

RENCANA PENINGKATAN KEMAMPUAN OPERASI FASILITAS HOTCELL IRM DENGAN MELAKUKAN PERBAIKAN DAN PENGELOLAAN LIMBAH

Antonio Gogo

Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir – BATAN

ABSTRAK

RENCANA PENINGKATAN KEMAMPUAN OPERASIONAL FASILITAS HOTCELL IRM DENGAN MELAKUKAN PERBAIKAN DAN PENGELOLAAN LIMBAH. Rencana tindakan yang terstruktur terkait peningkatan kemampuan operasi fasilitas *hotcell* Instalasi Radiometalurgi (IRM) dengan cara perbaikan dan pengelolaan limbah, diperlukan dalam mengelola IRM. Rencana tindakan terstruktur ini diharapkan menjadi jawaban dari hasil inspeksi keselamatan nuklir BAPETEN tahun 2010, serta dapat juga berguna untuk perencanaan anggaran dan lainnya. Tulisan ini dibuat berdasarkan pengalaman praktis penulis studi dokumen yang terkait dan komunikasi dengan pihak pembuat manipulator. Rencana tindakan terstruktur tersebut diawali dengan perbaikan manipulator (*hotcell* 102 dan 103) dan dilanjutkan dengan pemindahan limbah nuklir ke KH-IPSB3. Selanjutnya dilakukan perbaikan *barrel lifting device* di *hotcell* uji 02. Setelah *barrel lifting device* diperbaiki, dilanjutkan dengan penanganan limbah non nuklir dari beberapa *hotcell* uji (102, 103, 104, 105 dan 109) yang dipindahkan ke ruang 001 dari *hotcell* uji 02, dan selanjutnya ke ruang 013 sebagai ruang penyimpanan limbah padat sementara, sebelum dipindahkan ke instalasi pengelolaan limbah radioaktif. Tahun 2013 dan 2014 merupakan tahun penentuan dalam peningkatan kemampuan operasi IRM, terutama di fasilitas *hotcell*. Dengan rencana tindakan yang terstruktur, maka keperluan peralatan serta anggaran dapat direncanakan. Setelah perbaikan manipulator di *hotcell* uji 02 dan 03 serta penanganan limbah di dalam *hotcell*, maka kemampuan operasi fasilitas *hotcell* IRM dapat meningkat.

Kata kunci: perencanaan, tindakan terstruktur, kemampuan operasi, *hotcell*, limbah

PENDAHULUAN

IRM didesain terutama untuk melaksanakan uji pasca iradiasi bahan bakar reaktor riset dan daya beserta komponen pendukungnya dan pengembangan metode uji pasca iradiasi (*Post Irradiation Examination, PIE*). Fasilitas utama untuk proses uji pasca iradiasi adalah *hotcell*, berupa suatu ruangan yang terkungkung, berperisai radiasi. *Hotcell* didesain untuk penanganan bahan radioaktif aktivitas tinggi dengan sistem jarak jauh (*remote*) sehingga tidak ada kontak langsung antara personel dengan bahan uji. Oleh karena itu setiap *hotcell* dilengkapi dengan jendela kaca timbal (*lead glass window*) untuk melihat ke bagian dalam *hotcell*. Pengelolaan *hotcell* termasuk penanganan limbahnya, perbaikan serta penanganan proses pengujian di *hotcell* menggunakan alat utama, yaitu manipulator. Perangkat ini menggantikan fungsi tangan operator di *area* yang tidak terjangkau. *Master-slave* manipulator mekanis (*ms-manipulator*) adalah manipulator yang menirukan gerak tangan dan lengan operator

melalui komponen transmisi mekanis, yang dipasang pada perisai radiasi (dinding *hotcell*). Ms-manipulator yang terpasang di IRM sebanyak 34 unit.

