengguna Grid Rumah Mesra "Consumer Grid Friendly Home", CGFH. Kerja-kerja ini telah dijalankan dengan sokongan Jabatan industri dan Tenaga, Jabatan Perdana Menteri. Projek ini telah mengkaji dari sudut pelbagai cara bagaimana untuk melaksanakan penggunaan tenaga supaya lebih cekap, terutamanya dari sudut penglibatan pengguna.

Salah satu dari elemen utama kepada kejayaan kerja-kerja projek yang akan di bincangkan disini adalah berasaskan komputer dan infrastruktur ICT yang kukuh.

ISI KANDUNGAN

Di dalam mengharungi kehidupan pada abad ke-21 ini terdapat banyak keperluan-keperluan yang mesti dipenuhi yang bukan hanya berbentuk konvensional. Khususnya seperti keperluan pendidikan, pengangkutan, perubatan dan berbagai-bagai lagi. Lalu terdapat banyak persoalan bagaimanakah teknologi seperti ICT dan yang berkaitan dengannya boleh memberi sumbangan kepada keperluan-keperluan tersebut. Dari aspek perlindungan seperti rumah kediaman misalnya, adakah terlintas difikiran kita bagaimanakah teknologi boleh memberi manfaat, sebagai penyumbang memenuhi keperluan melalui teknik yang konvensional mahu pun yang inovatif. Terdapat banyak berita-berita yang dipaparkan berkaitan dengan integriti sesebuah keluarga betapa sepatutnya kita memberikan lebih perhatian terhadap individu-individu yang semestinya berhak untuk menerimanya. Misalnya beberapa berita yang dipaparkan dari negara jiran mengenai dengan penjagaan warga emas yang berkesudahan dengan berita yang sangat mendukacitakan. Contoh tajuk berita seperti “Warga Emas Tinggal Sendirian ditemui Mati”, “Mayat Reput Ditemui Mati” dan sebagainya. Apakah tindakan yang selanjutnya boleh kita buat? Sebagai masyarakat yang intelek dan bersifat bertanggungjawab, bersediakah kita untuk menanangi permasalahan tersebut melalui apa pun cara termasuk kaedah inovatif dengan ICT?

Dari segi keselamatan keluarga dan harta benda, bagaimanakah kita memastikan tahap keselamatan keluarga dan harta benda ditahap yang terbaik?

Adakah memadai dengan cara konvensional seperti meningkatkan keselamatan dengan cara meninggikan lagi pagar rumah atau memasang gril-gril besi pada semua tingkap rumah yang mana kadang-kadang boleh membawa kebimbangan kepada keselamatan semasa pemindahan cemas seperti kebakaran misalnya, yang boleh membawa kepada perkara yang tidak diingini seperti kematian akibat terperangkap. Bagaimana pula jika ada sistem keselamatan yang boleh dipercayai yang mempunyai sistem penggera tempatan dan jarak jauh, seperti sistem yang mengabungkan sistem penggera dengan panggilan automatik kepada polis atau bomba atau penghuni rumah itu sendiri.

Bagaimanakah pula kita memastikan keselesaan dan kesejahteraan ketika berada di rumah ditahap yang terbaik? Apakah kita bersedia memberikan pertimbangan untuk memiliki rumah yang berintelegensi untuk memantau dan mengawal pelbagai-pelbagai perkara seperti suhu dingin bagi memastikan keselesaan rumah? Rumah yang dapat mengawal kelembapan serta mengawal kipas sedut di tandas bagi memastikan tandas sentiasa kering dengan udara yang menyenangkan. Juga rumah yang mengawal lampu-lampu bagi memastikan kita tidak bersusah payah lagi untuk mencari suis lampu di waktu malam dan tidak tercari-cari suis di dalam kegelapan bila lampu hendak dibuka. Rumah yang memantau kualiti udara bagi memastikan kita tidak menjadi korban pencemaran udara “*air-borne*” dan ketidak selesaan.

Dari segi penggunaan tenaga, bagaimanakah kita memastikan pemakaiannya di tempat kediaman kita sentiasa di tahap yang optimum, efisien dan berhemah? Rumah yang membolehkan pengawalan penggunaan tenaga secara berterusan dan mempunyai sistem intelegensi bagi mengawal suhu dingin, lampu-lampu dan perkakas-perkakas di sekeliling kita dan keluarga yang

akhirnya akan menghasilkan perbaikan yang besar dalam efisiensi dan mudah “*convenience*”, yang menghasilkan kos penyimpanan yang besar.

