

BAB 2 INTEGRITAS CASING SUMUR PANAS BUMI

Dalam industri minyak, gas dan panas bumi sumur (*well*) merupakan aset yang sangat penting. Sumur merupakan alat atau media penghubung untuk mengalirkan fluida produksi ke permukaan sehingga dapat dimanfaatkan. Sumur harus diberi pelindung berupa selubung yang disebut casing. Keutuhan suatu casing sangat penting diperhatikan demi keberlangsungan produksi.

2.1 Pengertian Casing dan Jenis Casing

Casing adalah sebuah pipa berdiameter besar yang dirangkai dan dimasukkan ke dalam lubang bor dan umumnya disemen dan berfungsi untuk memindahkan fluida produksi dari bawah permukaan (*reservoir*) sampai ke permukaan. Fungsi casing sangatlah penting sama seperti pembuluh darah dalam tubuh manusia.

Berikut adalah beberapa fungsi casing :

1. Menjaga lubang dari formasi yang lemah sehingga tidak terjadi *collapse* atau gua seperti lubang (*caving of the hole*).
2. Memberikan kekuatan untuk aliran fluida baik saat pemboran maupun saat fluida diproduksikan.
3. Mencegah masuknya fluida formasi yang dapat mengkontaminasi fluida saat pemboran maupun produksi.
4. Sebagai penyangga untuk peralatan kepala sumur dan pencegah sembur liar dalam pengaturan tekanan bawah permukaan.
5. Menyediakan keadaan yang aman untuk melakukan atau menurunkan alat logging (*wireline unit*).

Saat melakukan pemboran sumur panas bumi selalu menembus formasi lemah, *fracture*, dan temperatur yang tinggi sehingga sumur harus dicasing secara bertahap. Ada beberapa jenis casing yang digunakan yakni *conductor pipe* (*conductor casing*), *surface casing*, *intermediate casing*, *production casing* dan *liner*.

2.1.1 Conductor pipe

Conductor pipe merupakan casing atau selubung yang pertama kali diletakkan, fungsinya sebagai pelindung terhadap air tanah. Ukurannya besar, biasanya 30" dan selalu disemen sampai ke permukaan.

2.1.2 Surface casing

Surface casing fungsinya untuk mencegah runtuhnya formasi lemah yang terjadi pada kedalaman dangkal. Untuk mencegah masalah buckling karena beban tekanan (*compressive load*) maka biasanya juga selalu disemen sampai ke permukaan. Surface casing juga harus memberikan stabilitas lubang yang cukup dan melindungi sumur dari aquifer. Surface casing juga sebaiknya menggunakan casing yang cukup berat karena juga berfungsi menyangga berat semua rangkaian casing ketika di run dibawah surface casing. Umumnya berukuran 20" dan mempunyai kedalaman antara 1000 – 2500 ft atau 300 – 760 m (Robert P.Rechard, 1983).

2.1.3 Intermediate casing

Intermediate casing atau sering di sebut anchor casing berfungsi untuk mengisolasi zona garam atau zona yang dapat menyebabkan masalah di dalam lubang sumur seperti *sloughing shales*. Casing ini disemen sampai ke permukaan.

2.1.4 Production casing

Production casing merupakan casing yang digunakan untuk memproduksi fluida panas bumi. Production casing umumnya memiliki ukuran yang bervariasi. Untuk lapangan panas bumi Wayang Windu digunakan 9 5/8" s/d 13 3/8", tergantung dari tipe sumur apakah *standard hole* atau *big hole*.

