

# PERBAIKAN BOCORAN STORM WATER BASIN RESERVOIR DENGAN METODE ANCHOR KNOB SHEET LINNIN DI PERTAMINA RU V

Sulardi<sup>1)</sup>

1) Prodi Teknik Sipil, Universitas Tridharma Balikpapan, Jalan A.W. Syahrani No.7, Balikpapan, 76126  
 e-mail : Sulardikm61@yahoo.com

## ABSTRACT

*The purpose of this study is to provide an overview of material specifications and working methods of installation of anchor knob sheets (AKS) as an internal protection of concrete storm water basin structure. The research method used in this research is the research method used by case study approach to solve leakage problem in the internal of concrete structure of tub storm water basin in wastewater treatment unit (EWT) P PT. Pertamina RU V Balikpapan. The results show that the specification of HDPE type material is elastomeric reactive polyurethane water proofing (ERPW) which has the function of chemical damage, chemical resistance, onsite weldability, high resistance to chemical damage, long life and low maintenance. The successful application of material specifications and methods of installing HDPE AKS has been replicated as a protection lining system in the demineralized water plant process unit and is proven to work well and safely.*

*Kata kunci : Anchor knob sheet, chemical resistance, water proofing.*

## ABSTRAK

*Tujuan penelitian ini adalah memberikan gambaran spesifikasi material dan metode kerja pemasangan anchor knob sheet (AKS) sebagai proteksi internal struktur beton storm water basin. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian terpakai dengan metode pendekatan studi kasus mengatasi masalah bocoran pada internal struktur beton bak storm water basin di Unit pengolahan air limbah (EWT) P PT. Pertamina RU V Balikpapan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesifikasi material HDPE jenis elastomeric reactive polyurethane water proofing (ERPW) yang memiliki fungsi sebagai lapisan pelindung chemical damage, chemical resistance, onsite weldability, high resistance to chemical damage, long life dan low maintenance. Keberhasilan aplikasi spesifikasi material dan metode pemasanga HDPE AKS ini telah direplikasi sebagai protection lining system pada Unit process demineralized water plant dan terbukti dapat berfungsi dengan baik dan aman.*

*Kata kunci : Anchor knob sheet, tahan senyawa kimia, kedap air.*

## 1. PENDAHULUAN

Salah satu peralatan penting pada unit pengolahan air limbah (effluent water treatment plant) Kilang Pertamina (RU V) Balikpapan adalah bak pengumpul air limbah (storm water basin reservoir). Peralatan ini dirancang dengan kapasitas daya tampung yang sangat besar sehingga dapat menampung seluruh air limbah dari seluruh area kilang, selanjutnya diproses dan dinetralisasi sehingga kualitasnya aman untuk dilepaskan kepepairan umum (laut). Bak sour water basin (SWB) dibuat dengan konstruksi beton bertulang dengan mutu beton K-300 dan dilapis dengan cement lining (cement coating) tebal. 1.5mm sebagai concrete protection lining [4].

Permasalahan yang dihadapi adalah setelah bak SWB diisi air limbah (sour water) dan difungsikan selama tiga tahun mulailah terindikasi adanya rembesan-rembesan kecil hingga adanya embun disisi luar bak. Kondisi ini tidak berhenti hingga tahun keempat dan memasuki tahun kelima kondisi bocoran bertamah besar dan bak SWB dihentikan dari operasinya, dikosongkan, diamankan dan dilakukan pemeriksaan. Dari hasil pemeriksaan diketahui internal selimut beton mengalami retak rambut berbentuk guratan tak beraturan berwarna kehitaman dengan lokasi hampir merata diinternal bak SWB.

Hasil pemeriksaan dengan UPVT diketahui lebar retak adalah 0.1mm dengan kedalaman <0.2mm, selimut beton spalling dibeberapa lokasi dan kondisi beton terindikasi porus, yang berarti kerusakan yang terjadi bukan saja dilapisan cement

coating tetapi juga telah merusak struktur dinding beton. Terhadap temuan penyimpangan tersebut dilakukan perbaikan dengan menchipping retakan dan menambal bagian-bagian beton yang spalling dan melakukan recoating cement dengan spesifikasi material semen tipe 5 (semen tahan asam). Hasil perbaikan menunjukkan secara visual kondisi internal beton cukup baik dan tidak lagi terindikasi retakan ataupun bentuk kerusakan yang lain.