Saat ini manipulator yang terdapat pada *hotcell* 102 dan 103 mengalami kerusakan, yaitu; 3 unit di *hotcell* 102 dan 2 unit di *hotcell* 03. Kerusakan pada manipulator tersebut sama, yaitu terputusnya mekanisme gerak sumbu Z (naik-turun) pada *slave arm unit*. Akibat dari kerusakan ini adalah:

- Proses uji pasca iradiasi termasuk penerimaan material dan gamma spektrometri, tidak dapat dilakukan.
- Pengelolaan *hotcell* 102 dan 103 tidak dapat dilakukan, termasuk pelaksanaan penanganan limbah.

Penanganan kerusakan manipulator tidak dapat dilakukan *remotely* atau dengan intervensi personel ke dalam *hotcell*. Perbaikan kerusakan tersebut hanya dapat ditangani diluar *hotcell*, dengan menarik *slave arm* yang rusak ke *operating area*. Penanganan kerusakan ini termasuk proses penggantian *booting* (selubung sebagai proteksi kontaminasi pada *slave arm*) dan penarikan *slave arm* ke *operating area* belum pernah dilakukan oleh personel IRM. Pada kegiatan penarikan dan perbaikan *slave arm unit* ke *operating area* berpotensi terjadinya paparan radiasi dan kontaminasi. Pengelolaan fasilitas seperti IRM memerlukan pendanaan yang cukup besar dan personel dengan keterampilan dan keahlian khusus, terutama dalam menangani fasilitas *hotcell*. Ms-manipulator di IRM sejenis tetapi dengan dua ukuran. *Concrete cell* dengan 12 unit manipulator dengan ukuran E=1370 mm dan 22 unit lainnya dengan ukuran E=980 mm. E adalah panjang *slave arm unit* pada posisi paling pendek, yang sama dengan panjang paling pendek dari *master arm unit* (D). Untuk menangani kerusakan tersebut paling tidak membutuhkan dua unit *slave arm*. Dengan demikian paling tidak masing-masing ukuran ms-manipulator tersebut mempunyai satu unit *slave arm* sebagai suku cadang. Salah satu kunci keberhasilan pengelolaan fasilitas *hotcell* adalah kemampuan dalam menangani kerusakan manipulator. Dengan demikian kemampuan atau keterampilan personel untuk menangani perbaikan berbagai kerusakan manipulator sangat perlu dipersiapkan. Sehubungan dengan hal tersebut di atas, maka manajemen IRM perlu untuk menyusun rencana tindakan yang terstruktur yang terkait perbaikan manipulator tersebut dan penanganan limbah material sisa uji pasca iradiasi ^[1]. Penanganan limbah tersebut termasuk pemindahan potongan *Mo-target* dan pelat bahan bakar bekas di dalam *hotcell* uji 02 dan 03, ke Instalasi Penyimpan Sementara Bahan Bakar Bekas (KH-IPSB3).

METODA

Rencana tindakan terstruktur yang dimaksud adalah suatu proses implementasi urutan langkah penyelesaian suatu masalah. Penyusunan rencana tindakan terstruktur ini dapat meningkatkan keselamatan operasi IRM. Rencana tindakan terstruktur ini diharapkan menjadi jawaban dari hasil inspeksi keselamatan nuklir BAPETEN tahun 2010 ^[1], serta bagi pihak manajemen IRM, terutama dalam perencanaan anggaran dan lainnya. Tulisan ini dibuat berdasarkan pengalaman praktis penulis, studi dokumen yang terkait dan komunikasi dengan pihak pembuat manipulator.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rencana tindakan terstruktur disajikan pada Tabel 1 pada Lampiran 2, yang mencakup langkah persiapan, termasuk perolehan informasi spesifikasi dan harga peralatan dan suku cadang untuk menyiapkan anggaran, pelatihan penanganan perbaikan manipulator dan perbaikannya serta penanganan limbah di dalam *hotcell*.

