

31 MAR 2010

2010/100111

fu

PERANCANGAN, PEMBUATAN DAN INSTALASI WELL TEST MANIFOLD

Kurniawan*)

Karsa Firmansyah, Perdhana Setyo R , Riswanto **)

*) Dosen Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bandung

**) Mahasiswa , Politeknik Manufaktur Negeri Bandung

ABSTRAK

Pengolahan minyak bumi dimulai dengan adanya eksplorasi (pencarian) terhadap sumur-sumur minyak dalam kerak bumi (basins) kemudian dilanjutkan dengan proses eksploitasi (pengolahan) sehingga didapatkan minyak mentah (crude oil). Proses eksploitasi tersebut diawali dengan pengangkatan minyak bumi dari dalam minyak bumi ke permukaan, kemudian pengujian dan penyaringan minyak bumi lalu dilanjutkan dengan pemrosesan destilasi agar minyak bumi dapat terpisah menurut fraksi-fraksinya. seperti untuk bahan bakar kendaraan bermotor maupun bahan bakar pesawat.

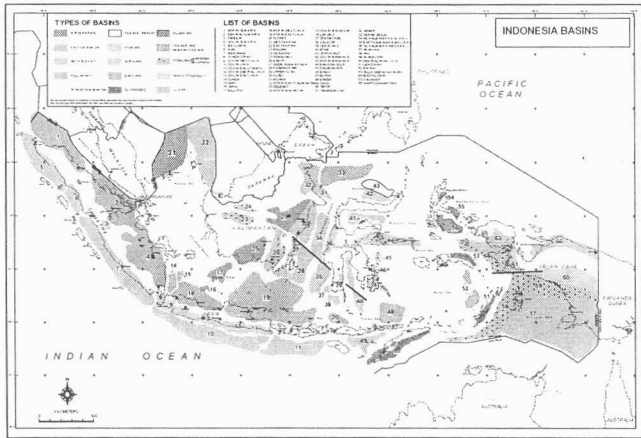
Well test manifold adalah saluran-saluran pipa yang digunakan untuk memisahkan minyak bumi yang akan diuji kandungan minyak bumi yang berasal dari sumur minyak. Hal ini dilakukan karena kandungan minyak bumi yang berasal dari sumur minyak tercampur dengan bahan lain seperti H_2S maupun dengan batuan atau endapan yang lain. Sehingga agar proses pengolahan berikut lebih mudah, maka minyak bumi tersebut diuji kandungannya terlebih dahulu apakah masih sesuai dengan komposisi yang diinginkan atau tidak. Alat ini akan digunakan pada sumur-sumur minyak yang sudah lama yang terdapat di Riau. Sumur-sumur minyak yang sudah lama tersebut kandungannya masih sesuai atau tidak, sehingga diperlukan alat yang dapat mempermudah pengujian kandungan tanpa mengganggu proses yang sedang berlangsung misalnya untuk sumur satu kandungan crude oil sesuai dengan standar maka minyak bumi tersebut akan disalurkan ke saluran produksi dan sumur dua kandungannya tidak sesuai standar maka crude oil tersebut akan disalurkan ke saluran pembuangan sehingga proses yang dilakukan antar sumur tidak saling mengganggu walaupun semuanya terdapat pada alat Well Test Manifold.

Well test manifold tidak hanya sebagai saluran untuk memisahkan minyak bumi yang akan diuji kadar kandungan dari minyak bumi tersebut akan karena apabila hanya untuk memisahkan minyak bumi saja akan membuang waktu dan merupakan pemborosan karena produksi akan terganggu dan dapat menyebabkan kerugian. Sehingga perusahaan pengolahan minyak bumi menginginkan sebuah produk dimana minyak bumi dapat langsung diuji dan apabila selesai pengujian minyak apabila kandungannya memenuhi kriteria dapat langsung dialirkan pada saluran produksi untuk diolah lebih lanjut sedangkan apabila kandungannya kurang dari yang ditetapkan maka dapat langsung dialirkan pada saluran pembuangan sehingga tidak mengganggu proses produksi.

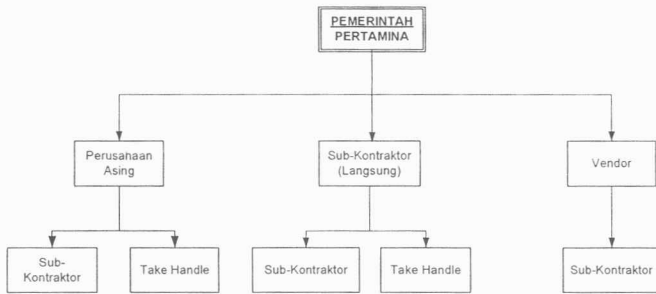
Permasalahan di bidang perminyakan Indonesia adalah kurangnya sumber daya manusia Indonesia yang berkompetensi di bidang ini. Padahal Negara kita ini sangat kaya akan sumber daya minyak dan gas tetap: dari sekian banyak pengelolanya merupakan bangsa asing bukan: bangsa kita, Kompetensi yang dibutuhkan antara lain pengetahuan mengenai teknik seperti membaca gambar teknik dan sebagainya, pengetahuan mengenai standard-standard yang digunakan dan sebagai tambahan pengetahuan dasar mengenai proses pengolahan minyak. Oleh karena itu penyusun menjelaskan mengenai perancangan, pembuatan dan instalasi dalam Well Test Manifold yang merupakan salah satu tahapan proses dalam pengolahan minyak bumi.