Setelah bak SWB diisi sour water dan dioperasikan kembali diketahui bahwa bak SWB mengalami rembesan di beberapa lokasi dan pada sambungan terlihat adanya indikasi mulai bocor. Terhadap kejadian ini dilakukan pemeriksaan dan kajian lanjut dengan pemeriksaan visual lebih luas secara random, uji non destruktive test (NDT) berupa rebar test, uji tekan permukaan beton dengan hammer test, uji tebal selimut beton uji homogenitas beton terpasang dengan UPVT, uji destructive test (DT) yaitu dengan pengambilan sampel beton terpasang dengan metode cor drilled dan uji karbonasi dengan larutan phenoptalaein.

Dari hasil visual cek diketahui bahwa spalling dinding yang terjadi semakin bertambah dan dari hasil uji NDT, DT serta investasi permasalahan dengan metode 5 why dapat disimpulkan bahwa bak SWB di Unit EWTP pada kondisi sub standard, unsafe condition dan tidak layak dioperasikan. Jika peralatan tetap dioperasikan maka diperkirakan kerusakan akan semakin meluas dan paparan bocoran limbah sour water berpotensi mencemari lingkungan.



**Gambar. 1** Kondisi kerusakan internal struktur beton Storm water basin di Unit EWTP

Dari uraian dan analisa diatas dapat diketahui bahwa faktor dan penyebab masalah kebocoran internal beton terpasang adalah karena :

1. Faktor penyebab kebocoran bak SWB adalah material, yakni material coating lining internal bak SWB rusak, tidak resistance terhadap kandungan chemical dalam sour water
2. Penyebab permasalahan adalah paparan chemical dalam sour water merembes kedalam pori-pori dan retakan beton sehingga menyebabkan degradasi material selimut beton (karbonasi) dan internal dinding beton bak SWB

Dari uraian faktor dan penyebab diatas diketahui bahwa faktor penyebab dominan (bad actor) permasalahan adalah material yakni material proteksi internal bak SWB (coating cement lining) yang digunakan tidak sesuai, tidak kedap air dan tidak resistance terhadap kandungan chemical terkandung pada sour water.

Untuk itu maka penelitian ini diperlukan dalam rangka mencari jawab tentang material apa yang cocok dan sesuai digunakan sebagai proteksi internal beton bak SWB sehingga dapat memproteksi terhadap paparan kandungan chemical didalam sour water sehingga bak SWB dapat dioperasikan dengan baik dan aman dalam waktu yang panjang. Metode perbaikan yang digunakan juga sekaligus merupakan problem solving terbaik sehingga permasalahan sejenis tidak terulang kembali. Jika permasalahan tidak segera diselesaikan berpotensi dapat mengganggu kelancaran operasional kilang dan paparan bocoran limbah sour water berpotensi mencemari lingkungan.

Dengan telah diketahuinya bad actor penyebab dominan permasalahan maka fokus metode perbaikan guna mengatasi permasalahan dengan menyelesaikan faktor dan penyebab material, yakni memperbaiki proteksi internal bak SWB dengan material yang kedap air (water proof), chemical resistance dan memiliki umur pakai yang panjang sehingga sebagai jawaban atas pertanyaan permasalahan untuk dapat mengatasi permasalahan secara tuntas dan permasalahan sejenis tidak terulang kembali.

Metode perbaikan yang digunakan adalah melapis internal bak SWB dengan material yang kedap yaitu material high density poly ethylene (HDPE) yang dilengkapi dengan angker-angker pengikat HDPE sheet terhadap struktur beton bak SWB terpasang. Metode proteksi beton dengan HDPE yang dilengkapi dengan angker pengikat ini

selanjutnya dikenal dengan metode Anchor Knob Sheet HDPE lining (AKS HDPE lining).

Perbaikan bocoran bak SWB dengan metode AKS didasarkan atas beberapa asumsi sebagai berikut [4] :

1. Penanganan bocoran bak SWB terpasang menggunakan metode perbaikan konvensional dengan penambalan (patching) dan injeksi retak (injection) tidak efektif karena lokasi bocorannya tidak teridentifikasi secara detail dan diprediksi kejadian sejenis dapat terulang kembali
2. Perbaikan bocoran bak SWB dengan metode AKS menggunakan spesifikasi material HDPE yang kedap air, resistance terhadap bahan-bahan kimia, dapat melekat dengan baik pada struktur beton dengan sistem anker dan memiliki usia pakai yang panjang.