Identifikasi & penanganan kerusakan manipulator *hotcell* uji 02 dan 03: Sebanyak 12 unit MS-manipulator mengalami kerusakan dengan tingkat kerusakan yang berbeda, antara lain ^[5];

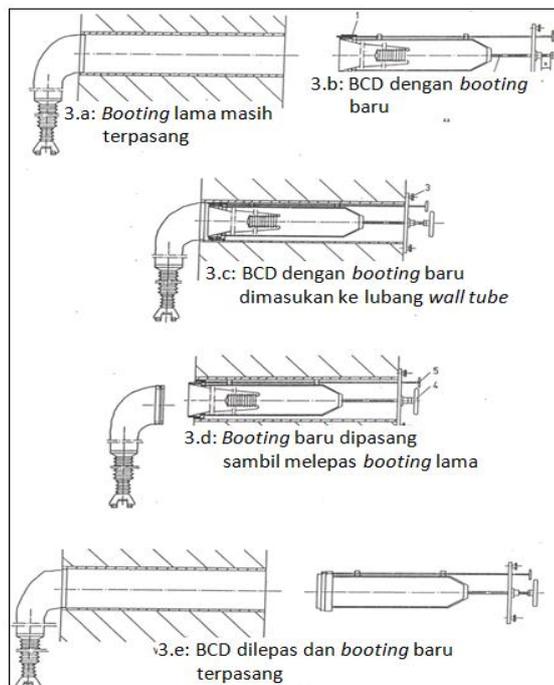
- a. Kerusakan pada *booting/ gaiter*, sebanyak 8 buah yaitu pada *hotcell* uji nomor 02 dan 03 (Gambar 1)
- b. Terputusnya mekanisme gerak naik-turun *slave arm* (Gambar 1) sebanyak 5 unit. 3 unit di *hotcell* uji 02 dan 2 unit di *hotcell* uji 03.



Gambar 1. Kondisi manipulator dengan kerusakan pada mekanisme gerakan naik-turun *slave arm* dan *booting*

Gambar 2. *Mounting device A100*^[3]

Dari hasil diskusi dengan pihak pembuat ms-manipulator A100, kerusakan manipulator tersebut (1.b) disebabkan oleh terputusnya "tape a" dan "tape b" pada *slave arm unit* ^[4]. *Tape "a"* dan "b" adalah bagian dari mekanisme gerak sumbu Z (naik/turun) dari *slave arm*. Perbaikan hanya dapat dilakukan di luar *hotcell* sehingga *slave arm unit* harus ditarik ke luar *hotcell*, yaitu ke *operating area*. Proses ini membutuhkan *mounting device A100* (Gambar 2) sebagai alat bantu utama. Sebelum penarikan, *booting/gaiter* lama yang masih terpasang harus dilepaskan dari tong terlebih dahulu (Gambar 3).

Gambar 3. Tahapan Penggantian *Booting* dengan *Booting Changing Device (BCD)* ^[2]

Pelatihan dan perbaikan manipulator, meliputi; pelepasan *booting* yang rusak (Gambar 3), penarikan *slave arm unit* ke *operating area* (Gambar 5, pada Lampiran 1), penggantian *slave arm*, pemasangan *booting* yang baru (Gambar 3) dan pemasangan unit manipulator ke *hotcell*, serta perbaikan unit *slave arm* yang rusak dan selanjutnya sebagai suku cadang. Hal ini akan dilakukan pada tahun 2013 oleh pihak pabrikan manipulator sekaligus sebagai instruktur pelatihan dan staf PTBN sebagai peserta. Ketersediaan peralatan dukung, suku cadang serta personel yang memadai, diharapkan dapat menyelesaikan persoalan yang sama dikemudian hari. Penambahan suku cadang masih diperlukan pada tahun-tahun berikutnya, seperti *booting* dan lainnya. Aspek keselamatan juga harus menjadi prioritas utama dalam melakukan kegiatan pelatihan dan perbaikan ini, mengingat masih terdapat material radioaktif di dalam *hotcell*.