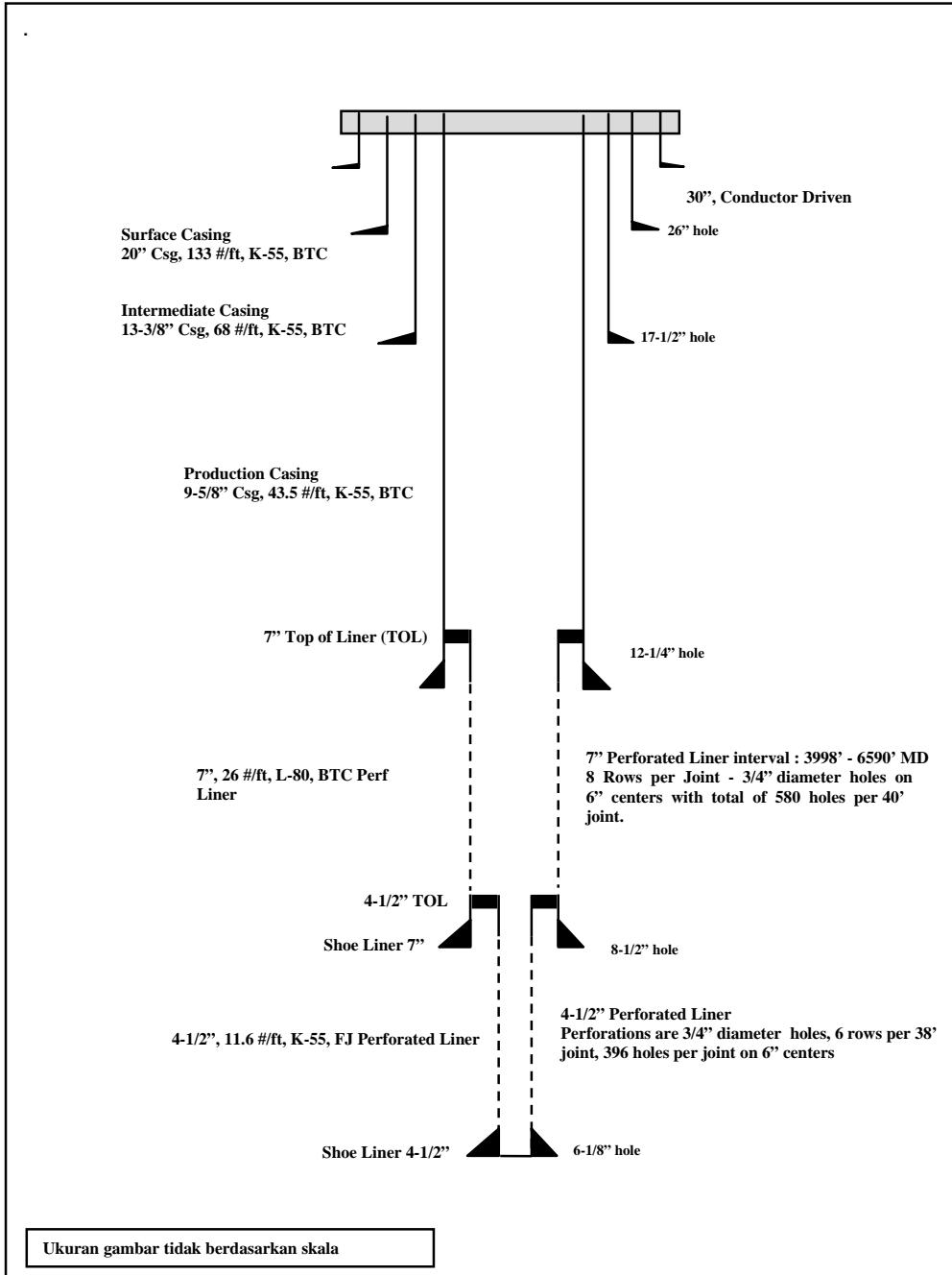
2.1.5 Liner

Liner merupakan casing yang berlubang-lubang, tidak disemen dan berfungsi sebagai tempat masuknya fluida panas bumi. Liner berada tepat di bawah production casing dan digantungkan pada production casing (tidak sampai ke permukaan).