Tujuan penelitian adalah :

1. Memberikan gambaran spesifikasi material anchor knob sheet (AKS) sebagai proteksi struktur bangunan beton SWB di PT Pertamina RU V Balikpapan
2. Memberikan gambaran metode pemasangan, metode pemeriksaan dan hasil perbaikan bocoran SWB dengan metode anchor knob sheet (AKS) di Pertamina RU V.

Target dan sasaran perbaikan :

1. Perbaikan internal bak SWB dengan metode AKS dapat diselesaikan dengan baik dan aman
2. Metode kerja pemasangan AKS dapat digunakan dengan baik dan aman
3. Unit effluent water treatment plant (EWTP) dapat difungsikan kembali dengan baik dan aman
4. Metode kerja protection lining system dengan metode anchor knob sheet (AKS) dapat direplikasi untuk mengatasi permasalahan sejenis di lingkungan PT.Pertamina RU V dan unit kerja lain yang mengalami permasalahan sejenis.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

Anchor knob sheet HDPE lining (AKS HDPE Lining) adalah sistem liner perlindungan struktur beton yang dirancang untuk melindungi struktur beton di lingkungan yang agresif secara kimia. Metode pelapis (lining) cetak ditempat (cast-in) dibuat dari dengan spesifikasi material polyethylene kepadatan tinggi (HDPE) sehingga kedap air, bersifat elastis sehingga dapat dibentuk sesuai dengan kustomisasi sesuai bentuk, dimensi dan konfigurasi disite sesuai dengan berbagai macam dan persyaratan aplikasi disite [1] [3].

Anchor knob sheet lining sebagai proteksi internal struktur beton SWB berfungsi sebagai pelindung terhadap korosi, memiliki ketahanan yang baik terhadap abrasi, memiliki proteksi yang baik terhadap lingkungan kimia yang ekstrim dan dapat dipasang secara integritas dan menyatu dengan baik dengan permukaan struktur beton.

Kelebihan lainnya adalah AKS lining system adalah sambungan yang sangat aman karena sambungan HDPE dapat disenyawakan (secure jointing) dengan proses pemanasan (butt fusion welding), bersih tanpa ada karat, ringan sehingga memudahkan transportasi, lentur (flexible) sehingga memudahkan pengemasan dan pemasangan, high tahan (resistance) terhadap bahan-bahan kimia ekstrim, permukaan halus sehingga tidak menghambat proses pengaliran, usia pakai dapat mencapai 70 tahun dan tahan terhadap cuaca serta tidak bereaksi dengan cairan yang melewatinya sehingga lebih efisien [2].

Spesifikasi material HDPE tergolong sebagai material yang umum digunakan di lingkungan kilang, oleh karena itu aplikasi AKS lining system di lingkungan kilang dilakukan dengan terlebih dahulu melalui proses manajemen of change (MOC) dengan mempertimbangkan potensi manfaat penggunaan AKS HDPE sebagai internal lining struktur beton SWB menggantikan spesifikasi material cement lining yang secara kualitas tidak cocok digunakan. Hasil kajian enjiniring (No.MOC-127/E15240/2013-S2) [4]. telah merekomendasikan teknologi anchor knob sheet HDPE lining sebagai lapis pelindung internal lining struktur beton bak SWB, sewer dan struktur beton reservoir lain yang digunakan sebagai tempat berlangsung proses di kilang. Spesifikasi material AKS HDPE lining digunakan karena bersifat elastomeric reactive polyurethane water proofing (ERPW) sebagai lapisan pelindung struktur beton terhadap chemical damage. Secara mekanikal spesifikasi material anchor knob sheet adalah chemical resistance, onsite weldability, high resistance to chemical damage, long life, low maintenance, tear resistance, water tight, freeze thaw resistance, root and microbial attack resistance, excellent adhesion, chloride penetration addition, impact resistance, weather resistance, crack and recycling resistance dan heat agent resistance [2].