Perbaikan manipulator pada *hotcell* 02 dan 03: langkah awal perbaikan manipulator *hotcell* uji 02 dan 03 dilakukan dengan melakukan komunikasi dengan pihak pembuat manipulator. Dari hasil komunikasi diketahui kelengkapan peralatan dan suku cadang yang diperlukan serta harganya. Dengan demikian kebutuhan anggaran yang memadai dapat disusun dan dijadwalkan sesuai ketersediaan anggaran setiap tahunnya (2010 s/d 2013). Penyiapan anggaran yang memadai melalui DIPA yang sudah dimulai dari tahun 2009 untuk tahun anggaran 2010. Penentuan suku cadang atau peralatan yang diadakan disesuaikan dengan ketersediaan anggaran dan prioritas berdasarkan pengalaman dan komunikasi dengan pihak pembuat manipulator. Beberapa suku cadang ataupun peralatan yang telah diadakan, sebagai berikut:

- Jari manipulator alu perbunan (50) dan baja nir karat (20);
- *Tongs head* (telapak) (1);
- Alat bantu pengganti telapak (1);
- Kopling (penyambung lengan dan telapak, dengan *booting* (4) dan tanpa *booting* (4);
- Tombol pada *hand grip* (20);
- *Relay* 24VDC (8);
- Papan sirkuit (3).
- *Tape* A; E 1370 (25), *tape* B; E 1370 (25) dan *pulley*, d 60 (13);
- Telapak (3);
- *Booting* E 1370 A100 (2).

- *Fume hood* untuk perbaikan peralatan *hotcell* termasuk *slave arm* (1);
- Suku cadang manipulator, kabel, *pulley* serta *tape* “a” dan “b” untuk E 1370 dan E 980.

Sedangkan suku cadang dan peralatan yang akan dibeli, adalah:

- 1 unit ms-manipulator E 1370;
- *Mounting device* ; A100 M-33, sebagai alat bantu utama untuk penarikan *slave arm unit* ke *operating area*;
- *Booting* (2);
- Pelat penopang roda gigi, *bracket* penopang kabel, alat khusus sebagai *set drawbar* dan alat khusus penyambung *nipple* sebagai peralatan untuk perbaikan *slave arm* (penggantian *tape* “a” dan “b”).
- Perbaikan yang sekaligus merupakan pelatihan, yang meliputi penggantian 4 (empat) unit *slave arm* dan *booting*-nya, 3 unit di *hotcell* 102 dan 1 (satu) unit di *hotcell* 103 dengan 4 unit *slave arm* baru; serta perbaikan 4 unit *slave arm* lama yang rusak.

Setelah manipulator di *hotcell* uji 02 dan 03 dapat digunakan, maka dapat dilanjutkan dengan pengelolaan *hotcell* berupa penanganan limbah nuklir berupa material sisa uji pasca iradiasi serta limbah non nuklir lainnya. Termasuk juga penanganan identifikasi (penggunaan cermin) dan perbaikan saluran udara tekan (pneumatis) dari sistem buka tutup drum limbah dari *barrel lifting device* di *hotcell* uji 02. Penanganan limbah bahan nuklir dilakukan dengan memasukkannya ke dalam konteiner limbah dan selanjutnya dipindahkan ke Instalasi Penyimpan Sementara Bahan Bakar Bekas (KH-IPSB3) melalui *hotcell* 01. Kegiatan ini perlu dikoordinasikan dengan pihak pengelola KH-IPSB3. Penanganan limbah lainnya dengan terlebih dahulu dipilah antara limbah terbakar dan tak terbakar. Limbah tersebut selanjutnya dimasukkan ke wadah berkapasitas sekitar 10 liter dan kemudian dimasukkan ke dalam drum limbah di *hotcell* uji 02. Dengan alat *barrel lifting device*, drum limbah tersebut dipindahkan dari *hotcell* uji 02 ke ruang 001 (dibawah *hotcell* uji 02) dan selanjutnya disimpan sementara di ruang limbah 013, sebelum dipindahkan ke instalasi pengelola limbah radioaktif.