Kata kunci: crude oil, well test manifold,

Berikut peta penyebaran *basins* atau kantung minyak bumi di Indonesia :

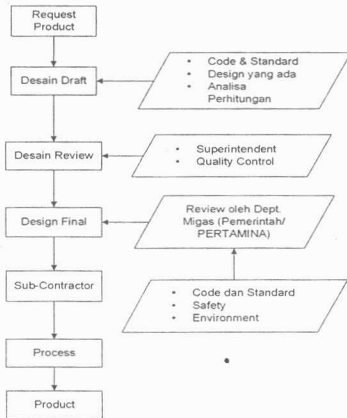


Skema penanganan eksplorasi perminyakan Indonesia dapat digambarkan sebagai berikut :



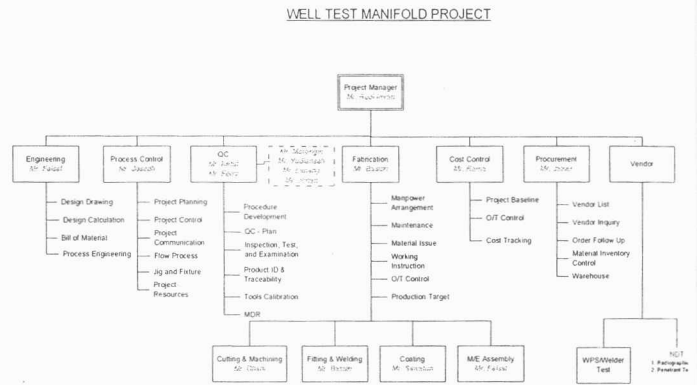
Gambar 1-2. Diagram perminyakan Indonesia

Aliran proses project

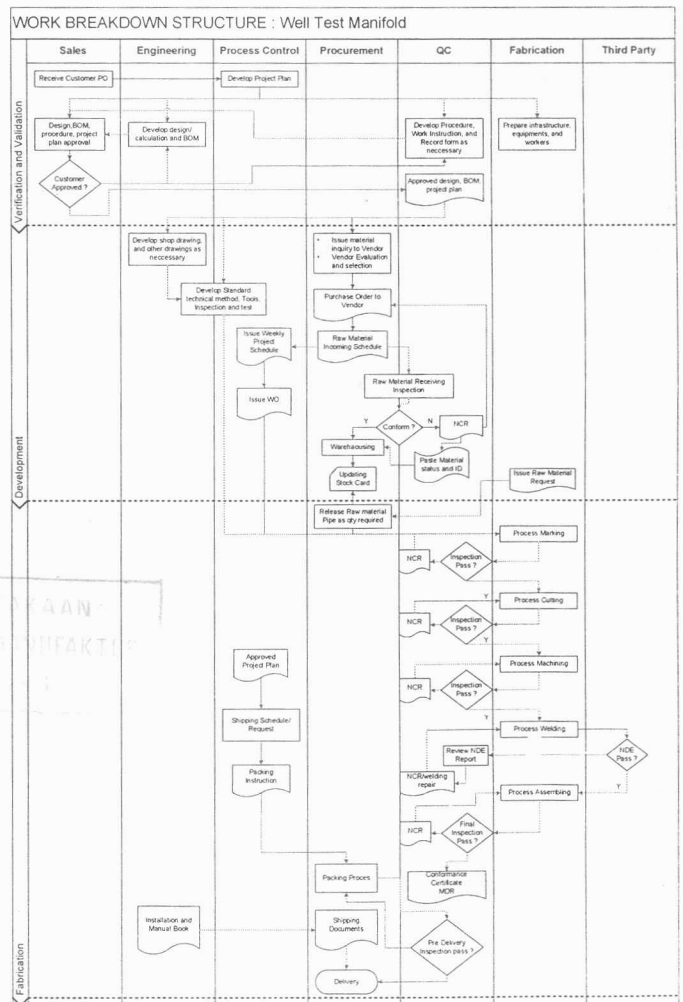


Gambar 1-3. Aliran proses project minyak dan gas

Berikut ini bagan organisasi yang menjelaskan tugas departemen dalam proyek *Well Test Manifold*.



Berikut ini diagram aliran kerja dalam proyek *Well Test Manifold* di PT. ISTI KARYA ESTU



Gambar 1-5. Diagram alir proyek WTM

2.1 Standard dan Code Industri Perminyakan

Di dalam industri perminyakan dikenal adanya code. Tujuan utama dari code dan standard untuk menjamin desain dan konstruksi beserta keselamatan suatu konstruksi sistem perpipaan sesuai dengan persyaratan-persyaratan yang ditentukan oleh code dan standard.

Standard yang dikeluarkan oleh ASME *American Society of Mechanical Engineers* antara lain :

- ASME B31.1 mengenai *power piping*
- ASME B31.1 mengenai *process piping*
- ASME B16.11 mengenai *forged steel fittings, socket welding dan threaded*
- ASME B16.20 mengenai *metallic gaskets for pipe flanges ring joints, spiral wound dan jacketed*
- ASME B16.34 mengenai *valves, flanged dan butt welding end*
- ASME B16.5 mengenai *pipe flanges dan flanged fittings*
- ASME V mengenai *non-destructive examination*
- ASME IX mengenai *welding dan bracing qualification*

Standard lain yang digunakan adalah API *American Petroleum Institute*. :

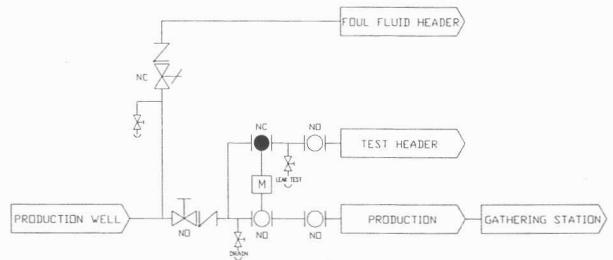
- API 5 L mengenai *line pipe steel*
- API 610 mengenai *centrifugal pumps for general refinery service*
- API 617 mengenai *centrifugal compressor for general refinery service*
- API 661 mengenai *air cooled heat exchanger*
- API 560 mengenai *fire heater*

Standard lain yang jugadigunakan dalam bidang perminyakan adalah:

- ASTM (*American Society of Testing Material*) yang membahas mengenai standard bahan material,
- NEMA (*National Electrical Manufacturer's Association*) dan NEC (*National Electrical Code*) keduanya membahas mengenai instalasi maupun electrical sendiri khususnya di lapangan yang memiliki persyaratan teknis khusus.