Bagaimanakah kita menjadikan penginapan kita supaya mempunyai tahap kemudahan yang tinggi dan cekap? Rumah yang boleh memaklumkan kita jika ada penghantaran kotak-kotak kiriman “*parcels*”, surat-surat atau pun kotak surat yang sudah penuh. Rumah yang memberi kemudahan seperti memaklumkan kita amaran kemungkinan kedatangan cuaca yang buruk sebelum meninggalkan rumah.

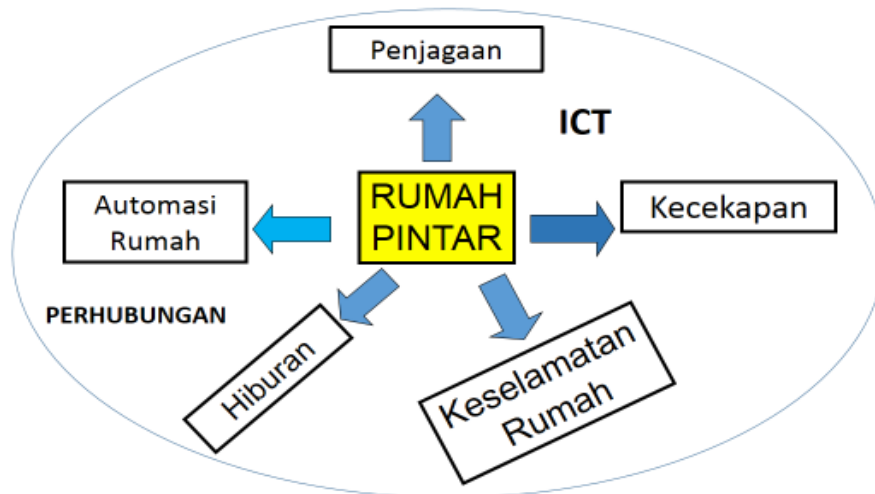
Bagaimanakah menjadikan kediaman supaya lebih bijak dan proaktif? Rumah bukan saja sekadar mempunyai koleksi perkakasan dan “*app*” yang berasingan. Ianya juga bukan sekadar kawalan jauh prasarana-prasarana dan peralatan-peralatan bagi pengguna. Rumah yang berperanan lebih tinggi daripada interaksi pengguna yang normal melalui pengalaman-pengalaman seharian. Rumah yang mempunyai intelegensi bersifat proaktif, mengambil tindakan sebelum kita sendiri sedar ianya telah berlaku atau pun ketika diperlukan. Ianya boleh memerlukan sumber data luaran (seperti lokasi, “*online*” kalender, ramalan kaji cuaca, dll.) untuk meramal keperluan-keperluan masa hadapan dan untuk penyediaan awal keperluan-keperluan pemilik rumah.

Semua persoalan-persoalan ini akan terjawab dengan adanya Rumah Pintar atau “*Smart Home*”.

Definisi Rumah Pintar

Manusia berinteraksi dengan alam sekitar mereka dengan pelbagai cara. Mereka menerima keadaan dan tingkah laku alam sekitar lalu bertindakbalas dan membuat penyesuaian yang berpatutan. Jika alam sekitar dijadikan sebagai tindakbalas “*reciprocate*” kepada tingkah laku ini dan merespon kepada perbuatan manusia, ini akan membawa kepada beberapa peluang yang baik. Tingkah laku tersebut secara automatik akan melaksanakan pelbagai tugas-tugas yang dilaksanakan oleh manusia secara manual dan juga dapat menyediakan servis dan fasiliti yang novel. Rumah Pintar adalah bagaikan rumah alam sekitar yang memiliki intelegensi yang ambien dan pengawalan yang automatik, yang membolehkannya untuk memberikan respon kepada tingkah laku penghuni rumah dan menyediakan untuk mereka dengan pelbagai kemudahan.