**Tabel 1.** Spesifikasi material AKS Lining

Property	Test Method	Unit	Value	Frequency
Thickness tolerance	ASTM D 5199	%	±1-10%	30 linear metre
Density	ASTM D 6902/762	g/m <sup>3</sup>	0.948	30 000kg
Carbon black content	ASTM D 1863	%	2 to 3	per 10 000m <sup>2</sup>
Carbon black dispersion	ASTM D 6906	Category	1 or 2	per 10 000m <sup>2</sup>
ESCR (MCTL)	ASTM D 6387	Hours	>300	per formulation
CH1	D 3995	Minutes	>100	per 60 000kg
Coefficient of linear expansion	ASTM E 831	cm/cm/degC	1.1 - 1.4E-4	per formulation
Length of knots (piece)		mm	32	20 linear metre
Knots per m <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>	5220	fixed
Pull-off resistance		Ten <sup>6</sup>	>70	per formulation
Tensile properties	ASTM D 6969-04			200 linear metre
• YMS stress *		MPa	15 *	
• Break stress *		MPa	27 *	
• Yield elongation *		%	12 *	
• Break elongation *		%	700 *	
Shore hardness	GBM 53003	Shore D	>50	per formulation
Tear resistance	ASTM D 1004	N/mm (G)	120	batch
Puncture resistance	ASTM D 4853	N/mm (G)	300	batch
Dimensional stability	ASTM D 1304	% change	± 2	per shift
Water absorption	ASTM D 570	%	0.0004	per formulation

### 3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian terapan dengan metode pendekatan studi kasus yakni kasus mengatasi masalah bocoran pada internal struktur beton bak storm water basin (SWB) di Unit EWTP PT. Pertamina RU V Balikpapan. Penanganan kasus kebocoran bak SWB yang dilakukan dengan metode anchor knob sheet merupakan metode proteksi internal lining reservoir yang pertama kali diaplikasikan di lingkungan PT. Pertamina RU V sehingga penelitian ini merupakan catatan sukses story keberhasilan aplikasi metode AKS di lingkungan PT. Pertamina RU V Balikpapan [4][5][6][7].

Bahan Penelitian :

- Anchor knob sheet jenis elastomeric reactive polyurethane water proofing (ERPW)
- Cooper wire
- HDPE H profile
- Flowable microconcrete
- HDPE welding rod
- Bahan lain sesuai kebutuhan disite.

Peralatan digunakan :

- Alat kerja preparasi dan pembersihan
- Alat kerja pembetonan
- Alat pengelasan sambungan HDPE AKS
- Alat pemeriksaan hasil pengelasan (spark tester)
- Bekisting/ form work
- Scaffolding
- Alat ukur topografi
- Alat keselamatan kerja & Alat pelindung diri
- Alat bantu kerja lainnya.

Metode pemasangan Anchor Knob Sheet :

- Lakukan persiapan pasangan AKS dengan pembersihan untuk menjamin keberhasilan instalasi menjamin perekatan (bonding) yang baik antara lantai beton eksisting dengan material beton grouting
- Bersihkan permukaan beton, dibasahi dan dilaburi terlebih dahulu dengan bonding agent

dan material beton grouting harus dapat kontak langsung dan bonding dengan baik

- Perletakkan AKS panel dengan metoda grid harus digunakan untuk pelaksanaan panel yang terpisah, gunakan panel kayu (tebal 12 mm) untuk menutup semua ujung dari panel lantai AKS dengan perkuatan scaffolding pipa baja yang cukup kokoh dan stabil
- Pastikan ketegakan (verticality) pemasangan AKS pada struktur dinding beton dengan alat topografi
- Lakukan mixing pada material beton grouting dan tuangkan secara berkesinambungan ke area/seksi yang akan diaplikasikan panel dinding AKS setebal kebutuhannya diatas antara beton eksisting dengan panel AKS. Pastikan panel AKS dengan gigi angkurnya menancap pada material grouting.
- Pastikan bahwa material beton grouting telah mencapai seluruh bagian yang akan digrouting dan pastikan pula tidak ada udara yang terperangkap (void dan bebas dari honeycomb)
- Pastikan bahwa material groutingnya telah setting/kering sebelum counter formwork dan scaffolding dilepas
- Setelah semua panel dinding beton AKS terpasang, semua sambungan akan dilas dengan menggunakan extrusion welder, dimana sebelumnya telah dipasang kawat tembaga pada semua sambungannya.
- Setelah pengelasan sambungan pada panel lantai AKS dilaksanakan, maka akan dilakukan QC dan inspeksi dengan NonDestructive Testing (NDT) menggunakan high voltage spark tester, untuk mengecek kesempurnaan sambungan lasnya.