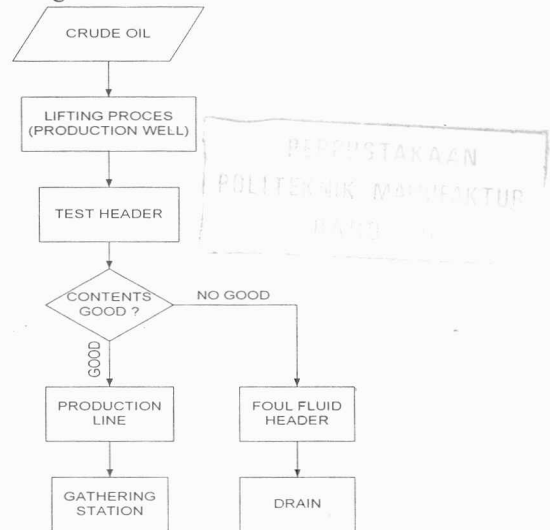
2.2 Terminologi *Well Test Manifold*

Proses pengujian dilakukan dengan skema instalasi sbb :



Gambar 1-6. Gambar P & ID (Piping and Instrument Diagram) WTM

Diagram alir WTM



Gambar 1-7. Diagram alir proses WTM

Dari gambar 1-7, fungsi utama dalam rangkaian tersebut berada pada sistem actuator dimana actuator pada saluran pengujian (*test header*) dengan actuator pada saluran produksi (*production line*) selalu bergerak berlawanan. Ketika actuator *test header* berada pada kondisi NO (*normally open*) maka actuator *production line* berada pada kondisi NC (*normally close*) sehingga minyak bumi akan mengalir pada saluran pengujian. Dan sebaliknya apabila actuator *test header* berada pada kondisi NC (*normally close*) maka actuator *production line* berada pada kondisi NO (*normally open*) sehingga minyak bumi akan mengalir pada saluran produksi.

2.3 Standard Komponen Well Test Manifold

2.3.1 Pipa

Sifat, ciri, dan penggunaan pipa logam

1. Pipa baja stainless
 - Pipa SS ASTM – A312 type 304 (AISI 304)
 - Pipa SS ASTM – A312 type 321 (AISI 321)
 - Pipa SS ASTM – A358 type 321
2. Pipa Besi Tuang (*Cast Iron Pipe*).
Pipa CI ANSI – A211
3. Pipa dengan Lapisan Seng (*Galvanized Pipe*)
 - ASTM – A53 *Galvanized*
 - ASTM– A120 *Galvanized*

Standar pipa logam

1. Standard ukuran,

Beberapa standard ukuran panjang pipa antara lain:

- *Uniform length*: panjang 21 ft (6400,8 mm)
- *Normal length* : panjang 12 ft (3657,6 mm)
- *One half random* : panjang 8 - 22 ft (2438,4 - 6705,6 mm)
- *Single random* : panjang 16 – 22 ft (4876,8 - 6705,6 mm)
- *Double random* : panjang 40 ft (12192 mm)
- *Cut length* : panjang sesuai dengan permintaan

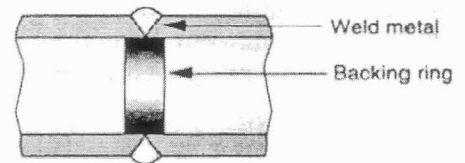
2. Standard Tebal Dinding Pipa (*wall Thickness*)

Terdapat ANSI B36.10 *steel pipe wall thickness designation* yang terbagi atas *standard weight*, *extra strong* atau *extra heavy* (kode XS atau XH) dan *double extra strong* atau *double extra heavy* (kode XXS atau XXH). Selain itu terdapat ANSI B36.10 pengelompokkan tebal dinding pipa menjadi 10 (sepuluh) kelas utama yang disebut ANSI B.36.10 *stell pipe schedule number* terdiri dari Schedule 1, 0, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 140 dan 160.

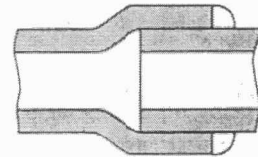
Metode penyambungan yang umum dilakukan adalah sebagai berikut

1. *Bell and spigot joints*
2. *Welded joints*
3. *Soldered* atau *brazed joints*
4. *Screwed* atau *threaded joints*
5. *Flanged joints*

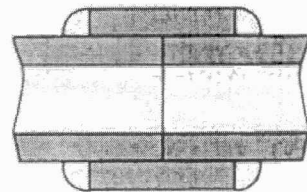
Jenis penyambungan yang umum digunakan dalam *well test manifold* adalah *welding* dan *flanged connection*. *Butt weld*, area yang akan di-welded berada pada end-to-end



- *Socket* atau *fillet weld*, salah satu pipa yang akan disambung dimasukkan ke dalam pasangannya dan area yang di-welded berada pada bagian luar sambungan