Penanganan limbah material sisa uji pasca iradiasi: pembelian konteiner (*outer* dan *inner*) untuk pelat maupun Mo-target. Sebagian konteiner sudah ada (desain tahun 2006 dan pembelian tahun 2008 dan 2010), terdiri dari;

- Satu unit *inner* konteiner untuk sisa potongan pelat untuk menampung 17 potongan pelat yang agak besar dan sejumlah potongan kecil lainnya.
- Satu unit *inner* konteiner untuk sisa potongan Mo-target. Ada sekitar 27 potongan termasuk dengan *foil* uranium ataupun tidak sehingga minimal dibutuhkan dua unit, hanya untuk menampung sisa Mo-target tersebut.
- Tiga unit *outer* konteiner sebagai wadah *inner* konteiner



Gambar 4. *Outer* konteiner (a); *Inner* konteiner Mo-target (b); *Inner* konteiner pelat (c)

Apabila manipulator sudah dapat digunakan di *hotcell* 02 dan 03, maka sebagian limbah potongan-potongan pelat dan Mo-target sudah dapat dipindahkan ke KH-IPSB3. Jumlah konteiner yang tersedia masih belum memadai, terutama untuk mengantisipasi kegiatan pengembangan bahan bakar tipe pelat dengan tingkat muat Uranium tinggi ($> 2,96 \text{ g/cm}^3$) $\text{U}_3\text{Si}_2\text{-Al}$, U-6Zr/Al , dan U-7Mo/Al , serta bahan bakar nuklir berupa pin yang akan diuji di *Power Ramp Test Facility* RSG-GAS. Jumlah kebutuhan *inner* konteiner pelat maupun *Mo-target* diasumsikan masing-masing sepuluh unit. *Inner* konteiner yang digunakan untuk Mo-target dapat juga digunakan untuk sisa potongan pin serta komponen lainnya (padat) dengan tingkat kontaminasi tinggi dari dalam *hotcell*. Jumlah kebutuhan *inner* konteiner menjadi 20 unit dan kebutuhan *outer* konteiner 20 unit. Pengadaan kekurangan konteiner ini dapat dilakukan secara bertahap dalam tahun jamak, yang dapat dimulai dari tahun 2014. Koordinasi dengan pihak pengelola KH-IPSB3 perlu dilakukan terkait dengan bentuk *outer* konteiner, jumlahnya, rancang bangun rak-nya di kolam KH-IPSB3 dan cara penanganannya. *Handling tool* di KH-IPSB3 untuk *outer* konteiner sudah dibuat, baik untuk penanganan di bawah *hotcell* 01 maupun di kolam penyimpanannya.

Perbaikan *barrel lifting device* penanganan limbah padat lainnya: mekanisme penjepit drum serta mekanisme pembuka dan penutup drum dilakukan secara pneumatik. Selang-selang pneumatik dengan kedua ujungnya terhubung dengan konektor (*quick coupling*) dari mekanisme pembuka dan penutup drum tersebut, mengalami kerusakan. Persiapan perbaikan termasuk identifikasi dan pembelian selang udaranya, direncanakan pada tahun 2013 dan 2014. Identifikasi nomor konektor yang terhubung oleh masing-masing selang udara merupakan hal terpenting dari upaya perbaikan ini. Apabila identifikasi sulit dilakukan (*remotely*) maka harus dengan intervensi personel ke dalam *hotcell*. Konektor dilepas dari *port*-nya dibawa ke *glove box conveyor* dan dipasang dengan selang udara yang baru, kemudian dibawa ke *hotcell* 102 untuk dipasang kembali sesuai posisinya (*port*). Kerusakan lainnya juga pada *Program Logic Control* (PLC) dari *barrel lifting device* di *hotcell* 02 dan 001. Penggantian sistem PLC yang lebih andal dan dengan komponen yang tersedia di pasaran saat ini perlu dilakukan. Uji fungsi sistem PLC yang baru dapat dilakukan setelah selang udara pada *barrel lifting device* di *hotcell* uji 02 diganti. Wadah limbah padat kapasitas 10 liter, baik untuk limbah padat terbakar maupun tak terbakar akan diadakan. Bila wadah tersebut sudah tersedia, akan ditransfer ke *hotcell* guna menampung limbah dari *hotcell* yang telah terlebih dahulu dikumpulkan dan dipilah (terbakar dan tak terbakar). Transfer limbah ke *hotcell* 02 dapat dilakukan setelah perbaikan manipulator. Selama *barrel lifting device* masih belum bisa digunakan, limbah tersebut masih berada di *hotcell* masing-masing, kemudian dikumpulkan sementara di *hotcell* 02 sambil menunggu selesainya perbaikan *barrel lifting device*.