Metode pengujian Spark Test hasil pengelasan AKS

- Hubungkan alat spark tester T-50 ke arus sumber power listrik dengan tegangan 220 V
- Pekerja yang melakukan test dengan Spark tester harus menggunakan sepatu boot karet dan sarung tangan kain yang kering.
- Seksi atau area yang akan ditest dengan spark tester, harus kering.
- Menyetel voltage regulator yang berada pada bagian belakang spark tester kearah kanan, makin ke kanan makin besar tegangannya dan makin peka pendeteksiannya. Penyetelan voltagenya maks hanya setengah setelan maksimumnya.
- Maksimum setelan voltage pada Buckley spark tester adalah 55 KVA dan untuk pengetesan welding seam , maks, adalah 20 KVA.( sesuai dengan anjuran dari pabrikan AKS)
- Arahkan flexible probe sepanjang welding section AKS, jika ada pinhole atau extrusion weldingnya kurang sempurna, maka akan terjadi locatan listrik berwarna biru ke kawat tembaga yang dipasang didalam extrusion welding section, yang menyatakan adanya bocoran.

- g. Jika ada loncatan listrik , maka bagian tersebut diberi tanda untuk dilakukan perbaikan.
- h. Perbaiki seksi yang bocor, adalah sebagai berikut (a) lakukan pembersihan seksi tersebut menggunakan hamplas bundar menggunakan hand grinder) grade 60, sampai permukaan yang teroksidasi bersih dari kotoran dan kering (b) Setelah dilap dengan lap majun yang bersih, lakukan penambalan dengan extrusion welder, kemudian bisa langsung dilakukan pengetesan kembali dengan spark tester.

Indikator dan ukuran keberhasilan :

- a. Persiapan bahan, peralatan, tenaga kerja dan metode untuk pemasangan AKS lining system diselesaikan dengan baik dan aman
- b. Metode kerja pemasangan dan pemeriksaan anchor knob sheet (AKS) dapat diselesaikan dengan baik dan aman
- c. Bak SWB dan peralatan yang telah dipasang AKS dapat difungsikan kembali dengan baik dan aman
- d. Mentaati peraturan keselamatan kerja dengan baik tanpa terjadi kecelakaan kerja/ accident.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi material AKS HDPE lining adalah material yang bersifat elastomeric reactive polyurethane water proofing (ERPW) sebagai lapis pelindung struktur beton terhadap chemical damage, chemical resistance, onsite weldability, high resistance to chemical damage, long life, low maintenance, tear resistance, water tight, freeze thaw resistance, root and microbial attack resistance, excelent adhision, chloride penetration addision, impact resistance, weather resistance, crack and recycling resistance dan heat agent resistance. Spesifikasi material AKS dengan beberapa kelebihan sebagaimana telah diuraikan sebelumnya memenuhi syarat sebagaimana material proteksi internal struktur beton bak SWB di Unit EWTP Plant sesuai hasil management of change dari fungsi Engineering & Development No. MOC No.127/E15240/2013-S2, (2013). Metode AKS terbukti efektif dan diyakini memiliki serviability lebih baik dan lebih handal dibandingkan metode proteksi yang digunakan sebelumnya yakni cement lining.

Gambaran metode kerja pemasangan anchor knob sheet (AKS) sebagai lapis pelindung internal struktur bak SWB meliputi pembersihan dan preparasi, chipping permukaan struktur beton yang rusak dan terkontaminasi minyak, cleaning dengan water jeting dan angin, pasang AKS lining system dan H profile conecting, pasang cooper wire indicator, pasang scaffolding dan shoring system, laburi

permukaan beton eksisting dengan bonding agent, grouting dengan spesifikasi material flowable microconcrete, curring time, pengelasan sambungan dengan metode welding fuse, pemeriksaan hasil pengelasan sambungan dengan metode spark test, leak test dan pengisian bak SWB dengan air secara bertahap. Metode kerja pemasangan AKS lining yang telah disusun dapat diaplikasikan dengan baik, aman dan telah teregister sebagai metode kerja baku di PT. Pertamina RU V Balikpapan dengan No. TKI No.C-049/E15143/2014-S9 Rev.0 dan berlaku untuk seluruh unit kerja PT. Pertamina di Indonesia. Metode kerja pemasangan proteksi lining internal concrete bak SWB ini telah direplikasi pada pekerjaan sejenis di Unit Demineralized Plant di RU V Balikpapan dan di Unit Effluent Water Treatment Plant di RU IV Cilacap dan hingga saat ini berfungsi dengan baik dan aman.