- *Sleeve weld*, pipa disambungkan end-to-end di dalam sleeves dan welding dibuat pada kedua ujung sleeves

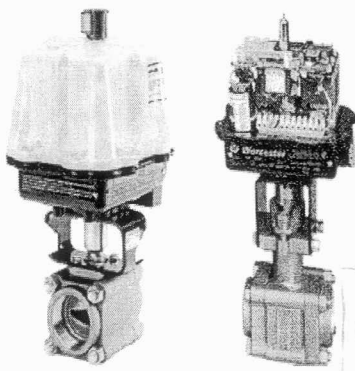


Untuk setiap penyambungan pada pipa, hendaknya dilakukan pengujian NDE (*Non Destructive Examination*) baik dengan *die-penetrant*, *radiography* maupun secara visual sesuai ASME *Section 9*.

2.3.2 Actuator dan Motor

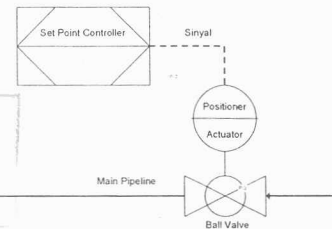
2.4.4.1 Actuator

Actuator adalah mekanisme pengendalian (kontrol) secara otomatis dengan cara memberikan sinyal dengan cara memberikan sinyal (masukan) agar actuator tersebut dapat beroperasi sesuai dengan keinginan.



Gambar 1-13. Gambar contoh actuator

Jenis Fluida yang dipakai sebagai sumber energi adalah angin dan oli. Berikut ini diagram prinsip kerja dari actuator dalam *well test manifold* :



Gambar 1-14. Diagram alir actuator

1. *Electric Linear Actuator*

Gerakan linear melalui aktuator elektrik dapat dihasilkan dengan tiga macam cara, yaitu :

- *Solenoid* adalah sebuah komponen elektromekanik yang terdiri atas kumparan elektromagnetik dan jangkar (armature, plunger).
- *Motor Induksi Linear* berfungsi untuk mengkonversikan besaran elektrik menjadi besaran mekanik gerak linear.
- Motor rotasi dengan konversi Gerak Rotasi ke Linear. Motor sebagai actuator rotasi elektrik, namun pada prinsipnya, untuk mengubah gerak rotasi tersebut ke gerak linear dapat digunakan komponen komponen mekanik yang berfungsi sebagai konverter atau pengubah gerak, yaitu kombinasi roda gigi rack dan pinion serta kombinasi batang ulir dan ball screw

2. *Electric Rotary Actuator*

- o Motor Elektrik (*Electric motor*) merupakan jenis actuator dengan penggunaan yang paling luas. Hal ini dimungkinkan karena efisiensi yang tinggi dan sangat ekonomis.
- o Motor Langkah (*Step Motor*) berfungsi untuk mengkonversikan besaran input elektrik pulsa menjadi besaran mekanik putar incremental.

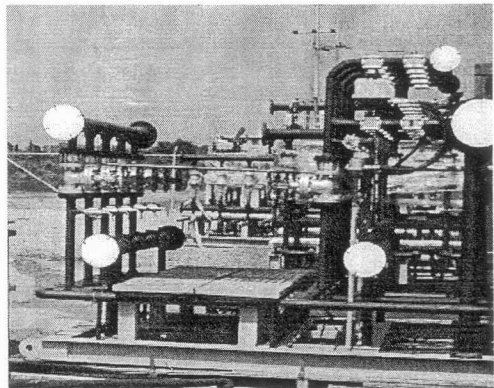
3. *Fluid Power Linear Actuator*

2.4.4.2 Motor

Motor adalah suatu mesin yang berfungsi mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik. Tenaga tersebut berupa putaran rotor. Motor AC dan motor DC menunjukkan jenis aliran listrik yang dipakai.

2.3.3 Skid

Skid adalah dudukan dari *Well Test Manifold* yang terdiri atas baja-baja profil seperti *H-Beam* atau disebut profil I yang disambung dengan cara dilas. Tuntutan utama dari *skid* adalah mampu menahan pembebanan pipa maupun komponen pendukungnya beserta fluida yang melaluinya sehingga harus dapat terjamin kekuatannya.



Gambar 1-24. Gambar skid WTM

2.4 Standard NDE Pengujian Material

ASME Sec.V mensyaratkan tentang welding procedure standard dalam sub-pembahasan tentang *Non Destructive Examination (NDE)*.

Berikut ini jenis-jenis pemeriksaan yang dijelaskan dalam ASME Sec.V berdasarkan tingkatannya, diantaranya :

1. RT ---- Radiografi
2. UT ---- Ultrasonics
3. MT ---- Magnetic Particle
4. PT ---- Liquid Penetrant
5. VT ---- Visual
6. LT ---- Leak Testing
7. ET ---- Electromagnetic (eddy current)
8. AE ---- Acoustic Emission

2.4.1 Pemeriksaan secara Visual

- Pemeriksaan secara manual adalah metoda pemeriksaan dengan menggunakan mata biasa atau dengan menggunakan

2.4.2 Pemeriksaan dengan Liquid Penetrant

Pemeriksaan dengan *liquid penetrant* adalah metoda efektif untuk mendeteksi *discontinuity* (ketidakteraturan) yang membuka permukaan pada metal nonporous dan metal lainnya.