KESIMPULAN

Rencana tindakan perbaikan dan pengelolaan yang terstruktur yang terkait peningkatan operasionalitas IRM, terutama fasilitas uji pasca iradiasi, diawali dengan perbaikan manipulator dan dilanjutkan dengan pemindahan limbah nuklir ke KH-IPSB3. Selanjutnya dapat dilakukan perbaikan *barrel lifting device* di *hotcell* 102 termasuk PLC-nya. Setelah *barrel lifting device* diperbaiki, dilanjutkan dengan penanganan limbah non nuklir dari beberapa *hotcell* (102, 103, 104, 105 dan 109) yang dipindahkan ke ruang 001 dari *hotcell* 102, selanjutnya ke ruang penyimpanan limbah padat sementara 013, sebelum dipindahkan ke instalasi pengelola limbah radioaktif.

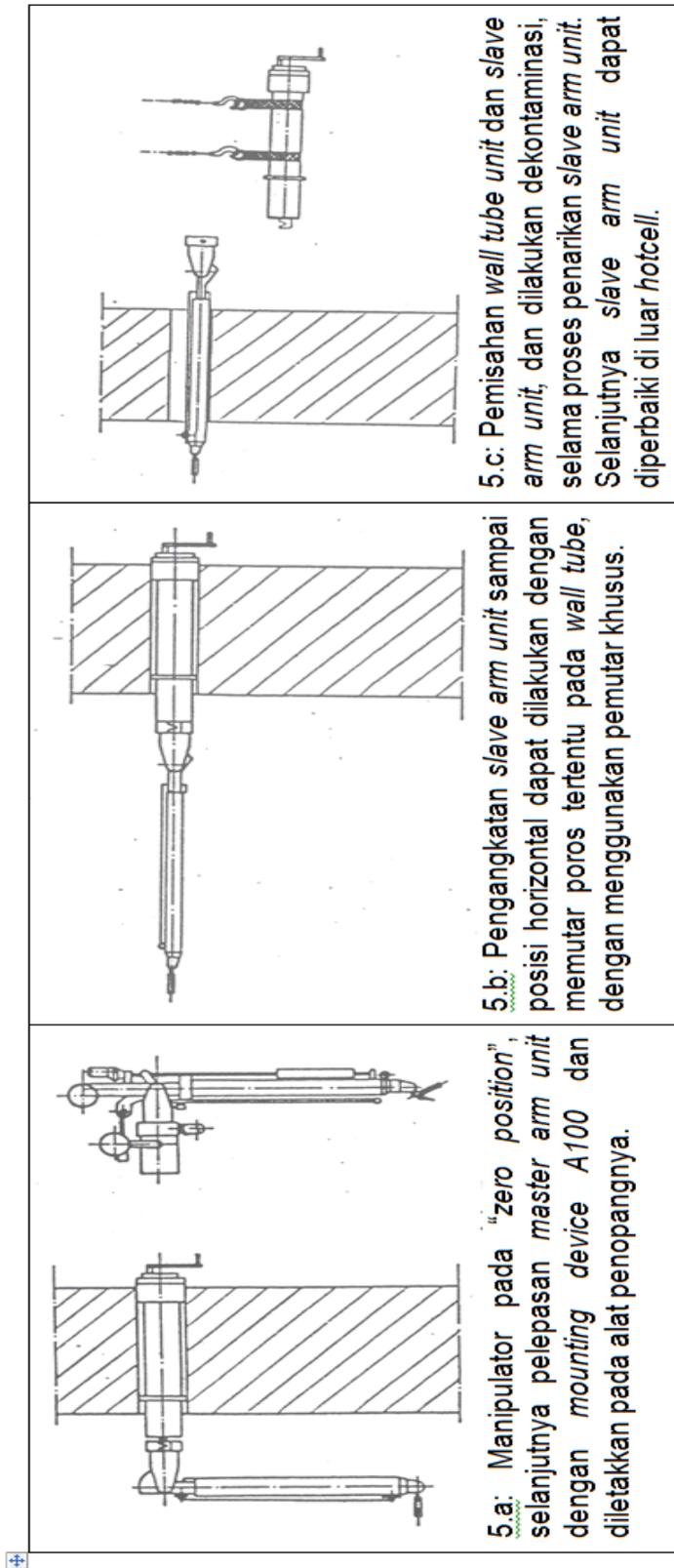
Dengan rencana tindakan terstruktur, maka keperluan peralatan, pendayagunaan SDM khususnya untuk perbaikan manipulator serta anggaran dapat direncanakan. Setelah perbaikan manipulator di *hotcell* uji 02 dan 03 serta penanganan limbah di dalam *hotcell*, maka operasionalitas fasilitas *hotcell* IRM dapat meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. BAPETEN, LT/SPI/IS/01/2011, "*Laporan Keselamatan Nuklir 2010*", halaman 117 dan 118.
- [2]. Hans Wälischmiller GMBH, 1987, "*Operating Manual, Manipulator A100/A101 A110/A111*", BGE G01001.
- [3]. Hans Wälischmiller GMBH, 2005, "*Gambar Montagevorrichtung für A100 KAE*", DGE A100 M-33, TZD-818424-003.
- [4]. ANONIM, "Komunikasi pribadi penulis dengan pihak Hans Wälischmiller", GMBH, 2010.
- [5]. Antonio Gogo, "*MS-Manipulator di Instalasi Radiometalurgi dan Permasalahannya*", Oktober 2011, Buletin PIN Pengelolaan Instalasi Nuklir, No.08/ Tahun IV, ISSN 1979-2409.