2.1.6 Tie Back Casing

Tie back casing adalah casing yang dipasang dari permukaan sampai ke kedalaman tertentu, disemen dan umumnya dipasang karena terjadi kerusakan di production casing. Akibat tie back casing laju produksi menjadi menurun. Akan tetapi tie back casing juga dapat merubah fasa di kepala sumur menjadi lebih kering dari sebelumnya.

Sketsa konfigurasi casing dalam industri panas bumi dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Sketsa konfigurasi casing sumur panas bumi

2.2 Penyebab Kegagalan Casing

Kerusakan casing dapat disebabkan oleh bermacam-macam faktor baik itu faktor yang dapat dikontrol maupun faktor yang tidak dapat dikontrol. Faktor yang dapat dikontrol adalah desain dan cara/aplikasi pemasangan di lapangan. Sedangkan faktor yang tidak dapat dikontrol adalah faktor alam misalnya keadaan geologi

yang asam dan faktor suhu yang tinggi. Secara umum faktor alam (keadaan geologi) dapat ditangani dengan memberikan *treatment* atau material khusus sehingga casing dapat bertahan pada keadaan tersebut.

Untuk lebih jelasnya berikut penyebab kegagalan casing pada umumnya :

1. Kesalahan dalam desain, yakni desain lumpur pemboran, desain semen dan penentuan kedalaman casing (*casing setting depth*).
2. Kerusakan pabrik, proses transportasi dan penanganan di lapangan.
3. Kerusakan mekanik (*mechanical damage*) : saat pemboran, workover atau saat memasang dan menarik casing.
4. Pemilihan material casing yang tidak sesuai dengan kondisi geologi, misalnya formasi yang asam dan tidak memperhitungkan temperatur tinggi yang muncul.
5. Korosi, baik di dalam maupun di luar casing yang diketahui dengan menipisnya ketebalan pipa.

Mode kegagalan tersebut umumnya tidak berdiri sendiri tetapi dapat berkaitan ataupun ditimbulkan dari kegagalan sebelumnya, sebagai contoh kegagalan desain lumpur pemboran dapat menyebabkan kegagalan proses penyemenan. Hal ini terjadi karena lumpur pemboran membentuk *mud cake* yang cukup tebal di sekitar lubang bor sehingga saat penyemenan semen tidak akan merekat dengan baik ke formasi. Kesalahan desain dan aplikasi penyemenan dilapangan juga merupakan faktor utama dan sering terjadi. Tujuan utama dari penyemenan casing adalah mengisi kekosongan yang ada akibat proses pengeboran sehingga dapat mengikat formasi dengan casing. Casing tidak terkontaminasi dengan fluida formasi yang dapat menyebabkan korosi seperti brine karena adanya semen. Saat pemboran jarak antara lubang dengan casing yang akan dipasang juga tidak boleh terlalu besar. Saat penyemenan sering terjadi terjebaknya fluida berupa air didalam semen, ketika sumur dalam keadaan panas fluida tersebut akan mendidih dan berubah fasa. Fluida tersebut akan berupaya menekan semen untuk mencari jalan keluar dan akan merusak semen ataupun menyebabkan casing *collapse*.

Untuk desain casing di industri minyak dan gas konsentrasi utama berada pada metal failure dari burst, collapse atau tension. Akan tetapi untuk industri panas

bumi kehadiran thermal loads pada casing menyebabkan terjadinya ketidakstabilan di casing. Ketidakstabilan casing dapat diperbaiki dengan beberapa cara :

1. melakukan penyemenan sampai string terakhir untuk memberikan penyanggaan (support) secara lateral atau
2. Menambahkan *tension load* pada bagian yang tidak di semen. Penyemenan string secara menyeluruh dari atas kebawah merupakan pilihan terbaik ¹⁰⁾.

Formasi yang subnormal sering hadir dalam pemboran panas bumi. Reservoir umumnya berada pada tekanan di bawah tekanan hidrostatik sehingga sering terjadi hilang sirkulasi (*loss circulation*) saat melakukan pemboran dengan menggunakan lumpur ataupun saat melakukan penyemenan.