2.4.3 Pemeriksaan dengan Radiography

Metoda *radiography* yang diuraikan dalam pemeriksaan lasan pipa. Persyaratan prosedur menurut ASME antara lain prosedur tertulis radiografi harus dilakukan sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Dengan mencantumkan type material dan tentang ketebalan, *isotipe* atau maksimum *voltase X-Ray* yang digunakan, jarak minimum antara sumber objek, jarak maksimum dari sumber ke film, size maksimum sumber, film brand dan penandaan serta screen yang digunakan. Selain itu dicantumkan demonstrasi prosedur.

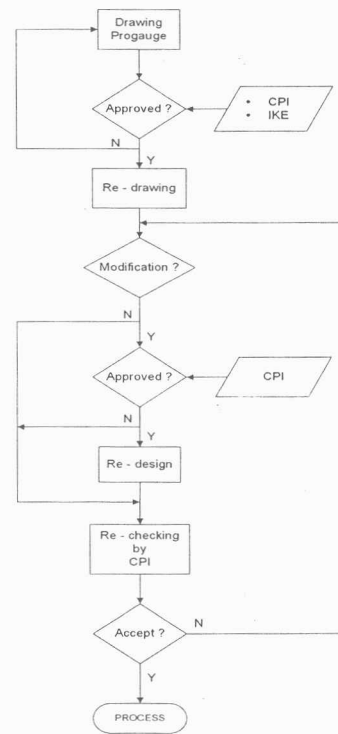
3. Aspek Perancangan WTM

3.1 Desain Well Test Manifold

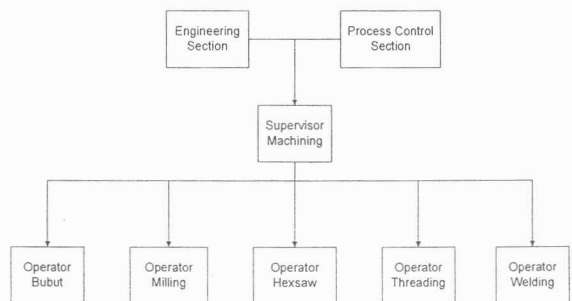
Pertimbangan utama dalam mendesain sistim perpipaan berdasarkan ASME B31.3 antara lain :

- Desain $pressure > pressure$ sebenarnya
- Desain $temperature > temperature$ sebenarnya
- *Impact* tersebut terdapat pula faktor lain yaitu angin, gempa bumi, getaran (*vibration*) dan *discharge reaction* (berhubungan dengan *support* akibat pembebanan).

Oleh karena adanya pertimbangan diatas, maka *well test manifold* mengalami modifikasi disesuaikan dengan kondisi di lapangan. Alur desain *well test manifold* dapat digambarkan sebagai berikut :



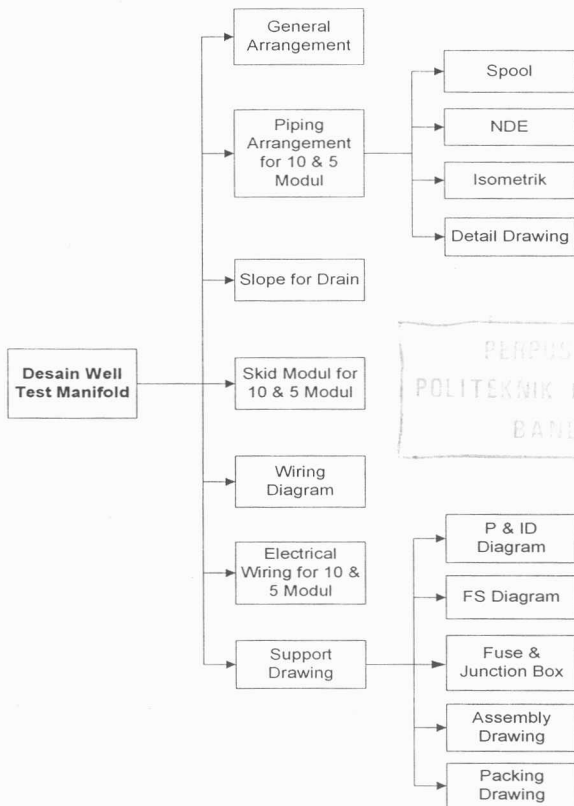
Gambar 2-1. Diagram alir proses modifikasi desain



Desain dalam *Well Test Manifold* merupakan modifikasi penyesuaian kondisi di lapangan dan alternatif desain dari desain yang ada. Pada aliran proses diatas, desain yang dibuat

oleh *Progaug Technology* disetujui oleh pihak CPI sebagai *end-user*.

Desain dalam Well Test Manifold terdiri atas



Gambar 2-2. Diagram pembagian desain WTM

1. *General Arrangement*
Berisi tentang ukuran total, layout dan jumlah seluruhnya dari modul *well test manifold*.
2. *Piping Arrangement*
Berisi tentang ukuran dari setiap modul (10 dan 5 modul). Desain tersebut dapat disebut sebagai sub-susunan. Desain *piping arrangement* terbagi menjadi :
 - *Spool Drawing*
Spool Drawing menjelaskan setiap *spool* dari *well test manifold*. Setiap *well test manifold* terdiri atas 8 *spool* atau rangkaian.
 - *NDE Drawing*
NDE adalah *Non-Destructive Examination* yang dilakukan dengan metode *radiography*

dan die-penetrant. Gambar NDE menunjukkan jenis pengujian terhadap pengelasan pada setiap sambungan.

- *Isometric Drawing*
Gambar *isometric* berfungsi untuk memudahkan orientasi *assembly*. Gambar sub-susunan dari setiap modul dibuat menjadi *isometric* (3 dimensi).
- *Detail Drawing*
Gambar detail untuk setiap part yang melalui proses permesinan.