Lampiran I

Gambar 5: Tahapan penarikan MS-manipulator dengan *Mounting Device* (A100 M-33) ke *operating area* ⁽¹⁾



Lampiran II

Tabel 1: Rencana Tindak Terstruktur Perbaikan dan Pengelolaan Fasilitas Hotcell/ IRM

NO.	KEGIATAN	2013												2014											
		03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		
A.	PERBAIKAN MANIPULATOR																								
1.	Persiapan dan pengadaan peralatan dan sukucadang untuk perbaikan manipulator																								
2.	Persiapan dan perbaikan manipulator hotcell/ 02 dan 03 dan pelatihan																								
B.	PEMINDAHAN LIMBAH SISA UJI PASCA IRADIASI																								
1.	Perancangan rak outer konteiner di KH-IPSB3 ber-koordinasi dengan pengelola KH-IPSB3																								
2.	Pembuatan rak outer konteiner di KH-IPSB3																								
3.	Penanganan limbah sisa <i>Mo-target</i> dan potongan pelat bahan bakar di hotcell/ 102 dan 103 untuk dikirim ke KH-IPSB3 dengan <i>inner</i> dan <i>outer</i> konteiner																								
C.	PERBAIKAN BARREL LIFTING DEVICE																								
1.	Identifikasi dan penggantian selang udara (\pm 20 buah)																								

Lampiran II

NO.	KEGIATAN	2013												2014											
		03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		
2.	Persiapan dan perbaikan PLC (termasuk administratif pelelangan dan teknis) Catatan: Bila harus dengan intervensi personel (frogman cart) waktu yang diperlukan (± 2 bulan).																								
D. PENAMBAHAN INNER DAN OUTER KONTEINER																									
1.	Pengadaan inner konteiner pelat (2 unit)																								
2.	Pengadaan inner konteiner Mo-target (3 unit)																								
3.	Pengadaan outer konteiner (5 unit)																								
E. PENANGANAN LIMBAH PADAT LAINNYA																									
1.	Persiapan dan pengumpulan dan pemilahan limbah (hotcell 02, 03, 04,05, 09)																								
2.	Transfer limbah ke hotcell 02 dan ke 013																								

Catatan: Apabila kegiatan (C) belum dapat dilakukan, maka kegiatan (E2) ditunda sampai kegiatan (C) berhasil.