Di Yunani kegagalan casing juga terjadi selama 15 tahun berproduksi. Kegagalan yang terjadi diantaranya naiknya wellhead sumur MA-1 dan MZ-1 sampai 0,5 m selama test produksi karena ekspansi panas dan sementasi yang tidak baik. Kerusakan sambungan casing sumur M-1 (casing 9 5/8 pada kedalaman 69 m) karena thermal stress. Sumur N-1 mengalami kerusakan yang sangat berat selama tes produksi pertama karena buckling di suatu *section* dan harus dilakukan tie back casing⁶⁾.

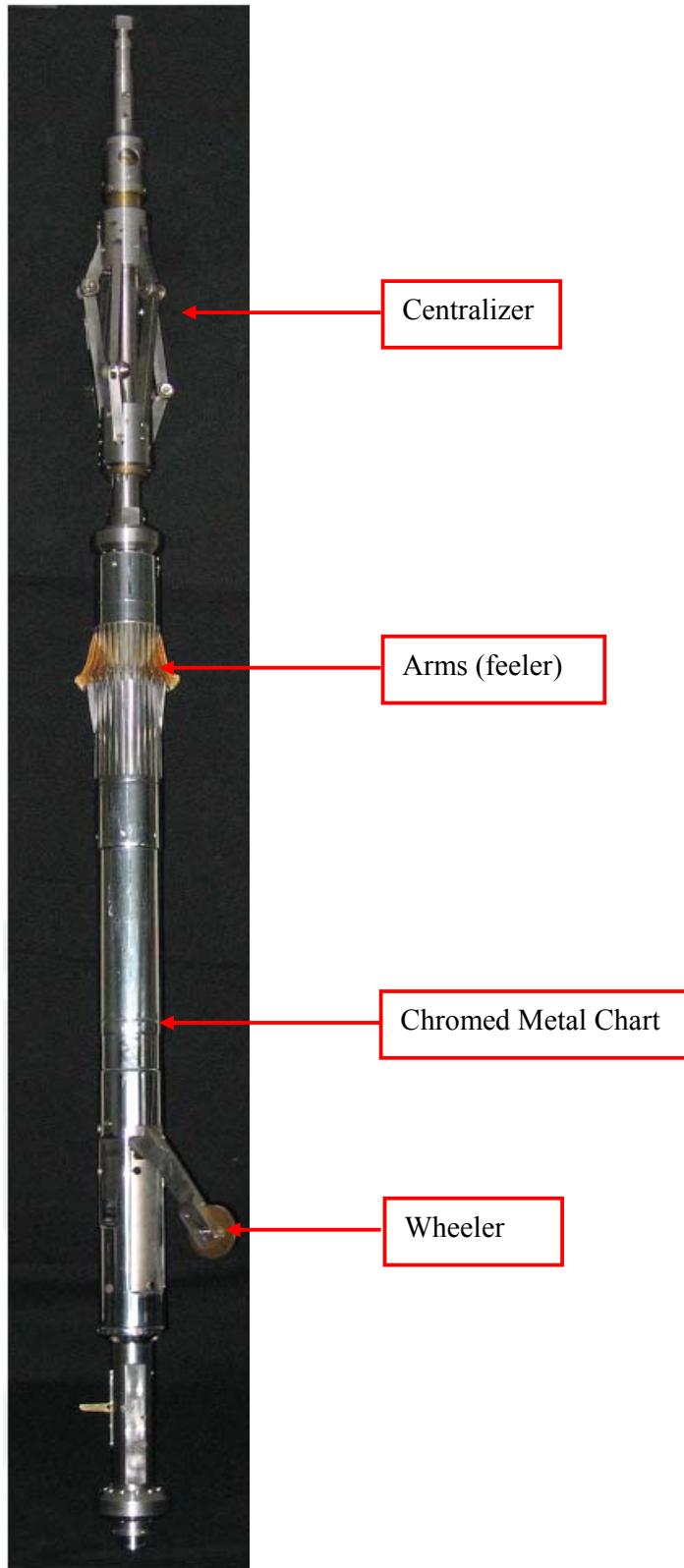
2.3 Survei Integritas Casing (Casing Integrity Survey)