Hasil implementasi teknologi anchor knob sheet lining system dapat memberikan manfaat dari aspek panca mutu adalah, secara Quality Unit EWTP dioperasikan pada kondisi standard dan safe condition dengan spesifikasi material HDPE elastomeric reactive polyurethane water proofing (ERPW). Secara Cost dapat menekan biaya maintenance senilai Rp 350.000.000,00 pertahun. Secara Delivery telah tersedia metode kerja baku pemasangan AKS lining system sehingga dapat mencegah potensi kegagalan hasil pekerjaan.Secara Safety dapat terhindar dari tuntutan hukuman kurungan selama 10 tahun dan terhindar dari potensi denda sebesar Rp 500.000.000,00 karena potensi paparan limbah air telah dapat tanggunlagi. Dan dari aspek Moral hasil perbaikan ini dapat meningkatkan konfidensi level pekerja terkait pekerjaan modifikasi anchor knob sheet lining karena telah dapat mengatasi permasalahan dilingkungan kerjanya dengan baik dan aman untuk waktu yang lama.



**Gambar 2.** Hasil pemasangan AKS inter lining protection bak SWB Unit EWTP

## 5. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berdasarkan uraian permasalahan, metode penelitian dan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Spesifikasi material anchor knob sheet (AKS) type elastomeric reactive polyurethane water proofing (ERPW) terbukti cocok digunakan sebagai lapis pelindung struktur beton sebagai proteksi struktur bangunan beton SWB dan terbukti dapat berfungsi dengan baik dan aman mendukung operasional Unit EWTP di RU V Balikpapan
2. Metode kerja pemasangan proteksi internal lining struktur beton bak SWB dengan metode anchor knob sheet (AKS) dapat diaplikasikan dengan baik dan aman serta telah teregister sebagai pedoman kerja baku di Pertamina RU V dan telah direplikasi untuk mengatasi permasalahan sejenis di RU V Balikpapan dan RU IV Cilacap.

Berdasarkan keberhasilan implementasi anchor knob sheet lining sebagai proteksi pelindung internal struktur beton bak SWB dapat disampaikan rekomendasi sebagai berikut :

1. Spesifikasi material anchor knob sheet (AKS) type elastomeric reactive polyurethane water proofing (ERPW) adalah modifikasi yang telah lolos evaluasi management of change No. MOC No.127/E15240/2013-S2, (2013) dan cocok digunakan sebagai lapis pelindung struktur beton sebagai proteksi internal struktur beton SWB dapat diterima sebagai material dan terdaftar pada approval manufacture list di PT.Pertamina RU V
2. Metode kerja pemasangan proteksi internal lining struktur beton dapat diaplikasikan sebagai lining protection peralatan proses di Unit Wax Plant, Water treatment plant, Sour water treatment plant, CPI Unit, CWI Unit dan unit-unit proses lain yang lain yang mengalami permasalahan sejenis dengan mengacu kepada metode kerja baku TKI No.C-049/E15143/2014-S9 Rev.0.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan selesainya penelitian ini Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Ridwan S

Tedja dari PT. Mandala Artha Graha, Bapak Edward Hartono dari PT.Punjas, Mr. Allan Wong dari AKS Technology Singapore dan Bapak Rahendrafedy selaku Stationary Inspection Engineer PT. Pertamina RU V Balikpapan yang telah banyak memberikan supportnya sehingga kelancaran penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] AKS Technology, (2013), *Evolution of Concrete Protection Systems*, AKS Technology System, Cape Town, South Africa, info@aks.co.za
- [2] Anchor Knob Sheet technology, (2007), *Corrosion protection for manholes, Pits, shafts & pumping station utilising anchor knob sheet (AKS)*, EPTEC, [eptec@eptec.au](mailto:eptec@eptec.au)
- [3] Humes, (2013), *Corrosion protection linings*, A Division of Holcim Australia, info@humes.com.au
- [4] Sulardi., (2015), *Mengatasi bocoran bak reservoir D-34-10 Unit EWTP RU V Balikpapan*, Sharing Knowledge PT. Pertamina RU V Balikpapan, Non Publikasi
- [5] Sulardi., (2015), *Mengatasi offset pada pemasangan anchor knob sheet dengan metode shoring scaffolding di Unit EWTP RU V Balikpapan*, <http://ptmkpwab81.pertamina.com/komet/SearchResult.aspx?ptm.Kodefikasi AB9957>.
- [6] Sulardi., (2015), *Perbaikan beton reservoir D034-10 dengan metode grouting flowable microconcrete di Unit EWTP RU V Balikpapan*, Sharing Knowledge PT. Pertamina RU V Balikpapan, Non Publikasi
- [7] Sulardi., (2015), *Mengatasi kegagalan pengelasan annchor knob sheet dengan copper wire indicator controll pada pekerjaan perbaikan SWB D-34-10 di Unit EWTP RU V Balikpapan*, Sharing Knowledge PT.Pertamina RU V, Non publikasi