Ciri-ciri utama untuk membina rumah pintar adalah dengan cara mengkomputerkan dan merangkaikan mereka kepada jaringan ICT. Sensor memainkan peranan penting untuk mengumpul pelbagai jenis data, data mengenai penghuni dan utiliti penggunaan di rumah tersebut. Komputer atau peranti dengan kuasa pengkomputeran seperti mikro-pengawal “*micro-controller*” akan dipergunakan untuk menganalisis data tersebut untuk mengenal pasti tindakan penghuni atau senerio peristiwa. Sistem tersebut kemudiannya akan bertindak balas dengan membuat tindakan-tindakan yang tertentu dengan cara mengawal mekanisme yang telah dibina di rumah tersebut. Salah satu contoh seperti lampu menyala secara automatik apabila seseorang memasuki sebuah bilik dan padam bila dia keluar. Walau bagaimanapun, tugas yang lebih rumit adalah seperti mengesan jika seorang penghuni warga emas kurang sihat dan mengkehendaki pertolongan.



Rajah 1. Rumah Pintar dan fungsi-fungsinya

Rumah Pintar telah dikaji selama hampir beberapa dekad. Perintis dalam bidang ini memulakan kerja ilmiah dengan mengkaji Bilik Pintar. Kerja-kerja ini dilaksanakan oleh Media Lab MIT (Pentland 1996). Selepas itu, beberapa kajian telah dilanjutkan di dalam perkara ini dengan pelbagai aplikasi yang berpotensi. Pada masa ini, terdapat banyak jenis Rumah Pintar. Difahamkan ada tiga kategori aplikasi utama.

Kategori pertama, bertujuan untuk memberi perkhidmatan kepada penghuni rumah dengan mengesan dan mengiktiraf tindakan mereka atau dengan mengesan keadaan kesihatan mereka. Rumah pintar akan bertindak sebagai katil ujian, yang mana ianya akan mengumpul maklumat untuk menyokong kesejahteraan penghuni rumah tersebut. Rumah Pintar dalam karegori ini boleh dibahagikan kepada tiga jenis; Rumah Pintar yang menyediakan penjagaan warga emas, Rumah Pintar yang menyediakan penjagaan kesihatan dan Rumah Pintar yang menyokong penjagaan kanak-kanak.

Kategori kedua, Rumah Pintar bertujuan untuk menyimpan dan mendapatkan semula multi-media yang dirakam di dalam Rumah Pintar, dalam tahap yang berbeza dari aspek rakaman gambar kepada senerio waktu. Di sini isu privasi mungkin dibangkitkan. Akan tetapi semuanya tertakluk pada penerimaan individu-individu tersebut.

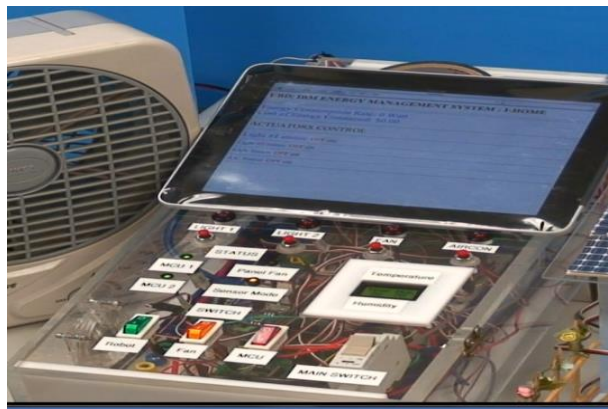
Kategori ketiga adalah pengawasan, di mana data yang dirakam dalam persekitaran akan diproses untuk mendapatkan maklumat yang boleh membantu untuk meningkatkan penggera, untuk melindungi rumah dan penghuni dari kecurian, pecah rumah dan bencana alam seperti banjir dan lain-lain. Beberapa kajian telah dibuat untuk mencuba untuk menggabungkan fungsi-fungsi ini ke dalam satu Rumah Pintar.

Selain daripada tiga jenis Rumah Pintar yang telah dibincangkan, terdapat trend baru muncul iaitu sejenis rumah pintar yang khusus yang dapat membantu penghuni untuk mengurangkan penggunaan tenaga rumah dengan memantau dan mengawal peranti dan penjadualan semula masa operasi mereka mengikut permintaan tenaga dan bekalan.