Ada dua metode survei yang digunakan untuk mengetahui integritas casing yakni *mechanical caliper* dan *electronic caliper* atau sering disebut *digital casing corrosion*. Kedua metode survei ini sama-sama mengukur diameter dalam (internal diameter) casing. Perbedaan antara keduanya adalah mechanical caliper mengukur secara langsung diameter dalam casing dengan menggunakan beberapa lengannya (*arms*) sedangkan electronic caliper/digital casing corrosion selain mengukur internal diameter juga dapat mengukur kekasaran casing serta dapat memperhitungkan tebal casing karena juga dapat menentukan eksternal diameter. Perhitungan dilakukan secara elektronik yang dalam pengukurannya ada toleransi kesalahan dalam perhitungan. Metode survei ini merupakan pengembangan terbaru dalam mengetahui integritas casing.

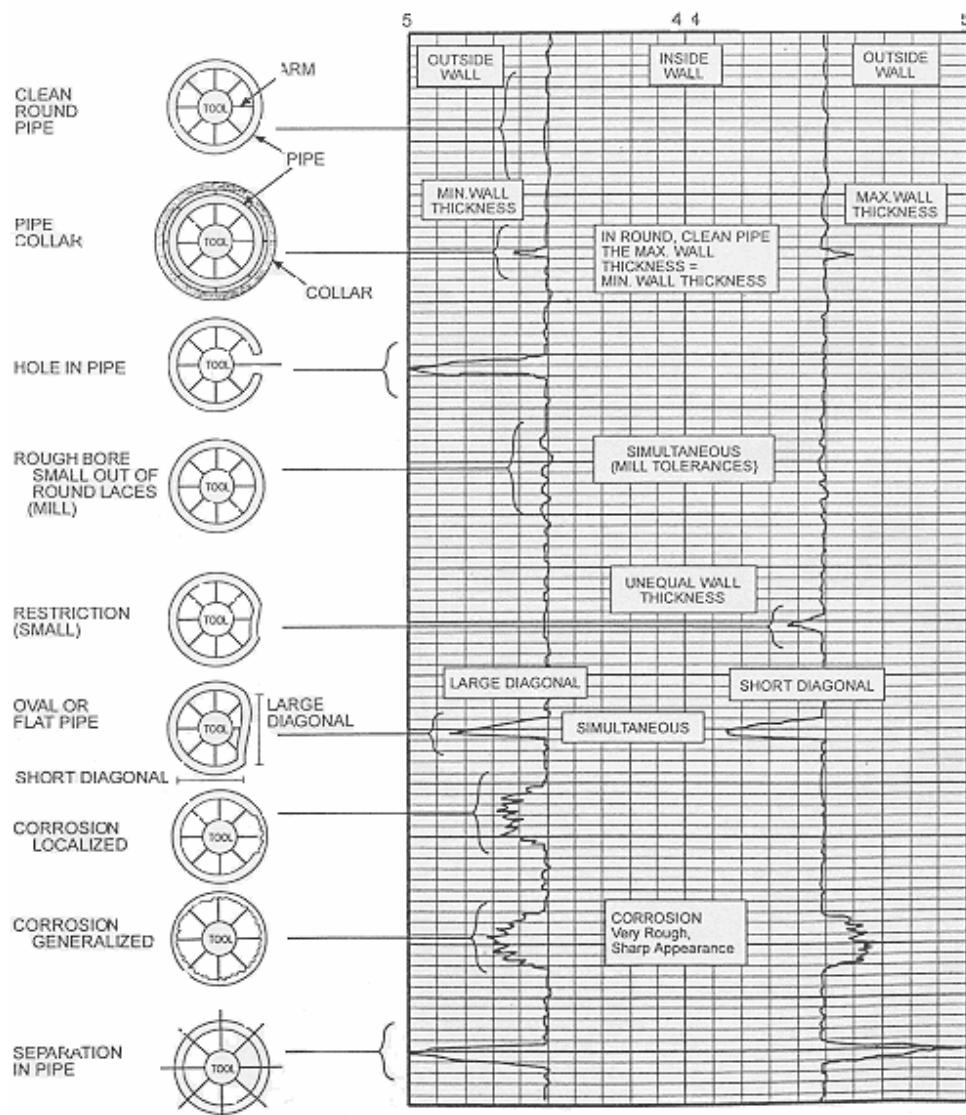
1. Mechanical Caliper

Mechanical Caliper memiliki beberapa lengan atau jari di badan alat untuk mengukur diameter dalam casing. Cara kerja mechanical caliper adalah sebagai berikut : caliper dimasukkan ke lubang sumur dengan bantuan *slickline* sampai pada bagian bawah dari casing yang akan di ukur dengan bagian lengan (*arms*) masih dalam keadaan tertutup. Kemudian setelah sampai dibawah akan diberikan tension atau tarikan agar lengan (*arms*) segera terbuka (mengembang) sehingga dapat mengukur diameter dalam casing. Diameter diukur dari bawah casing produksi sampai bagian atas casing tersebut. Hasil pengukuran dari lengan (*arms*) akan ditulis dalam sebuah alat yang berbentuk tabung disebut dengan *chromed metal chart*.