3. *Slope for Drain*
Menjelaskan mengenai orientasi kemiringan *drain* (saluran pembuangan) yang memiliki kemiringan 5% dari setiap modul.

4. *Skid Modul*
Skid merupakan dudukan dari modul tersebut. Selain itu *skid* juga digunakan sebagai *support* dari saluran *drain*.

5. *Wiring Diagram*
Wiring diagram menjelaskan posisi dari *electrical* yang menghubungkan panel kendali dengan *actuator*.

6. *Electrical Wiring*
Electrical wiring menjelaskan bentuk *wiring* dalam *terminal box* setiap modul. *Wiring* tersebut merupakan *terminal* antara kendali dan *actuator*.

7. *Support Drawing*
Support drawing merupakan gambar-gambar tambahan yang digunakan untuk memperjelas dan memudahkan dalam pembuatan *well test manifold* seperti P & ID (*Piping and Instrument*) diagram yang digunakan untuk menjelaskan cara kerja dari *well test manifold* (lampiran IKE-F001-02), FS (*Flow and Sequence*) diagram yang menjelaskan tahapan proses setiap part sehingga dapat memudahkan proses produksi untuk mencegah *bottle-*

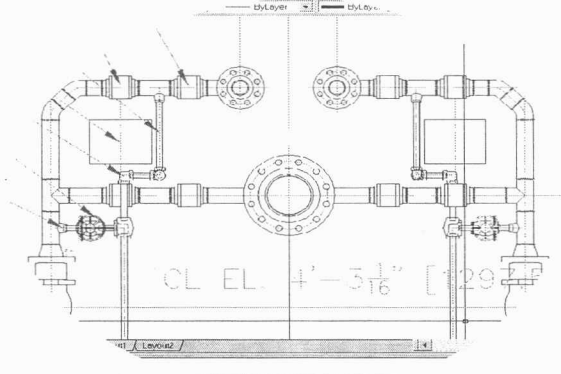
3.2 Modifikasi dan Analisa Desain *Well Test Manifold*

Desain *well test manifold* merupakan modifikasi dari desain yang telah ada (desain awal yang berasal dari *progaug* dapat

dilihat pada lampiran). Modifikasi desain tersebut antara lain :

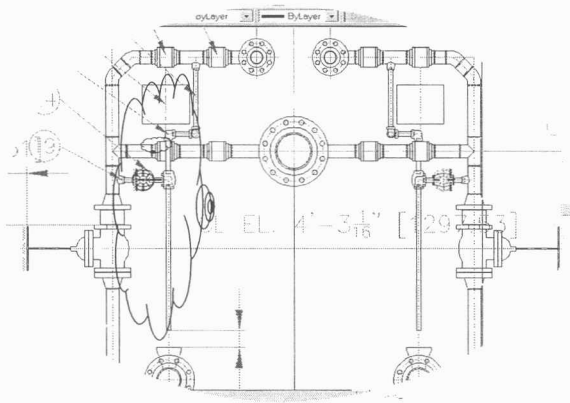
1. *Production Line*

Pada desain awal dari *Progaug*, ukuran pipa dan *flange* untuk *production line* adalah 10", kemudian dirubah menjadi 6" sesuai dengan *technical specification* dari CPI.



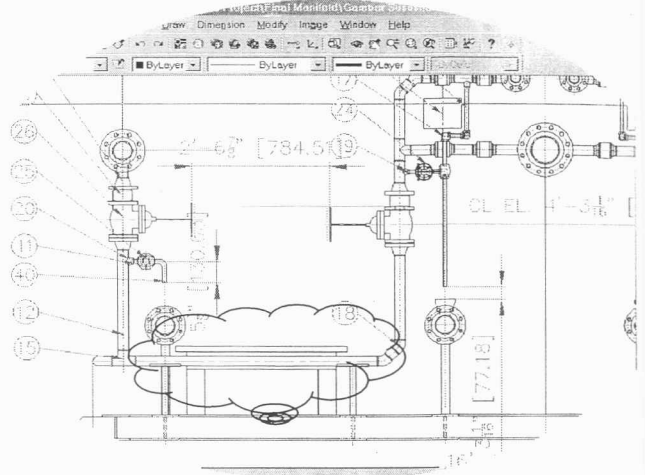
2. *Drain Tubing*

Bentuk *tubing* untuk *drain* dibuat berbeda dengan desain awal. Modifikasi tersebut mengikuti dengan bentuk *drain line support*.



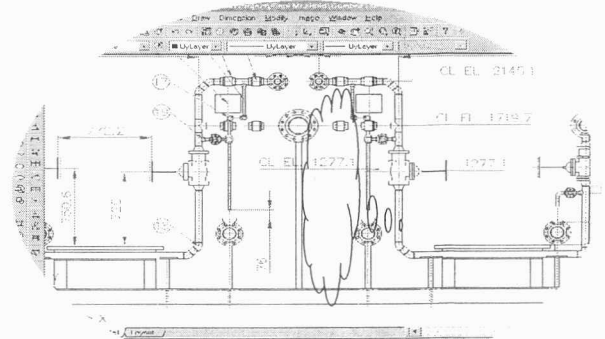
3. *Drain Support*

Drain support dilakukan modifikasi karena pada desain awal drain support tersebut terlalu tinggi yang nantinya minyak bumi tersebut akan tumpah karena goyang atau terkena tiupan angin.