Contoh-contoh kerja ilmiah yang sedang dan telah diungkayahkan di Universiti Brunei Darussalam

1. Peranti Pemantauan Tenaga dan Kawalan Menggunakan Telefon Pintar- i-Rumah

Teknologi perkakasan ini telah berjaya dipatenkan melalui pejabat Pendaftar Paten Negara Brunei Darussalam [1]. Peralatan ini adalah ciptaan yang dibuat oleh pelajar Universiti dengan bimbingan kakitangan penyelidik –penyelidik di UBD. Ciptaan ini adalah satu perkakasan yang “*stand alone*” yang boleh diprogramkan untuk memantau aktiviti penghuni yang berada didalam persekitaran rumah atau pejabat. Ianya juga boleh mengawal secara automatik, lampu dan peralatan lain seperti penghawa dingin, kipas, pemanas air dan lain-lain, mengikut kemahuan dan kehendak yang dimahui oleh penghuni itu sendiri. Peralatan ini juga membolehkan penghuni mengawal kediaman secara manual dengan menggunakan peralatan ICT jaringan seperti telefon bimbit, notepad, komputer dan sebagainya, yang mana boleh mengurangkan lagi pembaziran tenaga. Prototaip ini direka dan dilaksanakan, dan operasinya berjaya didemonstrasikan di makmal UBD. Salah satu kelebihan peranti ini ialah ianya memerlukan kos yang rendah, dibina menggunakan perkakasan sumber terbuka dan metod perisian yang konvensional.



Rajah 2 Sistem Pengawal yang direka khas di UBD

2. Dispenser Ubat Automatik yang Mudah Alih

Teknologi perkakasan ini telah berjaya dipatenkan melalui pejabat Pendaftar Paten Negara Brunei Darussalam [2]. Idea utama dari sistem ini adalah untuk mengeluarkan secara automatik butiran tablet ubat dengan kuantiti yang dikehendaki dengan tepat. Penggunaan sistem ini sangat berpotensi untuk penjagaan warga emas. Perkakasan ini akan mendispens ubat yang berkenaan, mengikut masa yang ditetapkan oleh doktor, serta memberi peringatan melalui pengera kepada warga emas atau penjaga-penjaga mereka supaya ubat ubatan itu mesti dimakan.

Sistem ini juga boleh dilanjutkan untuk aplikasi di bahagian farmasi. Ianya boleh meningkatkan lagi kecekapan perkiraan ubat-ubatan yang ditetapkan oleh doktor sebelum diberi kepada pesakit.

Permasalahan dari kesilapan semasa pendispensan akan dapat dikurangkan. Salah satu cabaran serta kerja yang berterusan dibuat di UBD ialah untuk mereka lanjutkan sistem ini supaya membolehkannya dapat diintegrasikan dengan pengkalan data dan sistem Kecerdasan Buatan atau “*Artificial Intelligence*”.

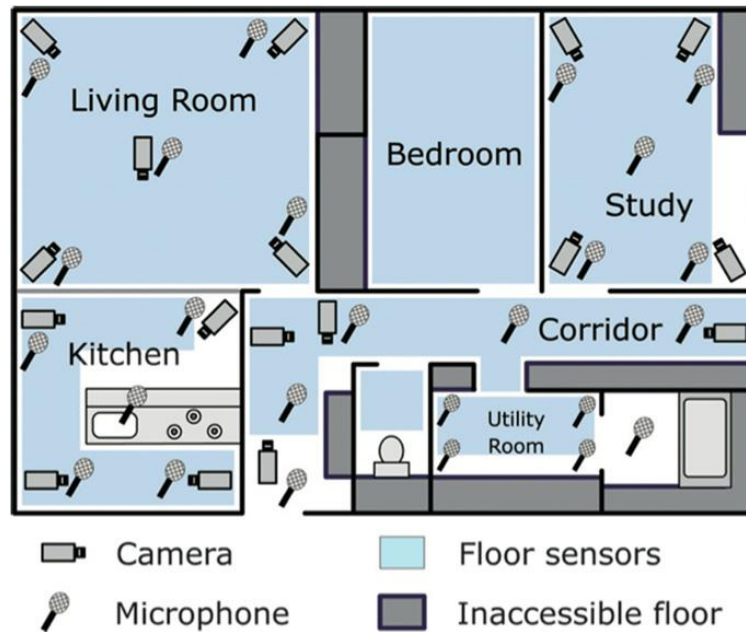
Teknologi perkakasan Dispenser Ubat Automatik yang Mudah Alih ini telah direka, dilaksanakan dan telah berjaya didemonstrasikan di makmal UBD. Projek ini telah diketuai oleh sekumpulan pelajar siswazah dengan bimbingan staf akademik.