Pada Gambar 2.3 menunjukkan perkiraan suatu kejadian jika kurva log caliper menunjukkan keadaan seperti didalam gambar. Dari keadaan casing yang baik sampai kondisi casing berlubang, ovalisasi dan juga korosi.



Gambar 2. 2 Mechanical caliper



Gambar 2. 3 Interpretasi caliper survei

2. Digital Casing Corrosion

Berbeda dengan mechanical caliper, digital casing corrosion merupakan alat survei integritas casing yang lebih canggih dengan menggunakan gelombang elektromagnetik. Alat ini dapat mengukur baik diameter internal casing maupun diameter eksternal casing sehingga dapat diketahui tebal casing. Alat ini beroperasi secara *real time* dan mampu dioperasikan sampai temperatur 320°C dan tekanan sampai 2900 psi. Alat digital casing corrosion di run (dijalankan) dengan sebuah kabel monokonduktor yang menggunakan 6 lilitan (coils) dengan 3

bidang magnetik untuk mengukur korosi dari casing. Ketiga bidang magnetik tersebut dihasilkan secara bersamaan dengan memberikan frekuensi yang berbeda untuk menghasilkan respon yang maksimal. Alat ini juga dipasang *centraliser* agar memastikan sensitifitas perekaman yang sama ke segalah arah. Berat alat kurang dari 200 kg dengan panjang sekitar 5,6 m membuat alat ini mudah untuk digunakan di daerah yang terpencil (*remote area*) dengan menggunakan crane kecil.

Bagian-bagian alat digital casing corrosion ditunjukkan pada gambar dibawah yang terdiri atas centraliser, electronic package, roughness indikator (RI), phase shift receiver, casing diameter sensor dan phase shift transmitter. Ada 3 bagian yang dianalisa untuk interpretasi :