4. *Production Line Support*

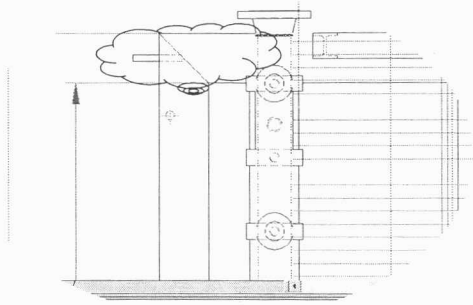
Support untuk *production line* sangat bervariasi. Hal ini dikarenakan tinggi-rendahnya *production line* bervariasi menurut keadaan pondasi tanah yang tidak rata. Sehingga untuk mencapai kerataan tersebut diperlukan support agar kerataan tercapai.



5. *Skid Welding Connection*

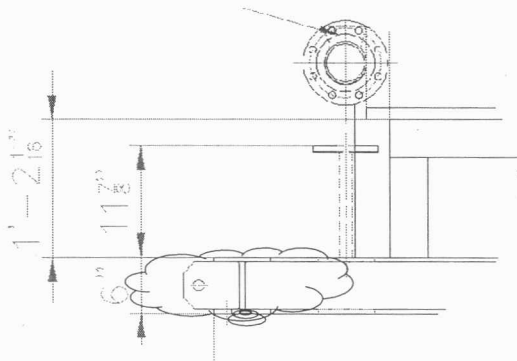
Desain awal dari pengelasan penyambungan *skid* dimodifikasi menjadi diagonal. Hal tersebut dikarenakan pada penyambungan diagonal, pengelasan lebih panjang dan lebih kuat.

TEKNIK MANIFOLD
BATANG



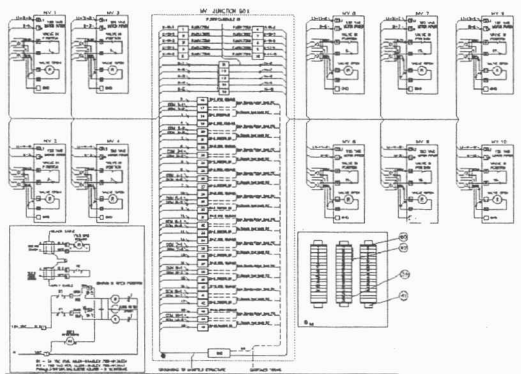
6. *Lifting Lug*

Penambahan *lifting lug* untuk mempermudah pemindahan (*handling*). Selain itu dikarenakan kondisi permukaan tanah di lapangan tidak rata maka *mounting plate* sebagai pengikat antar modul dihilangkan.



7. *Wiring Diagram*

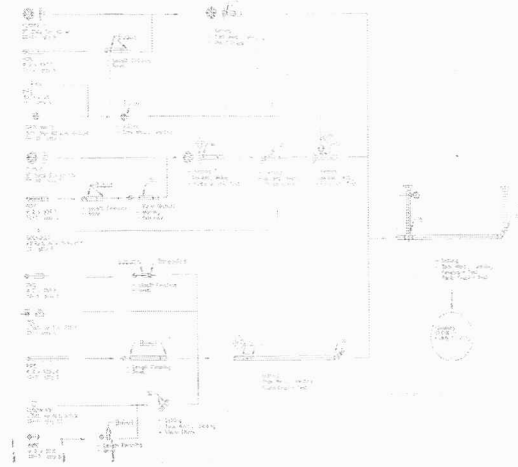
Perubahan *wiring* disebabkan karena perubahan *wiring* sendiri dalam *actuator* disesuaikan dengan kondisi di lapangan sehingga harus dimodifikasi.



4. Aspek fabrikasi WTM

4.1 Alur Pembuatan *Well Test Manifold*

Berdasarkan desain yang telah dimodifikasi maka tahap selanjutnya adalah proses pembuatan *well test manifold*. Berikut ini salah contoh alur pembuatan *Well Test Manifold* pada *Spool 01*.



Gambar 4-1 Diagram alur pembuatan *spool 01*

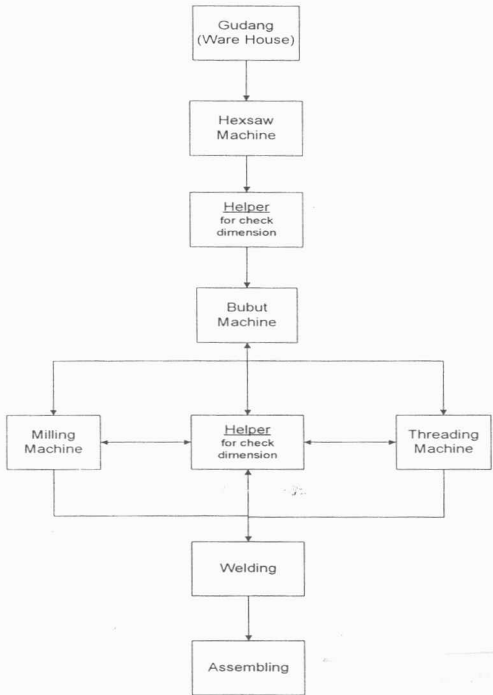
No	Komponen	Jumlah	Hexsaw	Bubut	Bor milling	Threading	Welding	Sub-susunan	Sub-assembly
1	Flange 2" 300# Sch 40	5					?		
2	Pipe Ø2" X 497.7	5	?	??			???	1	I
3	Pipe Ø3/4" X 58	5	?	??			???	2	
4	Gate Valve 3/4" Sch 40	5					?		II
5	Flange 2" 300# Sch 40	5					???		
6	Pipe Ø2" X 589.3	5	?	??	???		???	3	
7	Socket 2" run to 3/4 Sch 80	5					???		
8	Pipe Ø2" X 155.7	5	?	??		???	???		
9	Tee 2" Sch 40	5					?	4	
10	Pipe Ø2" X 1355.4	5	?	??			???		III
11	Elbow 45° 2" Sch 40	5					?		
12	Pipe Ø2" X 50.8	5	?	??			???		