Rajah 3. Prototaip Dispenser Ubat Automatik

3. Penjagaan Warga Emas

Model Rumah Pintar untuk warga emas ini dibina oleh sekumpulan penyelidik di Universiti Brunei Darussalam. Penubuhan sistem ini memberi tumpuan pengkajian berterusan kepada kesesuaian mekanisme seperti sensor audio, sensor visual dan sensor kuasa yang boleh dipakai. Sensor-sensor ini diharap boleh memberi isyarat yang reliabel yang mana kemudiannya isyarat-isyarat ini akan dipakai untuk ditafsir supaya menjadi maklumat yang lebih relevan. Banyak maklumat seperti isyarat berjalan, bercakap, bersorak, batuk, membuka pintu dan jatuh di lantai boleh saja dipergunakan dalam sistem pintar untuk ditafsir bagi mengetahui keadaan para warga emas, dan mencadangkan campur tangan penjaga atau kaum keluarga jika perlu. Sebagai contoh, jika terdapat bacaan yang luar biasa seperti impak yang kuat, yang dikesan oleh sensor lantai, data dari sensor-sensor lain akan diambil lalu diguna pakai untuk mengesahkan sama ada peristiwa yang tidak diinginkan seperti warga emas terjatuh telah berlaku. Penggera akan dihantar terus kepada penjaga dan kaum keluarga melalui mesej telefon mereka.



Rajah 4. Rekabentuk rumah penjagaan warga emas

4. Projek Pemantauan Anak Damit

Projek ini adalah sebahagian daripada program enPIT (Rangkaian Pendidikan untuk Maklumat Praktis Teknologi) antara UBD, Brunei dan Advanced Institute of Industry and Technology, AIIT Jepun. Sistem ini membantu komunikasi diantara ibu bapa dan anak kecil mereka. Tujuan utama projek ini adalah untuk memberi perlindungan keselamatan ke atas anak kecil mereka. Fungsi perlaksanaanya adalah dengan menggunakan sistem Android dan robot Roomba. Ada beberapa kelebihan yang boleh dicapai dari projek ini terutama untuk memberi kemudahan kepada ibu atau pembantu rumah yang bekerja bersendirian di rumah. Pertama, untuk dapat membantu menjaga anak damit bila ibu atau pembantu rumah sedang sibuk melakukan kerja-kerja rumah di bahagian rumah yang berbeza dari tempat anak damit tersebut. Kedua, untuk membolehkan pemantauan anak damit dari jarak jauh oleh robot Roomba yang ditugaskan. Ketiga, membolehkan robot kawalan ditugaskan untuk mengesan kemalangan jika ada dengan pengiktirafan ekspresi muka anak damit dan pengesanan mencurigakan dari bunyi. Jika terjadinya sesuatu robot Roomba ini akan menghantar penggera kepada penjaga anak damit. Keempat, mampu untuk menyediakan hiburan untuk anak damit seperti lagu untuk mendodoikan anak damit itu.