3.1 Phase Shift

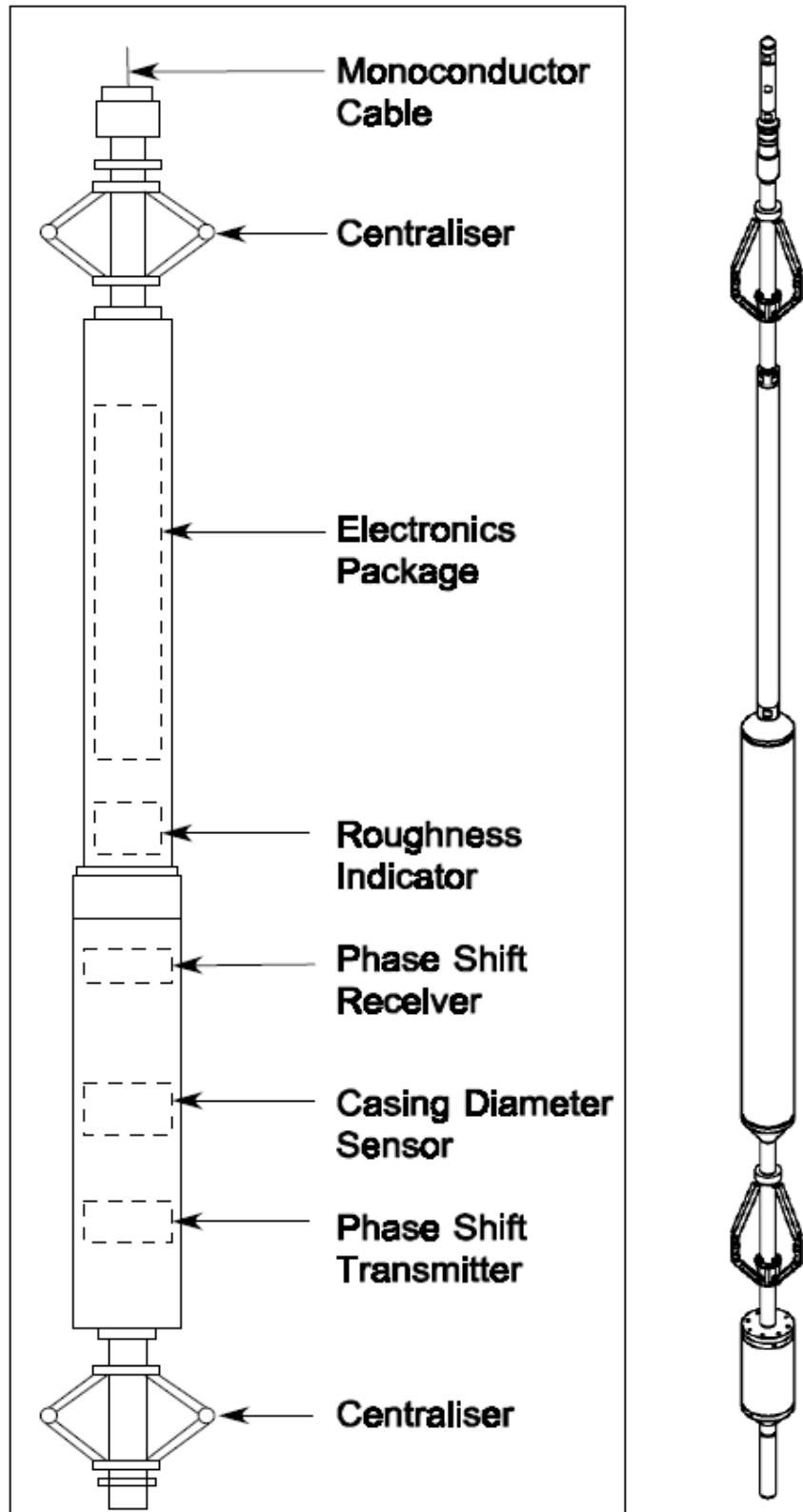
Frekuensi rendah digunakan untuk menghitung massa dari logam (metal). Phase shift transmitter dan phase shift receiver diberikan cukup jarak dan diantaranya diletakkan casing diameter sensor (Gambar 2.4). Phase shift antara source dan hasil pengukuran akan dibandingkan, dengan berkurangnya pengukuran phase shift terhadap source dapat dihitung tebal casing saat ini. Phase shift diukur dari 0° sampai 360° dan diplot di dalam grafik seperti ditunjukkan dalam gambar 2.5. Berkurangnya fase menandakan grafik metal loss kearah kiri dan sebaliknya jika mengalami kenaikan massa logam (metal) kearah kanan.