Keterangan :
 ? = Urutan proses pertama
 ?? = Urutan proses kedua
 ??? = Urutan proses ketiga
 ??? = Urutan proses keempat

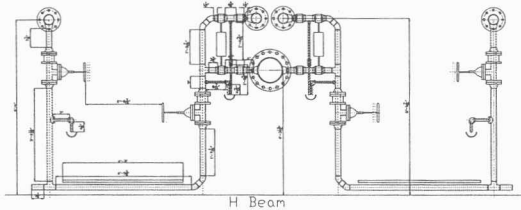
PERMISTAKAAN
 POLITEKNIK MANHARTI

Tabel 4-1. Tabel alur pembuatan *spool 1*

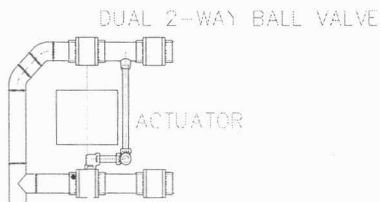
Setelah keempat hal tersebut telah disusun dan disosialisasikan maka proses pemesinan dapat dilaksanakan. Secara umum aliran perintah pengerjaan dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 4.2 Alur pemesinan WTM

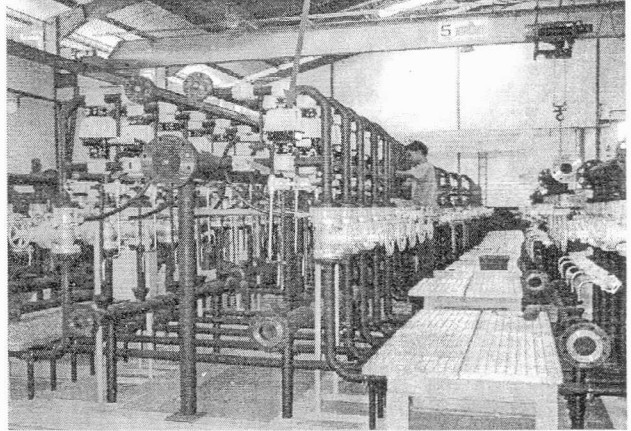


Gambar 4.3 Gambar posisi *actuator well test manifold*



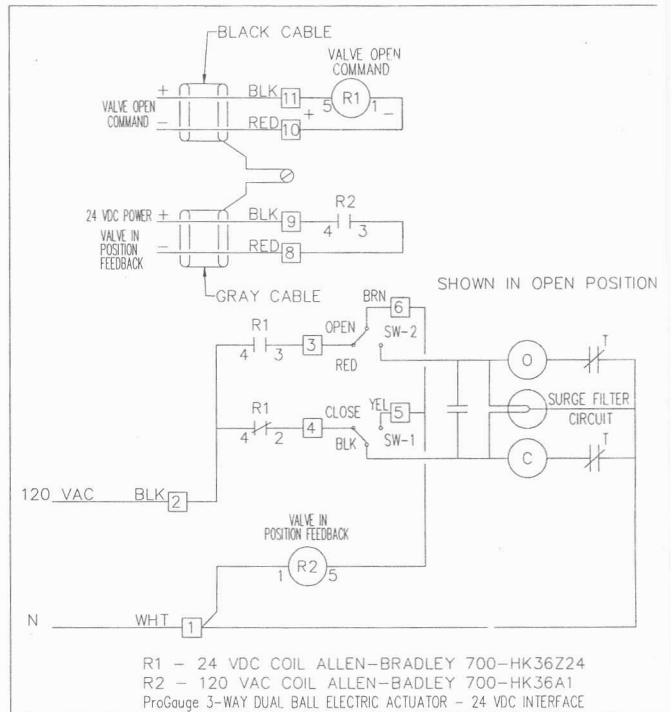
Gambar 4.4 Posisi *dual valve* dalam *well test manifold*

- letak *actuator*



Gambar 4.5 Gambar *actuator well test manifold*

Cara kerja *dual valve actuator*



Gambar 4.6 Skema rangkaian dalam *electric actuator*



5. Kesimpulan

Well test manifold adalah saluran-saluran pipa yang digunakan untuk memisahkan minyak bumi yang akan diuji kandungan minyak bumi yang berasal dari sumur minyak. Hal ini dilakukan karena kandungan minyak bumi yang berasal dari sumur minyak tercampur dengan bahan lain seperti H_2S maupun dengan batuan atau endapan yang lain. Agar proses pengolahan berikut lebih mudah, maka minyak bumi tersebut diuji kandungannya terlebih dahulu apakah masih sesuai dengan komposisi yang diinginkan atau tidak.

Desain awal *well test manifold* berasal dari *Progaug*. Desain tersebut kemudian mengalami beberapa modifikasi. Modifikasi tersebut menyesuaikan dengan kondisi lapangan agar *well test manifold* dapat digunakan lebih mudah ketika dilapangan. Modifikasi yang dilakukan antara lain mengenai diameter pipa yang digunakan untuk *line production*, *drain tubing*, *drain support*, *production line support*, *skid welding connection*, *lifting lug* dan *wiring diagram*. Berdasarkan modifikasi desain yang telah disetujui oleh *end user*, maka dilakukan proses pembuatan.

Setelah *well test manifold* tersebut di-*assembly*, maka dilakukan pengujian baik terhadap sambungan lasan dengan cara *liquid penetrant*, *radiography* dan *visual* atau pengujian terhadap *electrical actuator* agar dapat berfungsi sesuai dengan keinginan