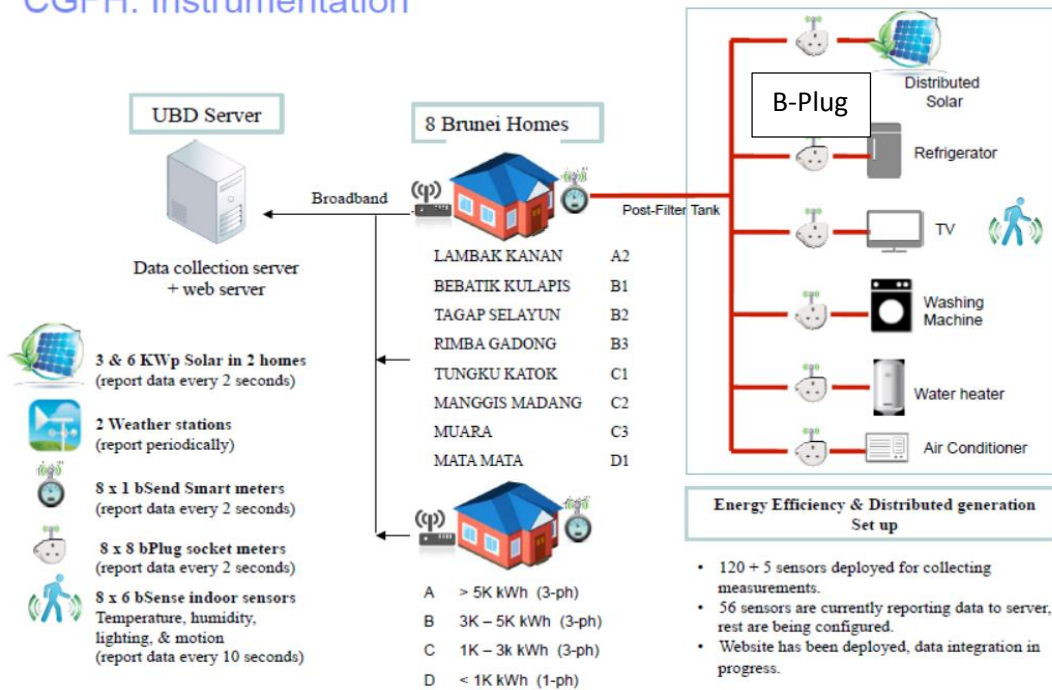


Rajah 5. Projek Pemantauan Anak damit.

5. Pengguna Grid Rumah Mesra

Satu projek yang dinamakan Pengguna Grid Rumah Mesra atau “*Consumer Grid Friendly Homes*”, *CGFH*, yang dikelolakan oleh pusat penyelidikan UBDIBM Universiti Brunei Darussalam telah sempurna dilaksanakan. Projek ini memberi tumpuan terutamanya kepada kecekapan tenaga dirumah-rumah kediaman. Peranti yang khusus yang dikenali sebagai B-Plug menjadi teras peranti, dan diguna pakai secara intensif didalam projek ini. Ianya dipasang diantara soket elektrik di dinding dan palam kuasa perkakas. Bila perkakas yang berkenaan dipasang, B-Plug ini akan serta-merta mengukur semua detail seperti penggunaan kuasa, voltan, arus, kekerapan, dan suhu bilik. B-Plug ini juga mempunyai ciri-ciri yang mengenal pasti sama ada terdapat penghuni di dalam sesebuah bilik. Ianya menggunakan sensor RFID. Data-data ini akan dihantar dan diterima oleh B-Sense, alat khusus yang mengumpul semua data-data dari semua B-Plug yang ada didalam sesebuah rumah. B-Sense akan menghantar data-data ini melalui Wi-Fi internet rumah kepada sistem pelayan (Server) di UBD untuk dianalisa. Penyelidik-penyelidik dari UBDIBM telah mewujudkan platform interface yang menterjemahkan semua isyarat menjadi maklumat yang relevan. Platform ini akan mempamirkan secara berterusan tenaga yang digunakan oleh pengguna rumah. Dengan menggunakan sistem kecerdasan buatan “*artificial intelligence*”, maklumat itu boleh saja digunakan untuk tafsiran dan ramalan pemakaian tenaga. Sistem Kecerdasan buatan ini juga mampu untuk menafsir lain-lain ramalan seperti memberi saranan supaya menggantikan sesebuah peti sejuk lama yang sudah tidak cekap tenaga disebabkan kompresornya yang bermasalah. Infomasi-infomasi ini boleh digunakan untuk pengguna bagi membuat tindakan yang sewajarnya untuk dibuat keatas kediamannya. B-Plug dan B-Sense telah direka khas oleh pasukan UBD/IBM.