3.2 Differential Caliper

Merupakan sensor untuk mengetahui diameter dalam casing dengan teknik yang sama dengan konvensional metal detektor yakni dengan adanya resonansi berbeda dalam *tuned circuit* karena metal teraltersi.

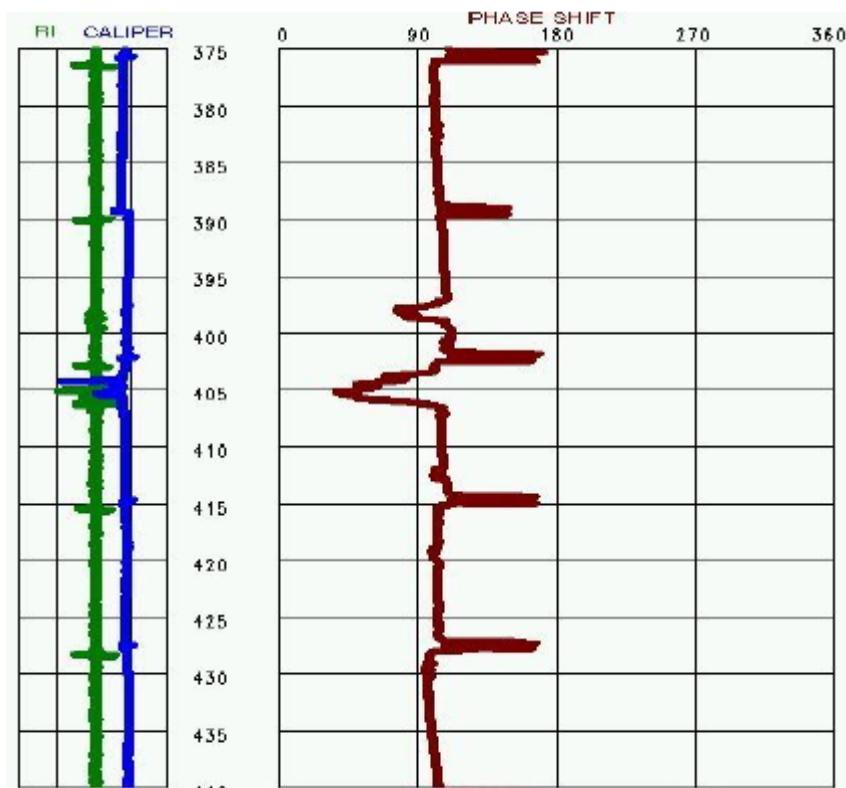
3.3 Roughness Indicator

Merupakan alat untuk mengukur korosi, *crack* dan kerusakan drill string yang ada dalam casing. Walaupun roughness indikator tidak mengukur internal diameter tetapi sangat efektif mempelajari dinding casing dari kerusakan kecil yang tidak terdeteksi oleh differential caliper.



Gambar 2. 4 Sketsa alat digital casing corrosion ¹²⁾

Gambar 2.5 menunjukkan bahwa casing mengalami penipisan (metal loss) pada kedalaman 397 m dan 405 m di production casing 9 5/8". Kurva phase shift bergerak kekiri pada kedalaman tersebut yang menandakan terjadinya metal loss. Kurva phase shift yang bergerak kekanan misalnya pada kedalaman 389 m dan setiap penambahan sekitar 15 m menunjukkan sambungan pada casing. Kurva calliper pada kedalaman 405 m juga memperjelas terjadinya penipisan casing. Roughness Indicator (RI) pada kedalaman tersebut menunjukkan terjadi penambahan kekasaran casing yang mengindikasikan terjadinya korosi pada kedalaman tersebut.



Gambar 2.5 Contoh analisa digital casing corrosion ¹²⁾