CGFH: Instrumentation



Rajah 6. Skema penggunaan B-Plug dan B-Sense

KESIMPULAN

Teknologi ICT, pengkomputeran dan elektronik, kuasa pengkomputeran dan teknologi sensor, semua menjadi tonggak utama yang diperlukan untuk melaksanakan Rumah Pintar. Dengan kelajuan internet yang semakin meningkat dari masa kesemasa, komponen elektronik yang sudah lebih mudah didapati dalam saiz yang lebih kecil dan harga yang lebih rendah serta mempunyai kecekapan tenaga, yang memperbolehkan penyelidikan menjadi lebih lancar dan inovatif. Contohnya di Universiti Brunei Darussalam saja banyak prototaip-prototaip yang telah dibuat dan teknologi-teknologi dipatenkan. Semua prototaip dan teknologi ini sangat berpotensi memberi kemudahan dan idea didalam pelaksanaan Rumah Pintar. Walau bagaimanapun, cabaran yang terbesar kepada penyelidik-penyelidik secara amnya adalah dari segi bagaimana untuk memastikan dan mengekalkan privasi rumah di tahap yang maksima kepada penghuni. Menjadikan rumah kita berfungsi sebagai Rumah Pintar yang komprehensif bermakna akan berharapan teknologi ICT sebagai tonggak utama pengimplemantasian. Ini bermakna secara tidak langsung semuanya akan terdedah kepada web sedunia. Privasi akan menjadi satu isu permasalahan apabila sistem menyimpan data boleh menjadi sasaran pengodam. Di manakah privasi kita jika sekiranya pengodaman berlaku? Apakah impak Rumah Pintar terhadap kerapatan hubungan keluarga, kos perbelanjaan dan penyelenggaraan. Disebabkan cabaran-cabaran seperti ini, teknologi rumah pintar di masa ini sentiasa menerima sambutan hangat untuk diselidiki. Penyelidik-penyelidik dan pihak industri terus berkerja keras untuk pengemaskinian permasalahan tersebut. Peranan kita sebagai pengguna adalah untuk memberi keyakinan dengan apa pun cara

kepada teknologi Rumah Pintar tersebut. Namun, yang terpenting di sini adalah bagaimana pengimplementasian Rumah Pintar ini akan meningkatkan kualiti kehidupan masyarakat dari aspek keselamatan, penjagaan, hubungan, kecekapan, kesihatan dan hiburan. Usaha ke arah peningkatan kualiti kehidupan masyarakat yang dikongsikan di sini adalah setentunya bertepatan dengan Firman Allah dalam Surah Al-Baqarah, Ayat 148;

“Dan bagi tiap-tiap umat ada qiblatnya (sendiri) yang ia menghadap kepadanya. Maka berlomba-lomba lah (dalam membuat) kebaikan. Di mana saja kamu berada pasti Allah akan mengumpulkan kamu sekalian (pada Hari Qiamat). Sesungguhnya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu”.

Wassalam.

RUJUKAN

[1] Patent GRANTED in Brunei on 09th April 2012: Liyanage C De Silva, Iskandar Petra, Auzi Ahadani, Wong Teck Sion, An Energy Usage Control System - i Home (intelligent Home), (Science and Tecchnology grant). Application No: BN2012/0003, Reference No: PRO/FD/0003/2012.

[2] Patent GRANTED in Brunei on 03rd September 2012: Auzi Ahadani, Liyanage C De Silva, Iskandar Petra, and Wong Teck Sion, Self-Configurable Medicine Dispenser, Application No: BN2012/0026.

“State of the art of smart homes”

LC De Silva, C Morikawa, MI Petra

Engineering Applications of Artificial Intelligence 25 (7), 1313-1321

“Implementation of folding architecture neural networks into an FPGA for an optimized inverse kinematics solution of a six-legged robot”

MI Petra, LC DeSilva

International Journal of Artificial Intelligence™ 10 (A13), 123-138

“Ambient intelligence in a smart home for energy efficiency and eldercare”

LC De Silva, MI Petra, GA Punchihewa

FIRA RoboWorld Congress, 187-194

“Low Cost Robotic Medicine Dispenser”

MA Ahadani, LC De Silva, MI Petra, MFA Hameed, TS Wong

Procedia Engineering 41, 202-209

“Multiple sensor based autonomous monitoring and control for energy efficiency”

LC De Silva, T Dewana, MI Petra, GA Punchihewa

FIRA RoboWorld Congress, 361-368

“Prescheduled Controller for Split Unit Air Conditioner Reduce Energy Consumption”

SA Salauddin, LC De Silva, MI Petra

Applied Mechanics and Materials 789, 1034-1038